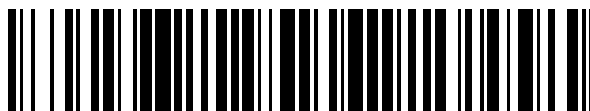


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 558**

51 Int. Cl.:
F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06012962 .4**
- 96 Fecha de presentación: **23.06.2006**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1736665**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.12.2006**

54 Título: **Deshumidificación del interior de la torre de una turbina eólica**

30 Prioridad:
24.06.2005 DE 102005029463

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.06.2012

73 Titular/es:
**REpower Systems SE
Überseering 10
22297 Hamburg , DE**

72 Inventor/es:
**Uwe, Peters y
Gawrisch, Rüdiger**

74 Agente/Representante:
Isern Jara, Jorge

ES 2 382 558 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).

DESCRIPCION

Deshumidificación del interior de la torre de una turbina eólica

5 La invención se refiere a una instalación de energía eólica y a un procedimiento para el secado del espacio interior herméticamente cerrado, o por lo menos esencialmente herméticamente cerrado, de una instalación de energía eólica.

10 Las instalaciones de energía eólica disfrutan de una creciente expansión. Dado que las posiciones favorables de colocación en tierra son por el momento raras, se prefiere instalar las instalaciones de energía eólica en el mar, a poca distancia de la costa.

15 Las instalaciones de energía eólica presentan generalmente el problema del enfriamiento de los generadores colocados en la zona de máquinas. En la patente WO 01/06121 A1 se ha propuesto para el enfriamiento del generador, la creación de una corriente de aire en circuito cerrado en la instalación de energía eólica, la cual absorba el calor cedido por el generador y lo entregue a las paredes de la torre. Mediante el circuito cerrado de aire se evita el contacto de los componentes sensibles con el aire cargado de sal o humedad y con ello también disminuye el peligro de corrosión.

20 En la patente DE 101 39 556 A1 se describe un elemento Peltier, el cual está colocado entre un primer elemento y un segundo elemento, y el primer elemento se enfría por debajo de la temperatura ambiente y la humedad contenida en el aire del medio ambiente se condensa con ello en este primer elemento. El agua condensada puede escurrirse, acumularse y recogerse.

25 En la patente WO 99/300031 se describe una instalación de energía eólica en el mar, a poca distancia de la costa, cuyo generador está enfriado por una corriente de aire. La corriente de aire se crea mediante el efecto chimenea a lo largo del espacio interior de la torre, en la cual es absorbido aire fresco a través de unas aberturas de entrada practicadas en la parte inferior de la pared de la torre, y a lo largo del espacio interior de la torre desemboca en la zona de máquinas y allí absorbe el calor desprendido en el generador y lo conduce hacia el exterior. La instalación
30 no es apropiada para emplear en la zona cercana a la costa, puesto que en la parte inferior de la torre el aire absorbido es particularmente salobre y húmedo, con lo cual promueve la corrosión de la pared de la torre.

En la patente DE 199 47 915 A1 se describe una instalación de energía eólica cuyos componentes se enfrían igualmente mediante una corriente de aire, en donde los componentes a enfriar están situados en la parte baja de la instalación de energía eólica y la corriente de aire refrigeradora, se origina mediante un aspirador en combinación
35 con el efecto chimenea. También este sistema de refrigeración tiene aberturas de entrada de aire en la parte baja, de manera que no se recomienda su empleo en la zona cercana a la costa.

La patente DE 198 529 628 C1 describe un dispositivo para evitar la introducción de partículas salinas en el espacio interior del generador. Para ello, se inyecta presión al aire seco y exento de partículas salinas del espacio interior del generador encapsulado, con lo cual la sobrepresión originada impide la entrada de aire salobre y húmedo. El aire del
40 exterior introducido para la creación de una sobrepresión en el espacio encapsulado del generador es sin embargo, particularmente húmedo y salobre, y necesita por esto un tratamiento intensivo de secado y desalinizado.

Todos los sistemas mencionados no son apropiados para la deshumidificación del aire que se encuentra en el espacio interior de la instalación de energía eólica. Por lo tanto la protección contra la formación de agua condensada y contra la corrosión, es limitada.
45

La invención tiene por finalidad la tarea de desarrollar una instalación de energía eólica y un procedimiento para evitar la, o respectivamente el peligro de, la formación de agua condensada y de la corrosión, en particular en el espacio interior de la torre.
50

El problema se soluciona mediante una instalación de energía eólica con la característica de la reivindicación 1. La invención utiliza la idea de emplazar un dispositivo de deshumidificación del aire del espacio interior de la instalación de energía eólica, y producir una corriente de aire seco en el espacio interior el cual, en particular sobre las paredes del espacio interior, absorbe el agua de condensación y se transporta al exterior. Cuando se habla de espacio interior se puede tratar del espacio interior de la torre o también del espacio interior de la zona de máquinas
55 o también de una combinación de ambos espacios interiores.

El dispositivo de deshumidificación está situado entre una entrada de aire húmedo y una salida de aire seco. El aire es aspirado del espacio interior por medio de la entrada de aire húmedo del dispositivo de deshumidificación, allí se deshumidifica y mediante la salida de aire seco se libera de nuevo en el espacio interior. Debe evitarse al máximo un intercambio de aire con el aire del exterior. Puesto que el espacio interior está herméticamente cerrado contra el intercambio de aire con el aire exterior de la instalación de energía eólica o por lo menos es esencialmente hermético, o está encapsulado, se puede formar en el espacio interior además una circulación de aire. Para ello se
60

dirige el aire seco en una dirección, de preferencia en la dirección longitudinal de la torre, desde el extremo del lado del fondo marino hasta el extremo del lado de la zona de máquinas del interior de la torre, a través del espacio interior de la torre. El espacio interior herméticamente cerrado o por lo menos esencialmente hermético contra el intercambio de aire, favorece la circulación de aire mediante la formación de una zona de baja presión en la entrada de aire fresco y una sobrepresión en la salida del aire seco. A este respecto, las torres convencionales de una instalación de energía eólica en este sentido también deben ser herméticamente cerradas contra el intercambio de aire. La corriente de aire formada por la caída de presión, seca. La corriente de aire pasa rozando por ejemplo las paredes interiores de la torre y seca las paredes interiores de la torre, contrarrestando por lo tanto la formación de agua condensada en las paredes interiores de la torre. Además la corriente de aire seco pasa rozando también los componentes colocados en el espacio interior de la torre, secándolos.

En una primera versión de la invención, el espacio interior de la torre está herméticamente sellado hacia el exterior, mientras que en una segunda versión de la invención, el espacio interior de la zona de máquinas está herméticamente sellado hacia el exterior. En una combinación preferida, ambas versiones están herméticamente selladas conjuntamente hacia el exterior, el espacio interior de la torre y la zona de máquinas, de manera que pueda tener lugar un intercambio de aire entre ambos espacios interiores.

En la versión preferida de la invención, la instalación de energía eólica tiene junto al dispositivo de deshumidificación para el espacio interior de la torre, un dispositivo adicional de deshumidificación para el espacio interior de la zona de máquinas. El dispositivo de deshumidificación está situado de manera favorable en la parte superior próxima a la zona de máquinas del espacio interior de la torre, en el caso más favorable previsto debajo de una plataforma superior. El dispositivo de deshumidificación está previsto encima de la plataforma superior, mientras que la entrada de aire húmedo y la salida de aire seco están previstos debajo de la plataforma superior, mientras que el dispositivo de deshumidificación adicional está colocado en la zona inferior de cara al fondo o respectivamente a la superficie del mar, del espacio interior de la zona de máquinas. En el fondo de la zona de máquinas el aire del interior está algo más frío que debajo del techo. El aire frío puede deshumedecerse con mayor eficacia que el aire caliente, empleando de preferencia un deshumidificador de adsorción.

La instalación adicional de deshumidificación comprende también una entrada de aire húmedo y una salida de aire seco de las cuales puede salir una canalización de aire con eventualmente varias salidas de aire. Mediante el aire seco los componentes eléctricos y sensibles a la corrosión, tanto de la zona de máquinas como también del espacio interior de la torre, están protegidos de la humedad y con ello de la corrosión.

Las salidas de aire de aire seco, están previstas en la zona de máquinas, en el mejor de los casos directamente debajo de los componentes sensibles a la humedad, como el mecanismo de transmisión, el generador, los armarios de conmutadores y los transformadores. Por lo menos una salida de aire seco puede estar colocada en la zona más posterior del interior de la zona de máquinas, mientras que el deshumidificador con su salida de aire húmedo, está previsto en la parte delantera de la zona de cara al buje del rotor. Debido al espacio interior especialmente herméticamente cerrado al aire, se puede generar con ello una circulación de aire en grandes zonas del espacio interior de la zona de máquinas.

De preferencia se omiten completamente las aberturas de entrada de aire para la aspiración del aire del exterior al espacio interior. Debido al pequeño intercambio de aire, el dispositivo de deshumidificación puede diseñarse con una potencia menor, lo cual resulta más económico que la deshumidificación de un aire exterior nuevo, más húmedo, entrando continuamente.

La instalación de energía eólica puede emplearse o bien en el litoral o bien en el marcerca de la costa. Mediante el sellado hermético contra el aire exterior, la instalación de energía eólica según la invención es apropiada también para su empleo en zonas desérticas y otras zonas que contienen arena en el aire.

Para la formación de una corriente de aire de largo alcance en el espacio interior, la entrada de aire húmedo y la salida de aire seco del dispositivo de deshumidificación, están distanciadas entre sí, de preferencia por un canal de aire. La entrada de aire húmedo está colocada de preferencia en el espacio interior de la torre, en la zona donde está situada la plataforma superior próxima a la zona de máquinas, y la salida de aire seco está situada en el extremo de cara al fondo marino, del espacio interior de la torre.

La instalación deshumidificadora puede presentar el propio deshumidificador así como un ventilador, dispuesto en las proximidades del deshumidificador, el cual está colocado en la dirección de la corriente, antes del deshumidificador, y aspira el aire húmedo y lo sopla en dirección al deshumidificador o, cuando está colocado detrás del deshumidificador en dirección a la corriente, aspira el aire seco fuera del deshumidificador y lo inyecta a presión en un canal de aire.

El tránsito entre el ventilador, el deshumidificador y el canal de aire está ventajosamente sellado herméticamente o por lo menos, es esencialmente hermético.

Entre la entrada de aire húmedo y la salida de aire seco está colocado ventajosamente un dispositivo de

desalinización, el cual actúa contrarrestando la formación de una película lubricante microscópica sobre la pared del interior de la torre o sobre los componentes.

5 Básicamente, el deshumidificador puede estar fijado en cualquier lugar que se desee de la instalación de energía eólica, aunque de preferencia está colocado en la parte lateral de la zona de máquinas del espacio interior de la torre, en particular cuando el deshumidificador trabaja como un deshumidificador de adsorción. El aire del interior de la torre se aspira a continuación como aire de proceso en el deshumidificador por adsorción; allí es retirada la humedad y ésta mediante una corriente de aire de regeneración se transporta hacia fuera. El deshumidificador por adsorción tiene una entrada de aire de regeneración y una salida de aire de regeneración en la pared de la torre. Es ventajoso disponer estas aberturas de aire de regeneración en la parte de la pared de la torre de cara a la zona de máquinas, puesto que allí aparecen pequeños momentos de flexión y la estabilidad de la pared de la torre disminuye comparativamente menos que a través de las aberturas practicadas en la zona de la pared de la torre de cara al fondo marino. Además, el aire húmedo es más ligero que el aire seco, y asciende automáticamente en el espacio interior de la torre. En uno de los deshumidificadores por adsorción colocado en la parte superior de la torre, se puede emplear, aprovechando la fuerza de la gravedad, un ventilador más pequeño y por ello más económico.

20 Cuando en lugar de los humidificadores por adsorción no se emplea ningún humidificador por condensación que necesite las aberturas del aire de regeneración, su colocación en cualquier posición que se desee de la instalación de energía eólica, también al pie de la torre, sería lógica. La conducción de agua de condensación necesaria para el deshumidificador por condensación puede efectuarse por una abertura muy pequeña, de preferencia un taladro, de por ejemplo 20 mm de diámetro en la pared de la torre hacia el exterior.

25 En general, el aire se inyecta o aspira con un ventilador a través del deshumidificador. Es posible colocar el ventilador en la dirección de la corriente del aire delante y detrás del deshumidificador, en un segundo caso, ventajosamente entre el deshumidificador y el canal de aire. Las uniones entre las piezas componentes del dispositivo de deshumidificación son a lo largo de la corriente de aire de preferencia herméticas contra el intercambio de aire. De preferencia los aparatos para facilitar el mantenimiento están colocados de manera que son fácilmente accesibles. El dispositivo de deshumidificación puede estar colocado para ello sobre la cara de la plataforma superior de cara a la zona de máquinas. Se escoge ventajosamente también una correspondiente colocación por las mismas razones, para el intercambiador de calor y para otros componentes del dispositivo de deshumidificación.

30 La circulación de aire se efectúa esencialmente a través del espacio interior cerrado contra el intercambio de aire. Para ello, se sellan herméticamente los lugares críticos del espacio interior de la torre, como por ejemplo la puerta de la torre, el extremo de la torre de cara al fondo marino, o la conducción para el ramal del cable que sale de la zona de máquinas al espacio interior de la torre. La puerta de la torre puede estar formada como una esclusa, es decir como una doble puerta, de manera que en el caso de una puerta abierta, no puede tener lugar ninguna corriente de aire a través de la puerta de la torre. El espacio interior de la torre está de preferencia cerrado mediante la plataforma superior soldada a la pared interior de la torre un poco debajo de la zona de máquinas. El manguito para cable necesario para el ramal del cable a través de la plataforma superior, puede estar herméticamente sellado mediante una junta. La junta puede por ejemplo ser una junta de escobillas o una junta de laberinto y disminuir o incluso impedir un intercambio de aire entre el espacio interior de la torre y el espacio interior de la zona de máquinas.

45 La plataforma superior soldada con la pared de la torre es de preferencia hermética al aceite. Con ello los aparatos colocados en la zona de máquinas en el caso de un eventual accidente con fugas de aceite éste queda recogido en la plataforma superior y con ello no logra llegar al mar o al suelo.

50 Es también posible sellar herméticamente la parte inferior de la zona de máquinas contra el intercambio de aire. Para ello se sella herméticamente el espacio entre la torre y la zona de máquinas, y la conducción del ramal del cable a través del suelo de la zona de máquinas puede efectuarse por ejemplo con ayuda de un manguito de goma.

55 Dado que el paso por el suelo de la zona de máquinas debido a las difíciles condiciones de espacio con el tren motriz allí colocado, es habitualmente relativamente grande, es particularmente ventajoso el empleo de un tejido plano del tipo LKW como junta de tela, con un ribete apropiado que sea fácilmente desmontable. Un agujero de hombre que puede cerrarse fácilmente, así como un manguito para el cable, están integrados en la junta de tela.

60 En la versión preferida de la invención, el espacio interior de la zona de máquinas está herméticamente sellado hacia fuera. Para ello puede estar previsto un cierre hermético entre la torre y la zona de máquinas. El cierre hermético es de preferencia una económica junta de escobillas. Sin embargo, puede ser también una junta de laberinto.

65 El espacio interior de la zona de máquinas está sellado herméticamente en la zona frontal, alternativamente en dos variantes preferidas. En una primera variante está previsto un sellado hermético entre el carenado de la zona de máquinas y el buje. A este respecto, puede disponerse una junta de escobillas a lo largo del borde del buje que mira a la zona de máquinas, la cual

cierra herméticamente el paso entre el buje y la zona de máquinas en el sentido de la invención. Adicionalmente están previstas a continuación de preferencia igualmente unas juntas de escobillas entre el buje y cada una de las paredes exteriores de las palas del rotor. En la primera variante de cierre hermético, el espacio interior del cono en el cual también está colocado el buje del rotor, está incluido en el espacio interior deshumidificado. En particular, quedan protegidas con ello en gran medida de la corrosión, los componentes electrónicos como la unidad de ajuste de las palas del buje de las palas del rotor.

En una segunda variante del cierre hermético el espacio interior del cono no está deshumidificado. El soporte del cojinete frontal del rotor puede ser empleado como una parte de la limitación del espacio interior. El espacio libre entre el soporte de cojinete y la pared interior de la zona de máquinas puede ser cerrada mediante superficies de separación en forma de planos o paredes fijas. La segunda variante del cierre hermético tiene la ventaja de que dicho cierre hermético no tiene lugar con una junta adicional sometida a un movimiento continuo de rotación, que produce un desgaste como es el paso entre el cono y la zona de máquinas. La junta está allí sometida a un desgaste importante. En la segunda variante se aprovecha de todos modos el cierre hermético del asiento del eje del rotor en el soporte de cojinete para el cierre hermético de la zona de máquinas frente al buje.

Las siguientes versiones se refieren también al dispositivo de deshumidificación adicional de la zona de máquinas. El dispositivo de deshumidificación y el dispositivo de deshumidificación adicional, están contruidos de preferencia de forma similar. En otra versión particularmente preferida de la invención el dispositivo de deshumidificación tiene en el espacio interior de la torre una instalación de calefacción, por ejemplo en forma de un intercambiador de calor, para el aire del espacio interior. Mediante un intercambiador de calor, de preferencia el calor desprendido en particular por el generador situado en la zona de máquinas es transportado fuera y así se enfría. El calor desprendido se emplea a continuación mediante el intercambiador de calor para calentar el aire en el espacio interior de la torre. El calor seco calentado fluye a través de la salida de aire seco en el espacio interior y asciende por el interior de la torre hacia la instalación de la turbina eólica emplazada. El intercambiador de calor está de preferencia entre el deshumidificador, el ventilador o después de estos componentes, colocado igualmente en la parte de la zona de máquinas del espacio interior de la torre, y calienta el aire antes de que éste sea inyectado en el canal de aire mediante el ventilador.

En otra versión de la invención el dispositivo de calentamiento está dispuesto como una calefacción. La calefacción se alimenta principalmente por cable por una parte de la electricidad generada en la instalación de energía eólica. La calefacción puede si se desea, suministrarse mediante una conexión prevista a la red eléctrica, y puede ser colocada en una parte del interior de la torre de cara al fondo marino.

El dispositivo de deshumidificación y/o el dispositivo de deshumidificación adicional trabajan de preferencia con un dispositivo de adsorción. Mediante el dispositivo de adsorción, el aire de proceso aspirado es conducido a través de una entrada de aire húmedo desde el espacio interior para la adsorción de la humedad, y mediante una salida de aire seco es conducido de nuevo al espacio interior. Mediante la instalación de adsorción se conduce hacia dentro una corriente de aire de regeneración desde fuera a través de una entrada de aire de regeneración mediante la instalación de adsorción. Allí el aire de regeneración absorbe humedad de la instalación de adsorción y la humedad se dirige como aire húmedo de regeneración a través de una salida de aire de regeneración hacia fuera. La humedad es cedida con ello desde la corriente de aire procesado aspirado, a la instalación de adsorción, y en otro lugar es absorbido por el aire de regeneración y después transportado hacia fuera.

A este respecto, está prevista una calefacción en el circuito de regeneración, la cual está colocada entre la entrada de aire de regeneración y la instalación de adsorción. La calefacción calienta el aire de regeneración que entra desde fuera. El aire de regeneración calentado puede absorber más y más fácilmente la humedad, que el aire frío. El principio de adsorción reside en que mediante el calentamiento la humedad relativa del aire de regeneración disminuye, y con ello se absorben las moléculas de agua alojadas en la instalación de adsorción.

Los deshumidificadores del tipo de deshumidificadores de adsorción, son, con el mismo consumo de potencia, más efectivos que por ejemplo los elementos Peltier. Los deshumidificadores de adsorción tienen con 7 kW de calefacción un rendimiento en deshumidificación de 5 litros/hora. En cambio, los elementos Peltier necesitan una potencia eléctrica de 11 a 12 de kW.

Es favorable preveer un conmutador de control para el deshumidificador mediante un sensor de humedad colocado en el espacio interior. En el caso de que el aire interior esté seco, los deshumidificadores permanecen desconectados y en el caso de que el aire esté húmedo los deshumidificadores se conectan. Los valores de la conexión y de la desconexión están espaciados entre sí mediante una histéresis.

El problema se resuelve mediante un procedimiento para el secado en el interior sellado herméticamente o por lo menos sellado esencialmente herméticamente, frente a un intercambio de aire, de una instalación de energía eólica con las características de la reivindicación 8.

A este respecto, mediante la aspiración de aire del espacio interior se crea una zona de baja presión en el espacio interior y mediante la inyección de aire seco en el espacio interior se crea una zona de sobrepresión en el espacio

interior y entre las zonas de presión se crea una corriente de aire secante en el espacio interior.

En una versión preferida de la invención el dispositivo de deshumidificación está colocado en el extremo de cara a la zona de máquinas de la torre, de preferencia en el espacio interior de la torre. La abertura de entrada de aire húmedo del dispositivo de deshumidificación está prevista directa al dispositivo de deshumidificación y con ello está colocada igualmente en el extremo de cara a la zona de máquinas de la torre. La salida de aire seco está colocada de preferencia distanciada de la misma en el extremo de cara al fondo del espacio interior de la torre. De preferencia, se crea mediante el cierre esencialmente hermético al aire del espacio interior, una zona de baja presión en el extremo de cara a la zona de máquinas del espacio interior de la torre y una zona de sobrepresión en el extremo que está distante de la zona de máquinas del espacio interior de la torre. Con ello aparece una corriente de aire de cierta extensión, desde el extremo que está distante de la zona de máquinas hasta el extremo de cara a la zona de máquinas del espacio interior de la torre. La colocación según la invención utiliza la ventaja de que el aire húmedo, fundamentalmente con los mismos parámetros, es más ligero que el aire seco y con ello asciende por sí mismo en el espacio interno de la torre. Mediante la colocación según la invención de la abertura de la entrada de aire húmedo en la zona superior del espacio interior de la torre puede prescindirse de un ventilador adicional, o por lo menos puede emplearse un ventilador de menor potencia, para producir una circulación de aire suficiente en el espacio interior de la torre.

En otra versión preferida del procedimiento según la invención, se calienta la corriente de aire. Mediante el calentamiento de la corriente de aire, el procedimiento según la invención es seguro contra la formación de hielo, y la deshumidificación puede efectuarse también a temperaturas exteriores bajas.

Para ello, el dispositivo de deshumidificación puede comprender un deshumidificador de adsorción el cual no tiene como fundamento la condensación de la humedad en superficies frías, sino que se basa sobre un principio de almacenamiento físico y/o químico del agua sobre una instalación de adsorción. Para ello se conduce una corriente de aire aspirada del espacio interior para la adsorción de la humedad a través del dispositivo de adsorción, y desde la salida de aire seco se inyecta de nuevo en el espacio interior. El espacio interior puede ser el espacio interior de la torre, el espacio interior de la zona de máquinas o una combinación de los dos. En el espacio interior se forma una corriente de aire del proceso. Separadamente de la misma fluye una corriente de aire de regeneración de fuera a dentro, a través de una entrada de aire de regeneración a la instalación de adsorción, y para la absorción de la humedad absorbida en la instalación de adsorción mediante el dispositivo de adsorción. A continuación, el aire de regeneración húmedo fluye hacia fuera mediante una salida de aire de regeneración. El aire de regeneración se calienta entre la entrada de aire de regeneración y la instalación de adsorción. La humedad relativa del aire calentado disminuye con el calentamiento y con ello puede absorber la humedad de la instalación de adsorción más y más fácilmente. Este procedimiento es seguro para impedir la formación de hielo puesto que funciona básicamente con cualesquiera temperaturas exteriores del aire.

En el estado actual de la técnica, los dispositivos de deshumidificación conocidos se basan en el principio físico de la condensación. Para ello se enfrían, en principio, superficies. La humedad condensada en las superficies puede a continuación recogerse en un embudo y conducirse hacia afuera en forma de agua. Obviamente, este sistema no funciona sin embargo, a temperaturas próximas a la zona del punto de congelación, puesto que a continuación el agua ya no puede fluir. A temperaturas del aire húmedo de 10 °C existe ya el peligro de formación de hielo a causa de la necesaria caída de temperaturas. El sistema de deshumidificación según la invención soluciona este problema completamente. Las torres convencionales pueden ser completamente deshumidificadas mediante el dispositivo descrito de deshumidificación en el intervalo de pocas horas. Un rendimiento de deshumidificación de este tipo no es posible con elementos Peltier con la misma potencia eléctrica, y la deshumidificación del espacio interior de una instalación de energía eólica duraría desde varias horas hasta días. En este espacio de tiempo podría dar comienzo una corrosión que se trata de evitar.

La invención se describe a la vista de dos ejemplos de versión en cuatro figuras. En las mismas se muestran:

Figura 1 Una vista en forma de corte de una torre de una instalación de energía eólica con deshumidificador,

Figura 2 Un corte de la figura 1 con una junta de escobillas,

Figura 3 Un corte de la figura 1 con una junta de laberinto,

Figura 4 Una vista en forma de corte de una torre de una instalación de energía eólica con intercambiador de calor y deshumidificador, según una segunda versión,

Figura 5 Una vista en forma de corte de una zona de máquinas con deshumidificador.

La figura 1 muestra una parte de una instalación de energía eólica en el mar, a poca distancia de la costa. La figura 1 representa un corte transversal de una torre esencialmente de forma tubular de una instalación de energía eólica. La zona superior de la figura 1 muestra una parte de la zona de máquinas, colocada de forma rotativa sobre el extremo de cara a la zona de máquinas de la torre. El extremo de cara a la zona de máquinas de la torre

10 está anclado en el fondo marino (no dibujado), mediante una cimentación 30. En el espacio interior de la torre están introducidos perpendicularmente a la dirección longitudinal L de la torre, las plataformas 11. Las plataformas 11 presentan unas aberturas 12, las cuales, entre otras cosas, permiten una circulación del aire en el espacio interior de la torre. En dirección longitudinal L, colocadas alineadas una detrás de otra, centralmente en las plataformas 11 están dispuestas también unas aberturas 12 que están atravesadas por el ramal de un cable 40 procedente de la zona de máquinas 20, en dirección longitudinal L atravesando el espacio interior de la torre 10 hasta la zona de la cimentación 30. Además están dispuestas en dirección longitudinal L, colocadas en las plataformas 11, alineadas una detrás de otra, unas aberturas 12 para ser atravesadas también por una canalización de aire 60 desde el extremo de cara a la zona de máquinas de la torre hasta el extremo distante de la zona de máquinas de la torre.

La plataforma superior 13 de la figura 1 separa el espacio interno de la torre, de la zona de máquinas 20. Tiene una boquilla de paso 14 por donde pasa el ramal del cable 40 así como un agujero de hombre (no dibujado) para que ascienda el personal de mantenimiento y una escotilla de carga (no dibujada) para elevar determinados aparatos por el personal de mantenimiento. En particular, el agujero de hombre y la escotilla de carga pueden cerrarse herméticamente con respecto al aire. La plataforma superior 13 está soldada a la pared interior de la torre 10 y herméticamente cerrada contra el intercambio de aire entre el espacio interior de la torre y la zona de máquinas 20, ó por lo menos esencialmente herméticamente cerrada mediante una junta hermética 90, 100, de manera que no puede entrar ninguna corriente fuerte de aire a través de la boquilla de paso 14.

En función del tipo de cimentación, está prevista para la cimentación una junta del extremo de cara al fondo marino de la torre. Este es en particular, el caso de una cimentación mediante castilletes de fundición o monopilas.

En las figuras 2 y 3 están representadas dos versiones de un cierre hermético 90, 100.

En la cara que mira al fondo marino de la plataforma superior 13 está previsto un deshumidificador 50 colocado en el espacio interior de la torre 10. El deshumidificador 50 de la figura 1 es un deshumidificador de adsorción 50. Sin embargo es también posible el empleo de otros tipos de deshumidificadores, como por ejemplo el empleo de deshumidificadores de condensación. El deshumidificador de adsorción 50 tiene una entrada 51 practicada a través de la pared de la torre en el extremo de cara a la zona de máquinas de la torre 10, y una salida 52 para el aire de regeneración obtenido en el deshumidificador de adsorción 50. La entrada 51 puede estar provista eventualmente con un filtro (no representado). La pared de la torre en el tramo de cara a la zona de máquinas está solamente un poco flexionada, de manera que las aberturas 51, 52 de las paredes de la torre disminuyen su estabilidad sólo ligeramente. Las aberturas tienen un diámetro de aproximadamente 125 mm. Una entrada de aire húmedo 53 y una salida de aire seco 54 directamente colocadas en la carcasa del humidificador de adsorción 50, están destinadas para la conducción del aire procesado desde el espacio interno de la torre a través del humidificador de adsorción 50. La corriente de aire de regeneración y la corriente de aire procesado están separadas en el humidificador de adsorción 50 esencialmente entre sí. El aire húmedo aspirado en el deshumidificador de adsorción 50 entrega su humedad a un medio de aspiración soportado sobre un rotor de aspiración y abandona el deshumidificador de adsorción 50 como aire seco a través de la salida de aire seco 54. La aspiración, absorción y adsorción se emplean como sinónimos dado que en el marco de la solicitud, el funcionamiento detallado del deshumidificador es irrelevante. En el deshumidificador de adsorción 50 está conectado en dirección a la corriente del aire seco un canal de aire 60 el cual conduce el aire seco desde el deshumidificador 50 yendo en primer lugar paralelamente sobre la plataforma superior 13, dicho canal de aire 60 se dobla poco antes de llegar a las paredes del interior de la torre apartada del fondo marino, y se desplaza por su parte más larga paralelamente a la dirección longitudinal de la torre L hasta el extremo de cara al fondo marino del espacio interior de la torre. En el extremo de cara al fondo marino del espacio interior de la turbina, el canal de aire 60 se dobla esencialmente en paralelo a la superficie del fondo marino, y presenta en su extremo una salida de aire seco 61.

En el canal de aire 60 está colocado junto al deshumidificador 50 un ventilador 70, el cual aspira el aire seco a través del deshumidificador 50 y lo manda a presión a través del canal de aire 60. En la salida de aire seco 61 se forma una zona de sobrepresión a través del aire seco saliente. En la entrada de aire húmedo 53 del deshumidificador 50 aparece una zona de presión negativa por el aire aspirado a través del ventilador 70. Debido a la caída de presión que se forma entre la zona de presión negativa y la zona de sobrepresión, se origina en el espacio interior de la torre una corriente de aire seco desde el extremo de cara al fondo marino del espacio interior de la torre al extremo de cara a la zona de máquinas del espacio interior de la torre. El aire fluye esencialmente a lo largo de todo el corte transversal de la torre en la dirección longitudinal L de la torre 10, a través de las aberturas de paso 12 previstas en las plataformas soldadas 11.

Se produce una corriente de aire debido por una parte a la caída de presión, y por otra parte debido también al hecho de que el aire húmedo es fundamentalmente algo más ligero que el aire seco, manteniendo iguales las condiciones marco externas. Con ello, el aire húmedo recibe una fuerza ascensional, y sube por el espacio interior de la torre, aceleradamente. La fuerza ascensional y la diferencia de presión actúan aquí como refuerzos.

La acción deshumidificante del deshumidificador depende de manera crítica del cierre hermético del espacio interior de la torre. Los puntos de sellado están provistos de juntas de sellado. La puerta 15 está destinada como un registro para la entrada del personal de servicio al espacio interior de la torre dispuesta en la parte de cara al fondo marino

de la pared de la torre como una puerta doble funcionando como una esclusa. El manguito 14 del ramal del cable 40 está herméticamente cerrado con una junta de escobillas 90. El borde del manguito 14 de la plataforma superior 13 presenta unas tiras 91 que rodean el manguito 14 y que sobresalen perpendicularmente en dirección a la zona de máquinas 20, con un ancho y alto que permanece constante a lo largo de la circunferencia en cuyo extremo de cara a la zona de máquinas están fijadas unas escobillas 92. El ramal del cable 40 atraviesa un manguito 41 el cual presenta un anillo en forma de plato 42, el cual en estado montado hace presión contra las escobillas 92 y con ello se forma la junta de escobillas 90 propiamente dicha, esencialmente paralela a la superficie superior 13. La junta de escobillas 90 no impide con completa eficacia el intercambio de aire, pero sin embargo encierra herméticamente en el presente sentido el espacio interior de la torre contra el intercambio de aire.

La figura 3 muestra una segunda versión de una junta 90, 100. La junta de laberinto 100 representada en la figura 3, presenta sobre la cara del lado que mira a la zona de máquinas de la plataforma superior 13 en el borde del manguito 14, tres tiras 101 que sobresalen perpendicularmente hacia la zona de máquinas 20, y que se desplazan en forma circular a través del manguito. En sus espacios intermedios están unidas a un anillo en forma de plato 42 firmemente unido al ramal del cable 40 mediante un manguito 41, en dirección al fondo marino, unas tiras 102 que sobresalen. El laberinto formado por las tiras en círculo 101, 102 encierra herméticamente en el presente sentido, también esencialmente, contra un intercambio de aire. En otra versión aquí no representada de la junta de laberinto 100, pueden llenarse los espacios intermedios entre las tiras 101 con agua, de tal forma que las tiras 102 involucradas en los espacios intermedios, que sobresalen del anillo en forma de plato 42 están sumergidas en el agua e impiden completamente un intercambio de aire a través de la junta de laberinto 100.

El ramal del cable 40 que sale de la zona de máquinas 20 a través del paso 14, va conducido hasta un bucle 43 en la parte del espacio interior de la torre de cara a la zona de máquinas. El bucle 43 permite la torsión del ramal del cable en caso de una rotación de la zona de máquinas 20 hasta tres giros de la torre 10.

En otra versión de la invención según la figura 4, el ventilador 70 está previsto en la dirección de la corriente de aire que circula en el espacio interior de la torre después del deshumidificador de adsorción 50. El aire procesado seco en el deshumidificador de adsorción 50 es conducido por la canalización de aire 60 al extremo de cara al fondo marino del espacio interior de la torre. La canalización de aire 60 está formada durante toda su longitud paralela a la dirección longitudinal de la torre L, y presenta en su extremo de cara al fondo marino la salida de aire seco 61. La entrada 51 y la salida 52 para el aire de regeneración, están dispuestas como se muestra en la versión según la figura 1 en la sección de las paredes de la torre de cara a la zona de máquinas.

Como ampliación respecto a la primera versión de la invención según la figura 1, la segunda versión de la invención según la figura 4 presenta adicionalmente un intercambiador de calor 80. Después de que el aire es aspirado del espacio interior por el ventilador 70 a través de la entrada de aire húmedo 53 y es empujado a través del deshumidificador de adsorción 50, se calienta mediante un intercambiador de calor 80 colocado en dirección a la corriente después del deshumidificador 50. El intercambiador de calor 80 presenta un circuito de un medio calefactor, el calor desprendido de los componentes colocados en la zona de máquinas 20 es absorbido, y se cede al aire de proceso en el espacio interior de la torre. El aire procesado húmedo, fluye a través de la entrada de aire húmedo 53 y dentro del ventilador 70 en el deshumidificador de adsorción 50, a través del deshumidificador 50 y del intercambiador de calor 80 -en este orden- a partir de la salida de aire seco 54 en la canalización de aire 60 a través del mismo y a partir de la salida de aire seco 61 en el extremo de la torre 10 de cara al fondo marino en el espacio interior de la torre. El ventilador 70, el deshumidificador 50 y el intercambiador de calor 80 están unidos entre sí herméticamente contra el aire, de manera que en la dirección de la corriente la sobrepresión que aparece después del ventilador 70 mediante el deshumidificador de adsorción 50 y el intercambiador de calor 80 en la salida de aire seco 61 es cedido de nuevo. Con ello aparece también en la segunda versión de la invención según la figura 4 una presión negativa en la entrada del aire húmedo 53 y una sobrepresión en la salida del aire seco 61 de la canalización de aire 60. El aire calentado toma particularmente mucha humedad y su calor actúa además como una fragilización de las paredes de la torre cuando las temperaturas del exterior son muy bajas. La caída de presión entre la entrada de aire húmedo 53 y la salida de aire seco 61 produce también aquí una corriente de aire seco en el espacio interior de la torre, la cual apoya adicionalmente que el aire que sale de la salida de aire seco 61, se caliente, y por esto experimenta una fuerza adicional de ascensión.

El ventilador 70, el deshumidificador 50 y el intercambiador de calor 80 están montados sobre la cara de la plataforma superior 13 de cara a la zona de máquinas. Mediante la colocación encima de la plataforma superior 13, los componentes mencionados son accesibles fácilmente para el mantenimiento.

La figura 5 muestra el corte a través de la zona de máquinas 20 colocada giratoria sobre la torre 10. En esta versión de la invención, el espacio interior de la zona de máquinas 20 está herméticamente cerrado hacia fuera. En la zona de máquinas está previsto un deshumidificador adicional 110 en la zona inferior cercana al fondo del espacio interior de la zona de máquinas 20. El deshumidificador de adsorción adicional 110 está colocado en la zona frontal, próxima al buje del rotor 120 de la zona de máquinas 20.

La entrada del aire de regeneración y la salida del aire de regeneración del deshumidificador de adsorción adicional están situadas en las paredes de la zona de máquinas. Con un diámetro aproximadamente de 100 mm son algo más

pequeñas que las aberturas del aire de regeneración del deshumidificador de adsorción en la pared de la torre.

A partir de una salida de aire seco 111 del deshumidificador de adsorción adicional 110 sale una tubería de aire 130. Una entrada de aire húmedo 112 en el deshumidificador de adsorción adicional 110 aspira el aire húmedo del espacio interior de la zona de máquinas 20. La tubería de aire 130 está colocada, como tubería principal, debajo de un soporte de la máquina 121, en la parte posterior de la zona de máquinas 20, y presenta allí una salida de aire seco 132 en la zona entre un generador 123 y un transformador 122. La tubería de aire 130 está formada como un tubo con un diámetro de 160 mm y presenta opcionalmente a lo largo de su longitud otras salidas de aire 131 distanciadas entre sí, para el aire seco. Las salidas de aire 131 están previstas en particular debajo del generador 123 y debajo de la transmisión 124 colocada antes del generador.

En particular, debido a la distancia entre la salida de aire seco 132 en la zona posterior de la zona de máquinas 20, y la entrada de aire húmedo 112 inmediata al deshumidificador de adsorción adicional 110, aparece una circulación de aire esencialmente a través de toda la zona de máquinas 20.

Con el fin de que el aire seco del espacio interior de la zona de máquinas 20 permanezca seco más tiempo, por lo menos la zona del espacio interior, en el generador 123, la transmisión 124 y el transformador 122 están colocados herméticamente cerrados hacia fuera para evitar el intercambio de aire. Para el cierre hermético del espacio interior del extremo de cara al buje del rotor 120, existen dos variantes independientes entre sí del cierre hermético frontal 128, 140, representadas en la figura 5.

En la primera variante del cierre frontal 128, 140, el espacio interior de la zona de máquinas 20 está herméticamente cerrado en primer lugar a través de una junta de escobillas 140 entre el carenado 21 de la zona de máquinas y el cono 125. Adicionalmente, está prevista una junta de escobillas 141 en la zona de paso entre el cono 125 y cada una de las tres palas del rotor 126. En la primera variante del cierre hermético, el espacio interior del cono 125, en el cual está colocado también el buje del rotor 120, está incluido en el espacio interior seco de la zona de máquinas 20. De todas formas, la junta de escobillas 140 se ve sometida a un desgaste, debido a la continua rotación del rotor durante el funcionamiento.

En una segunda variante del cierre hermético frontal 128, 140, el espacio interior del buje 125 y también el buje del rotor 120 no están deshumidificados. En esta variante, el espacio interior seco de la zona de máquinas 20 está herméticamente cerrado ya en la zona del soporte de cojinete 126 para el buje del rotor 120. Entre las paredes de la zona de máquinas de la zona del soporte de cojinete 126 y el propio soporte de cojinete 126 están replegadas unas superficies intermedias 128 en forma de planos o paredes fijas. El soporte de cojinete 126 soporta un eje de rotor 127 giratorio. En la segunda variante del cierre hermético frontal 128, 140, no existe ningún cierre hermético adicional que esté sometido a cargas mecánicas como en la primera variante. En su lugar se utiliza la junta ya existente del cojinete frontal del rotor. Esta idea básica puede también emplearse para la primera variante del espacio interior del buje involucrado en el espacio interior. El cierre hermético de las palas del rotor puede a este respecto lograrse mediante los cojinetes de las palas. En este caso se prefiere también deshumidificar solamente el buje del rotor 120, y no todo el cono 125.

Independientemente de la configuración del cierre hermético frontal 128, 140, está previsto un cierre hermético, de preferencia también en forma de una junta de escobillas 150, en la zona de paso entre la zona de máquinas 20 y la torre 10. Alternativamente, el cierre hermético puede ser una junta de laberinto.

El cierre hermético descrito en la figura 1 entre el ramal del cable 40 y la plataforma superior 13 no es imprescindible en esta versión de la invención, puesto que aparece un espacio interior total deshumidificado, que comprende en particular el espacio interior de la torre y el espacio interior de la zona de máquinas.

El generador 123 y el mecanismo de transmisión 124 presentan en cada caso un dispositivo de refrigeración. Los dispositivos de refrigeración están formados como intercambiadores de calor y comprenden en cada caso una entrada de aire y una salida de aire. La entrada de aire sirve para aspirar aire frío del exterior, el cual absorbe calor del mecanismo de transmisión 124 ó respectivamente del generador 123 y lo ceden como aire caliente a través de la salida de aire. Los dos circuitos de refrigeración de aire fresco descritos están completamente separados del aire del espacio interior de la zona de máquinas.

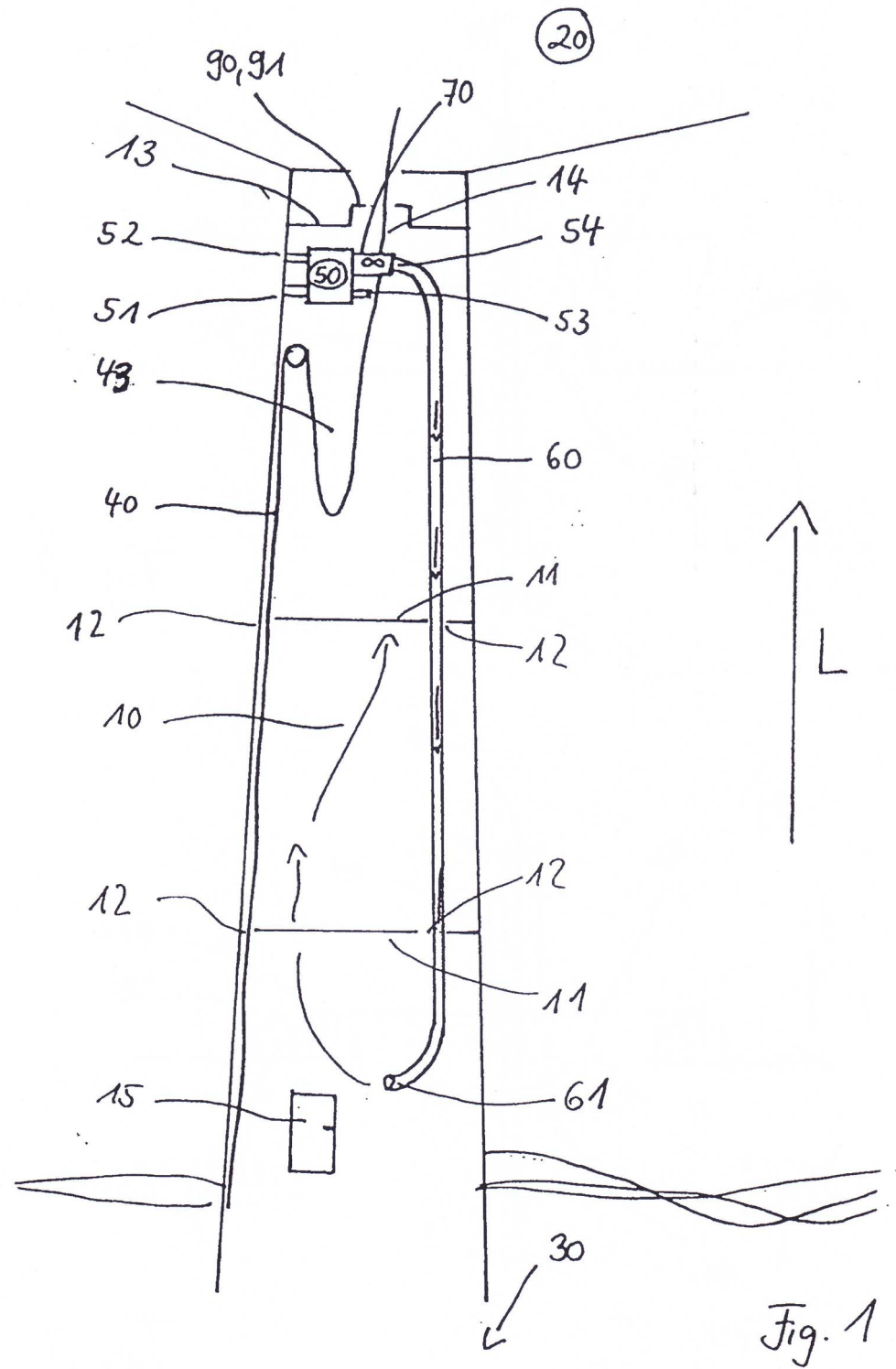
Además, el calor generado por el generador 123 y el mecanismo de transmisión 124, se transmite al espacio de la zona de máquinas 20. Debido a los cierres herméticos descritos 140, 150 tiene lugar claramente menos intercambio de aire con el aire exterior. Con ello aparece en el estado actual de la técnica un problema de refrigeración. Con el fin de que no se llegue a un alto calentamiento no deseado del aire del espacio interior de la zona de máquinas 20, el calor residual es disipado mediante un refrigerador tipo góndola 160, desde la zona de máquinas 20 hacia el exterior. El refrigerador tipo góndola 160 está formado en este caso como un intercambiador de calor de aire en placas. El refrigerador tipo góndola 160 tiene igualmente una entrada de aire fresco y una salida de aire caliente en la zona de máquinas 20, ó respectivamente puede montarse alternativamente fuera del espacio interior de la góndola, y entonces presenta una salida de aire caliente y una entrada de aire frío en la góndola.

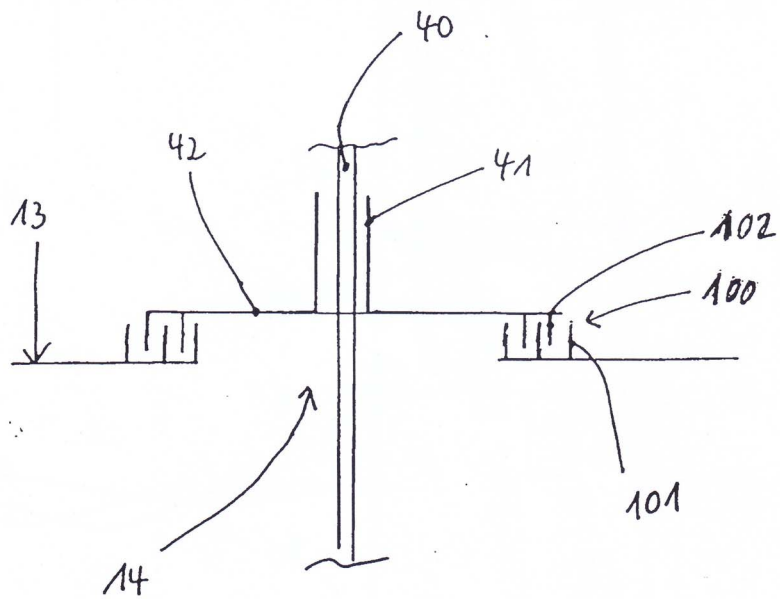
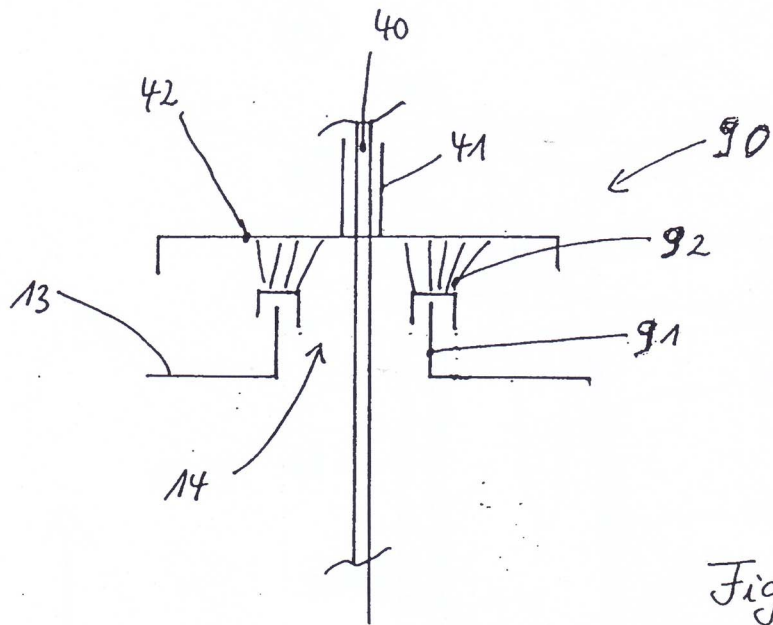
El deshumidificador de adsorción 50 y el deshumidificador de adsorción adicional 110 son esencialmente iguales, pero sin embargo se diferencian con respecto a su potencia consumida.

5	Listado de referencias:
	10. Torre
	11. Plataformas
	12. Aberturas
10	13. Plataforma superior
	14. Ejecución
	15. Puerta de la torre
	20. Zona de maquinaria
	30. Cimentación
15	40. Ramal de cable
	41. Manguito
	42. Anilla de plato
	43. Bucle de cable
	50. Deshumidificador
20	51. Entrada del aire de regeneración del deshumidificador
	52. Salida del aire de regeneración del deshumidificador
	53. Entrada de aire húmedo
	54. Salida de aire seco
	60. Canalización de aire
25	61. Salida de aire seco
	70. Ventilador
	80. Intercambiador de calor
	90. Junta de escobillas
	91. Tira
30	92. Escobillas
	100. Junta de laberinto
	101. Tira
	102. Tira
	110. Deshumidificador de adsorción
35	111. Salida de aire seco
	112. Entrada de aire húmedo
	120. Buje del rotor
	121. Soporte de máquina
	122. Transformador
40	123. Generador
	124. Mecanismo de transmisión
	125. Cono
	126. Palas del rotor
	127. Eje del rotor
45	128. Cierre hermético
	129. ---
	130. Tubería de aire
	131. Salidas de aire
	132. Salida de aire seco
50	140. Cierre hermético
	141. Junta de escobillas
	150. Cierre hermético
	160. Refrigerador tipo góndola
55	

REIVINDICACIONES

1. Instalación de energía eólica que comprende una torre (10) y una zona de máquinas (20) situada en un extremo de la torre de cara a la zona de máquinas (20), con un espacio interior herméticamente cerrado o por lo menos esencialmente herméticamente cerrado, con un dispositivo de deshumidificación (50, 60, 70) entre una entrada de aire húmedo (53) y una salida de aire seco (61) por las cuales está unido al espacio interior, que permite obtener en el espacio interno, hacia la entrada de aire húmedo (53) una zona de depresión por aspiración de aire y hacia la salida de aire seco (61) una zona de sobrepresión por eyección de aire, estando esta instalación caracterizada porque, entre la zona de baja presión y la zona de sobrepresión se forma una corriente de aire con efectos secantes, y que el dispositivo de deshumidificación (50, 60, 70) presenta una canalización de aire (60) que tiene por lo menos por efecto espaciar entre sí la entrada de aire húmedo (53) y la salida de aire seco (61).
2. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, caracterizada porque, el dispositivo de deshumidificación (50, 60, 70) retira la humedad del aire que viene del espacio interior sin formar un agregado líquido durante dicha deshumidificación.
3. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque, el dispositivo de deshumidificación (50, 60, 70) presenta un dispositivo calefactor.
4. Instalación de energía eólica según la reivindicación 2, caracterizada porque, el dispositivo de deshumidificación (50, 60, 70) presenta un dispositivo de absorción a través del cual pasan, por una parte para la absorción de la humedad, una corriente de aire extraído del espacio interior, y por otra parte para recoger la humedad así absorbida, una corriente de aire de regeneración que proviene del exterior a través de una entrada de aire de regeneración (51) que conduce a este dispositivo de absorción, siendo evacuado el aire de regeneración húmedo al exterior a través de una salida de aire de regeneración (52) y el dispositivo calefactor estando previsto en el circuito de aire de regeneración entre la entrada (51) de este aire y el dispositivo de absorción.
5. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, caracterizada por una torre (10) que presenta en un extremo, una zona de máquinas (20) rotativa, estando dispuesto el dispositivo de deshumidificación (50, 60, 70) en el extremo de cara a la zona de máquinas de la torre.
6. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, caracterizada porque, el espacio interior comprende un espacio interior de la zona de máquinas.
7. Instalación de energía eólica según por lo menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque, la torre (10) presenta un espacio interior de la torre en donde una parte está constituida por el espacio interior sin posibilidad de un intercambio de aire y por lo menos esencialmente estanca, y que un ramal de cable (40) que sale de la zona de máquinas (20) atraviesa un paso (14) asegurando la estanqueidad entre el espacio interior de la torre y la zona de máquinas.
8. Procedimiento de secado en un espacio interior sin posibilidad de un intercambio de aire o por lo menos esencialmente estanco, de una instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 7, con una entrada de aire húmedo (53) y una salida de aire seco (61), por las cuales está unido al espacio interior un dispositivo de deshumidificación (50, 60, 70), en el cual:
se crea una zona de baja presión en el espacio interior, por aspiración del aire del espacio interior a través de la entrada de aire húmedo (53), y se crea una zona de sobrepresión en el espacio interior por inyección de aire seco a través de la entrada de aire seco (61) en el espacio interior, y entre la zona de depresión y la zona de sobrepresión se crea en el espacio interior una corriente de aire con efectos secantes, estando la entrada de aire húmedo (53) y la salida de aire seco (61), espaciadas la una de la otra, por lo menos, por un canal de aire (60).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque, la zona de depresión se produce en el extremo de cara a la zona de máquinas del espacio interior de la torre (10) y que la zona de sobrepresión se produce en el extremo opuesto de cara a la zona de máquinas del espacio interior de la torre (10), de tal manera que se establece una corriente de aire desde el extremo opuesto de cara a la zona de máquinas hasta el extremo de cara a la zona de máquinas.
10. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, caracterizado porque, a través de un dispositivo de adsorción pasan por una parte, para la adsorción de humedad, una corriente de aire extraído del espacio interior a través de una entrada de aire húmedo (53), y por otra parte para recoger la humedad así absorbida, una corriente de aire de regeneración que proviene del exterior a través de una entrada de aire de regeneración (51) que conduce a este dispositivo de absorción, siendo evacuado el aire de regeneración húmedo al exterior a través de una salida de aire de regeneración (52), estando este aire calentado entre su entrada (51) y el dispositivo de absorción.





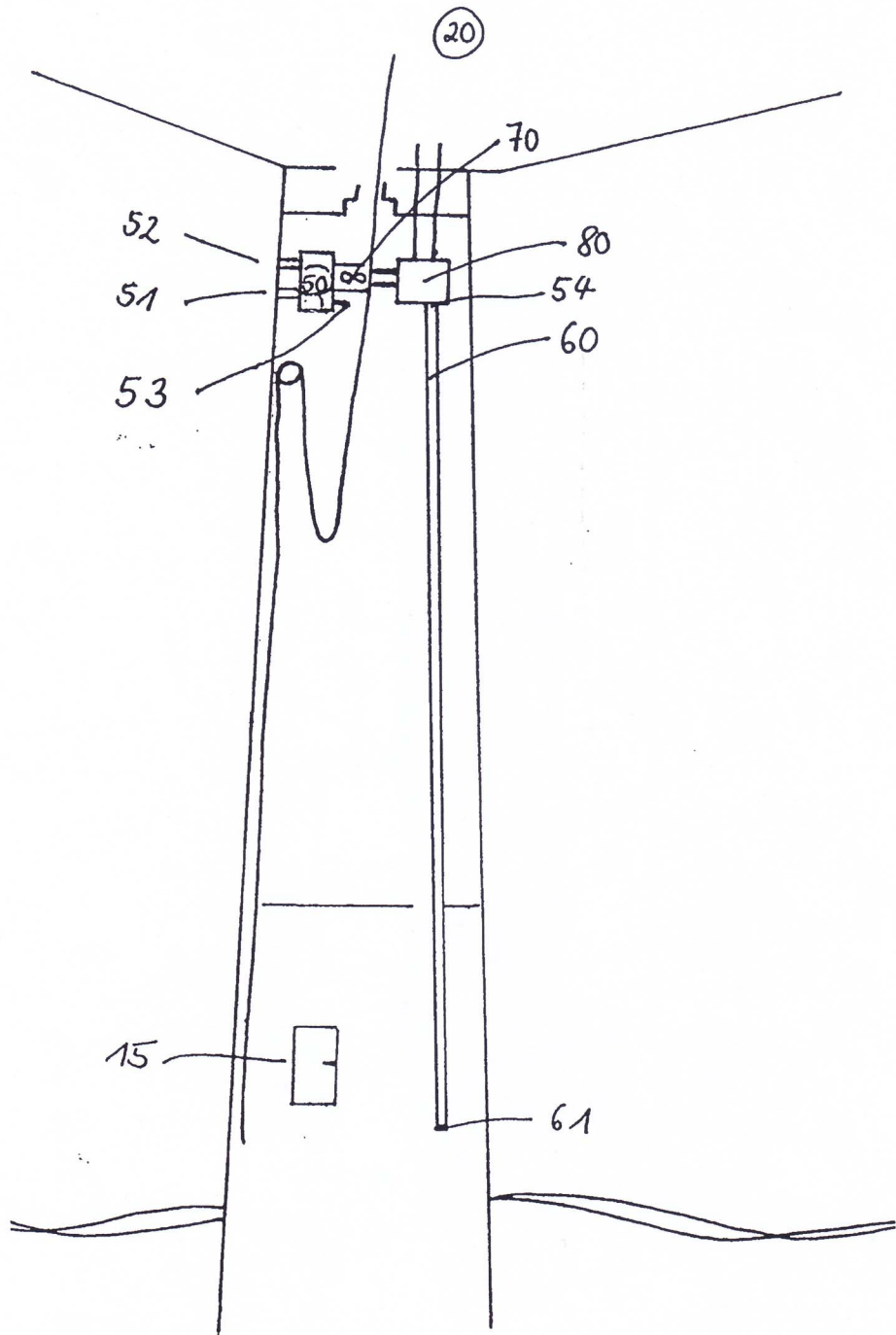


Fig. 4

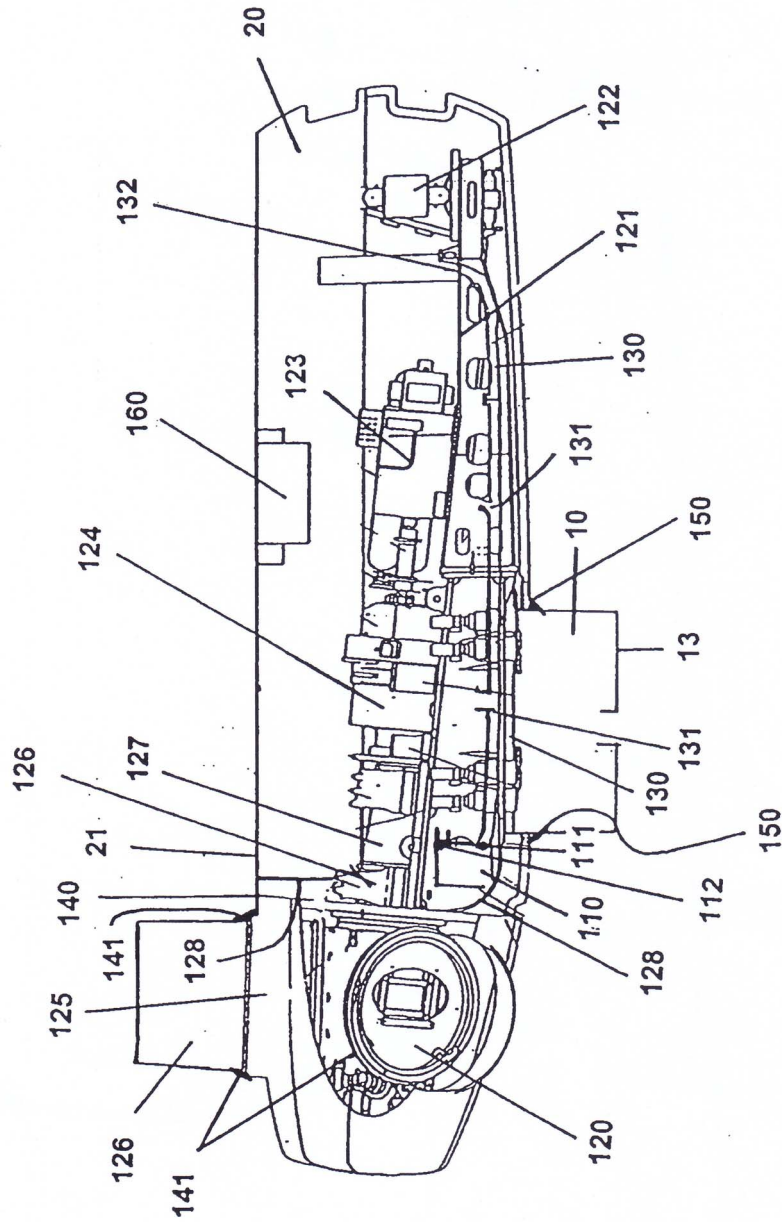


Fig. 5