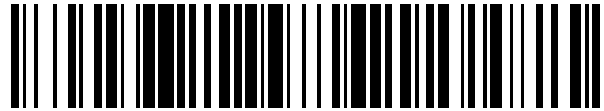


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 356**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2009 E 09776199 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **29.06.2011 EP 2337952**

54 Título: **Control de emisión de ruido de un parque eólico**

30 Prioridad:

**30.09.2008 DK 200801363
30.09.2008 US 101378 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.02.2013

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 44
8200-AARHUS N, DK**

72 Inventor/es:

**NIELSEN, THOMAS STEINICHE BJERTRUP;
SLOTH, ERIK BILLESKOV y
NIELSEN, NIELS CHRISTIAN MOLLER**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 395 356 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

Control de emisión de ruido de un parque eólico

La presente invención se refiere al control de la emisión de ruido desde un parque eólico que comprende una pluralidad de turbinas eólicas.

5 Antecedentes

La emisión de ruido de los parques eólicos es un problema bien conocido y ha sido el objeto de un extenso trabajo, tanto con respecto a la planificación de nuevos parques eólicos como al funcionamiento de los parques eólicos existentes.

10 Una solución para evitar que el ruido emitido desde las turbinas eólicas del parque eólico exceda un nivel predeterminado en un punto de inmisión dado, normalmente en un área residencial, se proporciona en el documento US 6.688.841, en el que se mide el nivel de sonido en el punto de inmisión y se usa para controlar el funcionamiento de la turbina eólica, por ejemplo, por reducción de la velocidad de giro de las turbinas eólicas individuales para disminuir el nivel de sonido en el punto de inmisión.

15 Puede proporcionar dificultades disponer un dispositivo de medida del nivel de sonido en el mismo punto de inmisión de interés, y en el documento US 2007/031237 se divulga un procedimiento para controlar el ruido desde un parque eólico monitorizando la emisión de ruido desde las turbinas eólicas en un área de campo cercana y utilizando una función de transferencia de emisión de ruido para determina una importancia del impacto del ruido de las turbinas eólicas en una o más ubicaciones en un área de campo lejana más allá del límite del parque eólico.

20 Otro procedimiento que se conoce en la técnica para controlar la emisión de ruido desde un parque eólico implica un periodo de prueba después del levantamiento del parque eólico, en el que se mide el ruido en varios puntos de inmisión y se registra junto con la velocidad del viento y la dirección del viento variables. Las medidas se utilizan para formar un conjunto empírico de normas de funcionamiento para el sistema de control del parque eólico para evitar que el ruido en los puntos de inmisión provocados por el parque eólico exceda un nivel umbral dado. Este procedimiento elimina la necesidad de dispositivos de medida del nivel de sonido permanentes dispuestos en o
25 alrededor del parque eólico, pero la producción de potencia del parque eólico a menudo disminuirá de algún modo debido a la regulación de las turbina eólicas del parque eólico, normalmente disminuyendo la velocidad de giro de los rotores de las turbinas eólicas, necesitará garantizar que el valor umbral de ruido no se excede sin tener una retroalimentación de la medida de ruido.

30 Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento para controlar la emisión de ruido desde un parque eólico y al mismo tiempo optimizar el funcionamiento del parque eólico con respecto a la producción de potencia.

Breve descripción de la invención

35 De acuerdo con la presente invención se proporciona un procedimiento de control de la emisión de ruido desde un parque eólico en funcionamiento, comprendiendo el parque eólico una pluralidad de turbinas eólicas. El procedimiento comprende las etapas de

- proporcionar medidas de al menos una velocidad del viento y de al menos una dirección del viento a un módulo de emulación de emisión de ruido del parque incluyendo para una de dos o más de la pluralidad de turbinas eólicas un modelo de emisión de ruido de turbina eólica adecuado para producir una predicción de emisión de ruido desde la turbina eólica en función de al menos una característica funcional, la posición geográfica de cada una de la pluralidad de turbinas eólicas y la posición geográfica de al menos un punto de inmisión de ruido,
- 40 • emular el nivel de ruido en el al menos un punto de inmisión de ruido como resultado del ruido emitido por la pluralidad de turbinas eólicas, y
- controlar el funcionamiento del parque eólico a partir del resultado de la emulación para evitar que el nivel de ruido en el al menos un punto de inmisión de ruido exceda un nivel umbral predeterminado.

50 El modelo de emisión de ruido de una turbina eólica normalmente se basa en medidas extensas de la emisión de ruido desde una única turbina eólica del tipo en cuestión, de modo que el ruido emitido se pueda proporcionar como una función precisa de algunas variables al módulo de emulación de emisión de ruido del parque. Estas variables pueden ser, aparte de la velocidad del viento, la velocidad de giro del rotor de la turbina eólica, el ángulo de paso de las palas, la intensidad de la turbulencia del viento y el perfil vertical del viento, también conocido como la cizalladura del viento. El parque eólico puede comprender turbinas eólicas de diferentes tipos, es decir, de diferentes diámetros de rotor, diferentes tipos de palas, etc. y normalmente se proporcionará un modelo de emisión de ruido de turbina eólica para cada uno de los tipos de turbinas eólicas en el parque eólico.

Fundamentalmente, el módulo de emulación de emisión de ruido del parque es un modelo de simulación bien conocido, en el que la turbina eólica individual se trata como a una fuente de ruido en base al modelo de emisión de ruido de la turbina eólica y la velocidad del viento medida y opcionalmente también otras variables, y la propagación del ruido y el nivel total de ruido en el uno o más puntos de inmisión se calcula a partir de principios bien conocidos.

- 5 El módulo de emulación de emisión de ruido del parque se aplica, en general, para estimar el acontecimiento de ruido excesivo en uno o más puntos de inmisión con el resultado de que se altera el funcionamiento del parque eólico para evitar que se exceda el nivel umbral predeterminado. Además, en caso de que se pueda incrementar la emisión de ruido, el parque eólico se controla en consecuencia. Sin embargo, el módulo de emulación de emisión de ruido del parque se puede aplicar además para prever el resultado con respecto a la emisión de ruido y a la producción de potencia del parque eólico en caso de una estrategia de control, y se puede usar el módulo para optimizar el funcionamiento del parque eólico con respecto a la producción y debidamente con respecto a la emisión de ruido.

10 Es necesario conocer las posiciones de cada turbina eólica en el parque eólico. También se conoce la posición de al menos un punto de inmisión y un valor umbral de ruido permitido en ese punto de inmisión. El modelo de emisión de ruido de la turbina eólica puede predecir el ruido de una turbina eólica como función de parámetros funcionales de la turbina eólica.

15 El modelo de emisión de ruido de la turbina eólica también puede predecir el ruido de una turbina eólica asimismo como función de la directividad. Se pueden conocer los parámetros funcionales instantáneos de todas las turbinas eólicas en el parque eólico junto con la producción de potencia de cada turbina eólica y la orientación de cada turbina eólica. Con este conocimiento (en un algoritmo de control para un parque eólico) es posible controlar el ruido desde el parque de turbinas eólicas y de este modo dar una salida de potencia óptima y evitar que el ruido en el al menos un punto de inmisión exceda los niveles umbrales predeterminados.

20 Por tanto, se logra un funcionamiento más óptimo del parque eólico por el procedimiento de la presente invención sin necesitar que se dispongan dispositivos de medida del nivel de sonido permanentes en o alrededor del parque eólico.

25 La característica funcional sobre la que se produce la emisión de ruido desde la turbina eólica individual por el modelo de emisión de ruido de la turbina eólica puede ser en una realización sencilla la velocidad del viento medida. Sin embargo, la velocidad de giro del rotor tiene una importancia aún más significativa para la emisión de ruido y se puede aplicar preferentemente como una característica funcional. La producción de potencia de la turbina eólica también es una medida indicativa del ruido emitido y se puede aplicar como alternativa a la velocidad de giro o la velocidad del viento como una característica funcional. Además, el ángulo de paso de la pala, en particular, está en combinación con la velocidad del viento, un indicativo significativo de la emisión de ruido y puede ser una característica funcional para el modelo de emisión de ruido de la turbina eólica. Sin embargo, el mejor resultado se logra en el caso de que se apliquen dos o más de las medidas anteriores como características funcionales al modelo de emisión de ruido de la turbina eólica, tal como una combinación del ángulo de paso de la pala, la velocidad de giro y la producción de potencia de la turbina eólica.

30 En una realización particularmente preferida, el módulo de emulación de emisión de ruido del parque incluye información de la orografía del terreno incluyendo el parque eólico y el al menos un punto de inmisión de ruido, tal como la presencia de lagos o el mar, de bosques, colinas y edificios, es decir, información respecto a características geográficas y características del suelo que puedan influenciar la impedancia de tierra al ruido, absorción de ruido, turbulencia y cizalladura del viento que permiten que el modelo de propagación de ruido se aplique con una fiabilidad alta.

35 En un aspecto de la invención, la velocidad del viento medida se utiliza por el módulo de emulación de emisión de ruido del parque como una de dichas características funcionales.

40 Cuanto mayor sea la velocidad del viento, mayor es la posibilidad de que el viento cree turbulencia o atasco que emita ruido y por lo tanto la velocidad del viento es un parámetro importante en el cálculo de la emisión de ruido teórica desde una turbina eólica y un parque de turbinas eólicas.

45 En un aspecto de la invención, el procedimiento comprende además la etapa de proporcionar medidas respecto a la turbulencia del viento para el módulo de emulación de emisión de ruido del parque.

50 Si el viento es turbulento, se incrementa el riesgo de que el viento provoque localmente, por ejemplo, un atasco que emite sonido. Por lo tanto, es ventajoso proporcionar medidas respecto a la turbulencia del viento al módulo de emulación de emisión de ruido del parque. Se podría establecer la turbulencia del viento, por ejemplo, realizando anemometría láser Doppler (LDA) en el viento.

55 En un aspecto de la invención, el procedimiento comprende además la etapa de proporcionar medidas de la velocidad del viento en una pluralidad de distancias verticales desde el suelo en una estación de medida al módulo de emulación de emisión de ruido del parque.

Si la velocidad del viento varía mucho en diferentes alturas verticales, se incrementa el riesgo de turbulencia o atasco que emite ruido y por lo tanto, es ventajoso establecer un perfil de velocidad del viento y, por tanto, determinar la cizalladura del viento.

5 En un aspecto de la invención, el módulo de emulación de emisión de ruido del parque incluye información de la altura por encima del suelo del buje de al menos alguna de la pluralidad de turbinas eólicas.

La altura por encima del suelo del buje es un factor importante en relación a la distribución del ruido emitido por la turbina eólica y por lo tanto es ventajoso hacer que el módulo de emulación de emisión de ruido del parque incluya información sobre las alturas de los bujes.

10 En un aspecto de la invención, el módulo de emulación de emisión de ruido del parque comprende una rutina de optimización que se aplica, de modo que dicho control del funcionamiento del parque eólico se selecciona del resultado de la emulación para una optimización de la producción de potencia del parque eólico.

La optimización de la salida de potencia de la turbina eólica en relación al ruido experimentado en el punto de inmisión de ruido es ventajosa ya que de este modo se garantiza que el parque eólico esté produciendo potencia de la forma más eficaz posible.

15 En un aspecto de la invención, al menos alguna de la pluralidad de turbinas eólicas son turbinas eólicas de velocidad variable y dicho control del funcionamiento del parque eólico comprende la etapa de reducir la velocidad de giro de al menos alguna de las turbinas eólicas de velocidad variable del parque eólico.

20 Normalmente, el rotor giratorio es el mayor contribuidor a la salida de ruido colectiva desde una turbina eólica en funcionamiento y si las turbinas eólicas son turbinas eólicas de velocidad variable, el ajuste de la velocidad del rotor es la forma más eficaz de controlar la emisión de ruido desde la turbina eólica.

De forma alternativa (y en particular si las turbinas eólicas son turbinas eólicas de velocidad fija) se puede reducir la potencia producida de alguna de la pluralidad de turbinas eólicas, por ejemplo, hasta un 50% de la potencia nominal de las turbinas eólicas en cuestión, o alguna de las turbinas eólicas se puede poner fuera de funcionamiento durante un periodo de tiempo.

25 En un aspecto de la invención, el procedimiento comprende además la etapa de proporcionar medidas respecto a la humedad del aire al modelo de emulación de emisión de ruido del parque.

La humedad del aire puede tener una gran influencia sobre la capacidad del aire de propagar el ruido y por lo tanto es ventajoso proporcionar medidas respecto a la humedad del aire al modelo de emulación de emisión de ruido del parque.

30 En un aspecto de la invención, el procedimiento comprende además la etapa de proporcionar medidas respecto a la presencia de lluvia al modelo de emulación de emisión de ruido del parque.

Si está lloviendo, el ruido emitido por las turbinas eólicas en el parque eólico se amortiguará en cierta medida antes de alcanzar el punto de inmisión de ruido y por lo tanto es ventajoso proporcionar medidas respecto a la presencia de lluvia al modelo de emulación de emisión de ruido del parque para garantizar una emulación más precisa.

35 En un aspecto de la invención, el procedimiento comprende además la etapa de predeterminar el nivel umbral en el al menos un punto de inmisión de ruido desde el momento del día y opcionalmente desde el día de la semana.

40 Las normas locales, nacionales o de otro tipo podrían prescribir un determinado nivel de ruido permitido durante el día, que sería diferente del nivel de ruido permitido durante la noche. Por lo tanto, es ventajoso predeterminar el nivel umbral en el al menos un punto de inmisión de ruido en relación al momento del día. Asimismo, si el nivel de ruido permitido difiere, por ejemplo desde el fin de semana a los días entre semana, es ventajoso predeterminar el nivel umbral en el al menos un punto de inmisión de ruido en relación al día de la semana.

Además, la invención se refiere a un parque eólico que comprende una pluralidad de turbinas eólicas y que tiene medios de control para controlar el funcionamiento del parque eólico de acuerdo con cualquiera de los procedimientos mencionados anteriormente.

45 Esto es ventajoso porque de este modo es posible optimizar eficazmente el funcionamiento del parque eólico tanto en relación a la emisión de ruido como a la salida de potencia.

Figuras

La invención se describirá a continuación con referencia a figuras, en las que

la fig. 1 ilustra una turbina eólica moderna grande, conocida en la técnica,

50 la fig. 2 ilustra una sección transversal simplificada de una góndola, vista de lado,

la fig. 3 ilustra una realización simplificada del flujo de señal hacia y desde un módulo de emulación de emisión de ruido del parque, y

la fig. 4 ilustra un paisaje con un parque de turbinas eólicas y un punto de inmisión de ruido, visto en perspectiva.

Descripción detallada de la técnica relacionada

- 5 La fig. 1 ilustra una turbina eólica moderna grande 1 conocida en la técnica, que comprende una torre 2 y una góndola de turbina eólica 3 colocada en la parte superior de la torre 2. En esta realización, el rotor de turbina eólica 4 comprende tres palas de turbina eólica 5 montadas sobre un buje común 6 que está conectado a la góndola 3 a través de árbol de baja velocidad que se extiende fuera de la parte frontal de la góndola 3. En otra realización, el rotor de turbina eólica 4 podría comprender otro número de pasas 5, tales como una, dos, cuatro, cinco o más.
- 10 La figura 2 ilustra una sección transversal simplificada de una góndola 3 de una turbina eólica 1 de la técnica anterior, vista de lado, Las góndolas 3 existen en una multitud de variaciones y configuraciones, pero en la mayoría de los casos el tren de accionamiento en la góndola 3 casi siempre comprende uno o más de los siguientes componentes: una caja de engranajes 10, un acoplamiento (no mostrado), algún tipo de sistema de desconexión 11 y un generador 12. Una góndola 3 de una turbina eólica moderna 1 también puede incluir un transformador 13
- 15 (también denominado inversor) y equipo periférico adicional, tal como equipo de manejo de potencia adicional armarios de control, sistemas hidráulicos, sistemas de refrigeración y más.

El peso de toda la góndola 3 incluyendo los componentes de góndola 10, 11, 12, 13 se sostiene por una estructura de la góndola 14. Normalmente, los componentes 10, 11, 12, 13 están colocados sobre y/o conectados a esta estructura de góndola de soporte de carga común 14. En esta realización simplificada, la estructura de góndola de soporte de carga común 14 sólo se extiende a lo largo de la parte inferior de la góndola 3, por ejemplo, en forma de un armazón de base al que se conectan algunos o todos los componentes 10, 11, 12, 13. En otra realización, la estructura de soporte de carga 14 podría comprender una campana de engranaje que, a través del cojinete principal, podría transferir la carga del rotor 4 a la torre 2, o la estructura de soporte de carga 14 podría comprender varias partes interconectadas, tales como un enrejado.

20

25 En esta realización, las palas 5 del rotor de turbina eólica 4 están conectadas al buje 6 a través de cojinetes de paso 22, lo que permite que las palas 5 puedan girar alrededor de su eje longitudinal.

Después, el ángulo de paso de las palas 5 se podría controlar, por ejemplo, por accionadores lineales, motores de pasos u otros medios para girar las palas 5 (no mostrado) conectados al buje 6 y a la pala respectiva 5.

Descripción detallada de la invención

30 La fig. 3 ilustra una realización simplificada del flujo de señal hacia y desde un módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7.

En esta realización de la invención, el módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7 está provisto de una entrada 15 desde cada turbina eólica 1 en el parque de turbinas eólicas 23 respecto a la velocidad del rotor, la velocidad del viento y la dirección del viento en cada turbina eólica 1.

35 La información sobre la velocidad de rotor se usa para calcular el ruido emitido por las turbinas eólicas dadas 1 en base a un modelo de emisión de ruido de turbina eólica preestablecido. En otra realización de la invención, también se podría calcular la emisión de ruido en base a la salida de potencia, sobre los ajustes del ángulo de paso y/o la velocidad del rotor y/o la salida de potencia se podrían estimar en base a la información local sobre la velocidad del viento.

40 La información sobre la dirección del viento y la velocidad del viento se usa principalmente para calcular la distribución de ruidos emitidos desde la fuente hasta el punto de inmisión de ruido 8, es decir, el nivel de ruido en el punto de inmisión de ruido 8.

Sin embargo, en otra realización, la única entrada 15 desde el parque 23 al módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7 podría ser una o más señales que contienen información sobre uno o más parámetros funcionales de las turbinas eólicas 1 o la velocidad del viento y la dirección del viento se podrían medir, por ejemplo, sobre una única turbina eólica 1, en una estación meteorológica central o al menos sólo unas pocas señales desde turbinas eólicas representativas 1 o en una estación meteorológica colocada en o cerca del parque de turbinas eólicas 23 se podrían proporcionar al módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7.

45

En esta realización, el parque de turbinas eólicas 23 sólo proporciona información respecto a la velocidad del viento y la dirección del viento en cada turbina eólica 1, pero en otra realización, las turbinas eólicas 1 podrían proporcionar además otros datos meteorológicos locales, tales como información sobre la temperatura, humedad, lluvia o nieve a la turbina eólica dada 1 o estación meteorológica y/o la turbina eólica 1 podría proporcionar al módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7 otros datos funcionales reales tales como la velocidad del rotor, salida de potencia, ángulo de paso u otros o a cada una o alguna de las turbinas eólicas 1 se les podría proporcionar medios de

50

medidas de ruido para proporcionar información sobre el nivel de ruido real en la turbina eólica 1 dada. Estos medios de medidas de ruido también podrían estar dispuestos de forma local o central en sitios de medida de ruido específicos.

5 En otra realización de la invención, los datos meteorológicos se podrían proporcionar desde una fuente remota, por ejemplo, desde Internet.

10 La información sobre los parámetros funcionales de las turbinas eólicas, velocidad del viento y dirección del viento se proporciona, en esta realización, de forma continua, pero en otra realización, la información se podría proporcionar bajo petición o en intervalos de tiempo dados. Sin embargo, es importante que la información sobre los parámetros funcionales reales, velocidad del viento y la dirección del viento real se proporcione al módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7 de forma regular, es decir, al menos cada media hora para garantizar que no se exceda un valor umbral de ruido dado en un punto de inmisión 8 dado y para garantizar la fiabilidad y precisión del sistema.

15 El módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7 está dotado además con información sobre la orografía del terreno 18 del parque 23, de los alrededores del parque 23 y/o de los alrededores del punto de inmisión 8. Esta información se distribuye una vez y después de puede actualizar, por ejemplo, si se producen cambios significativos.

El módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7 también está provisto de información sobre la posición geográfica 19 de las turbinas eólicas individuales 1 o al menos sobre la extensión del parque 23 y con información sobre la posición geográfica 20 de uno o más puntos de inmisión 8 y el nivel umbral 21 en cada uno de estos puntos de inmisión 8.

20 El nivel umbral 21 podría depender, por ejemplo, del momento del día, es decir, no es raro que se permita que un parque de turbinas eólicas 23 emita más ruido durante el día que durante la noche y por lo tanto el nivel umbral 21 correcto se podría proporcionar en cualquier momento o el módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7 podría estar provisto además de medios para el establecimiento del momento del día o la información sobre el momento del día podría proporcionarse al módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7. Asimismo, si los cambios estacionales influyen el nivel umbral de ruido en un punto de inmisión de ruido dado 8 o influyen los cálculos del nivel de ruido en los puntos de inmisión 8, por ejemplo, si los árboles tienen hojas o no, el módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7 puede estar provisto también de medios para establecer el momento del año o la información sobre el momento del año se podría proporcionar al módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7.

30 El módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7 también está provisto de un modelo de emisión de ruido de turbina eólica de las turbinas eólicas 1 en el parque 23. El modelo de emisión de ruido de turbina eólica podría ser el mismo para todas las turbinas eólicas 1, podría ser el mismo para todas las turbinas eólicas 1 del mismo tipo o la misma configuración (es decir, misma envergadura del rotor, misma altura del buje, misma configuración del tren de accionamiento u otros) o podría ser un modelo establecido especialmente para cada turbina eólica 1 individual. Por medio de este modelo de emisión de ruido de turbina eólica es posible predecir/calcular el ruido emitido por la turbina eólica 1, por ejemplo, en una salida de potencia, velocidad de rotor, ángulo de paso dados y/u otros.

35 En base a toda esta información, el módulo de emulación de emisión de ruido del parque 7 puede de forma continua, en determinados intervalos de tiempo o bajo petición calcular una salida de módulo de emulador 16 en forma de una señal de referencia de control tal como un punto de ajuste de la potencia nominal y proporcionar esto a las turbinas eólicas 1 individuales o a un grupo de turbinas eólicas 1 dentro del parque 23.

La salida del módulo de emulador 16 también puede comprender órdenes para apagar una o más turbinas eólicas que tienen el tipo de ruido de mayor impacto sobre el punto de inmisión de ruido 8, por ejemplo, para garantizar un funcionamiento normal no ajustado de las restantes turbinas eólicas 1 en el parque eólico 23.

45 Por ejemplo, si un parque contiene cien turbinas, puede que sólo las veinte turbinas eólicas 1 más cercanas a un punto de inmisión de ruido dado 8 influyen significativamente el nivel de ruido en el punto de inmisión de ruido 8 y, por lo tanto, sólo se controlará el funcionamiento sobre estas veinte turbinas eólicas en relación al punto de inmisión de ruido dado 8. O la velocidad del viento y/o en particular la dirección del viento podría decidir qué turbinas eólicas se deberían controlar para mantener un nivel de ruido aceptable en un punto de inmisión de ruido dado 8.

50 En otra realización, todas las turbinas eólicas 1 del parque eólico 23 se podrían controlar de forma idéntica en relación al nivel de ruido calculado en un punto de inmisión de ruido dado 8.

En otra realización, todas las turbinas eólicas 1 del parque eólico 23 se podrían controlar de forma completamente individual en relación a cada uno de los uno o más puntos de inmisión de ruido 8.

La fig. 4 ilustra un paisaje con un parque de turbinas eólicas 23 y un punto de inmisión de ruido 8, visto en perspectiva.

En esta realización de la invención, el parque de turbinas eólicas 23 (que comprende una pluralidad de turbinas eólicas 1 individuales) está situado en un entorno próximo a montañas 24, un bosque 25 y un océano 26. Un punto de inmisión de ruido 8 en forma de una casa ocupada está situada opuesta al lago 27 en relación al parque de turbinas eólicas 23.

5 Cada una de las turbinas eólicas 1 en el parque de turbinas eólicas 23 genera ruido cuando las turbinas eólicas 1 están en funcionamiento, es decir, cuando las turbinas eólicas 1 están produciendo potencia a una red de suministro y normalmente las normas locales o nacionales prescriben el nivel de ruido permitido en un punto de inmisión dado 8. Entre otras cosas, el nivel de ruido experimentado en un punto de inmisión dado 8 se ve afectado por la orografía del terreno en y alrededor del parque de turbinas eólicas 23 y en particular entre el parque 23 y el punto de inmisión
10 de ruido 8 y la influencia de la orografía del terreno dada entre otros cambia con la velocidad del viento y en particular, la dirección del viento.

La distribución del ruido desde las turbinas eólicas 1 también se podría ver afectada en mayor o menor medida por las condiciones meteorológicas, tales como la temperatura del aire, la humedad del aire u otros. Por ejemplo, si la temperatura del aire es inferior a 0°C existe un riesgo incrementado de que el lago 27 se congele lo que afectaría a la distribución del ruido entre el parque eólico 23 y el punto de inmisión de ruido 8. Asimismo, si el suelo está cubierto por nieve o si está lloviendo, la distribución de ruido se verá afectada.
15

La invención se ha ejemplificado anteriormente con referencia a ejemplos específicos de parques de turbinas eólicas 23, módulos de emulación de emisión de ruido del parque 7 y otros. Sin embargo, debe entenderse que la invención no está limitada a los ejemplos particulares descritos anteriormente, sino que se puede diseñar y alterar en una multitud de variedades dentro del alcance de la invención, como se especifica en las reivindicaciones.
20

Lista

1. Turbina eólica
2. Torre
3. Góndola
- 25 4. Rotor
5. Pala
6. Buje
7. Módulo de emulación de emisión de ruido del parque
8. Punto de inmisión de ruido
- 30 9. Estación de medida
10. Caja de engranajes
11. Sistema de desconexión
12. Generador
13. Transformador
- 35 14. Estructura de góndola
15. Entrada del módulo de emulador
16. Salida del módulo de emulador
17. Datos meteorológicos adicionales
18. Información orográfica del terreno
- 40 19. Posición geográfica de la turbina eólica
20. Posición geográfica del punto de inmisión
21. Nivel umbral
22. Cojinete de paso
23. Parque de turbinas eólicas
- 45 24. Montaña
25. Bosque
26. Océano
27. Lago

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control de emisión de ruido desde un parque eólico en funcionamiento, comprendiendo el parque eólico una pluralidad de turbinas eólicas, comprendiendo el procedimiento las etapas de
 - 5
 - proporcionar medidas de al menos una velocidad del viento y de al menos una dirección del viento a un módulo de emulación de emisión de ruido del parque incluyendo para cada una de dos o más de dicha pluralidad de turbinas eólicas un modelo de emisión de ruido de turbina eólica adecuado para producir una predicción de emisión de ruido desde la turbina eólica como función de al menos una característica funcional, la posición geográfica de cada una de dicha pluralidad de turbinas eólicas y la posición geográfica de al menos un punto de inmisión de ruido,
 - 10
 - emular el nivel de ruido en el al menos un punto de inmisión de ruido como resultado del ruido emitido por dicha pluralidad de turbinas eólicas, y
 - controlar el funcionamiento del parque eólico a partir del resultado de la emulación para evitar que el nivel de ruido en el al menos un punto de inmisión de ruido exceda un nivel umbral predeterminado.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el módulo de emulación de emisión de ruido del parque incluye información sobre orografía del terreno del área geográfica incluyendo el parque eólico y el al menos un punto de inmisión de ruido.
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que al menos alguna de la pluralidad de turbinas eólicas son turbinas eólicas de velocidad variable, y en el que el procedimiento comprende además la etapa de proporcionar una medida de la velocidad del rotor de estas turbinas eólicas al módulo de emulación de emisión de ruido del parque como una de dichas características funcionales.
- 25 4. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos alguna de la pluralidad de turbinas eólicas comprende medios para cambiar el ángulo de paso de la pala, y en el que el procedimiento comprende además la etapa de proporcionar una medida del ángulo de paso de la pala de estas turbinas eólicas al módulo de emulación de emisión de ruido del parque como una de dichas características funcionales.
5. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además la etapa de proporcionar una medida de la salida de potencia desde al menos alguna de la pluralidad de turbinas eólicas al módulo de emulación de emisión de ruido del parque como una de dichas características funcionales.
- 30 6. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la velocidad del viento medida se utiliza por el módulo de emulación de emisión de ruido del parque como una de dichas características funcionales.
7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además la etapa de proporcionar medidas respecto a la turbulencia del viento al módulo de emulación de emisión de ruido del parque.
- 35 8. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas de proporcionar medidas de la velocidad del viento en una pluralidad de distancias verticales desde el suelo al módulo de emulación de emisión de ruido del parque.
- 40 9. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de emulación de emisión de ruido del parque incluye información de la altura por encima del suelo del buje de al menos alguna de la pluralidad de turbinas eólicas.
10. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de emulación de emisión de ruido del parque comprende una rutina de optimización que se aplica, de modo que dicho control del funcionamiento del parque eólico a partir del resultado de la emulación se selecciona para una optimización de la producción de potencia del parque eólico.
- 45 11. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos alguna de la pluralidad de turbinas eólicas son turbinas eólicas de velocidad variable y dicho control del funcionamiento del parque eólico comprende la etapa de reducir la velocidad de giro de al menos alguna de las turbinas eólicas de velocidad variable del parque eólico.
- 50 12. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además la etapa de proporcionar medidas respecto a la humedad del aire al modelo de emisión de ruido del parque.
13. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además la etapa de proporcionar medidas respecto a la presencia de lluvia al modelo de emisión de ruido del parque.

14. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además la etapa de determinar el nivel umbral en el al menos un punto de inmisión de ruido desde el momento del día y opcionalmente desde el día de la semana.
 15. Parque eólico que comprende una pluralidad de turbinas eólicas y que tiene medios de control para controlar el funcionamiento del parque eólico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-14.
- 5

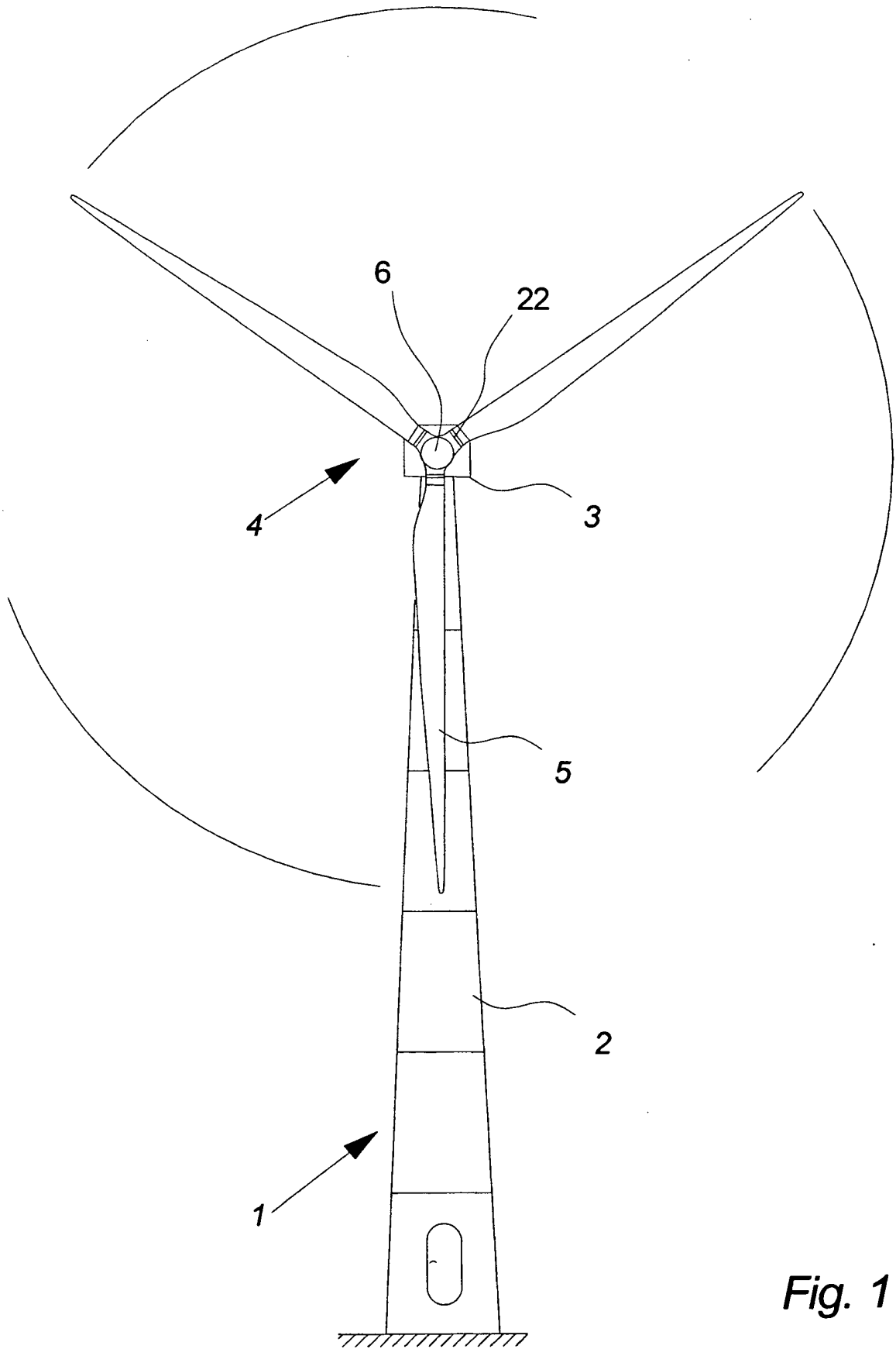


Fig. 1

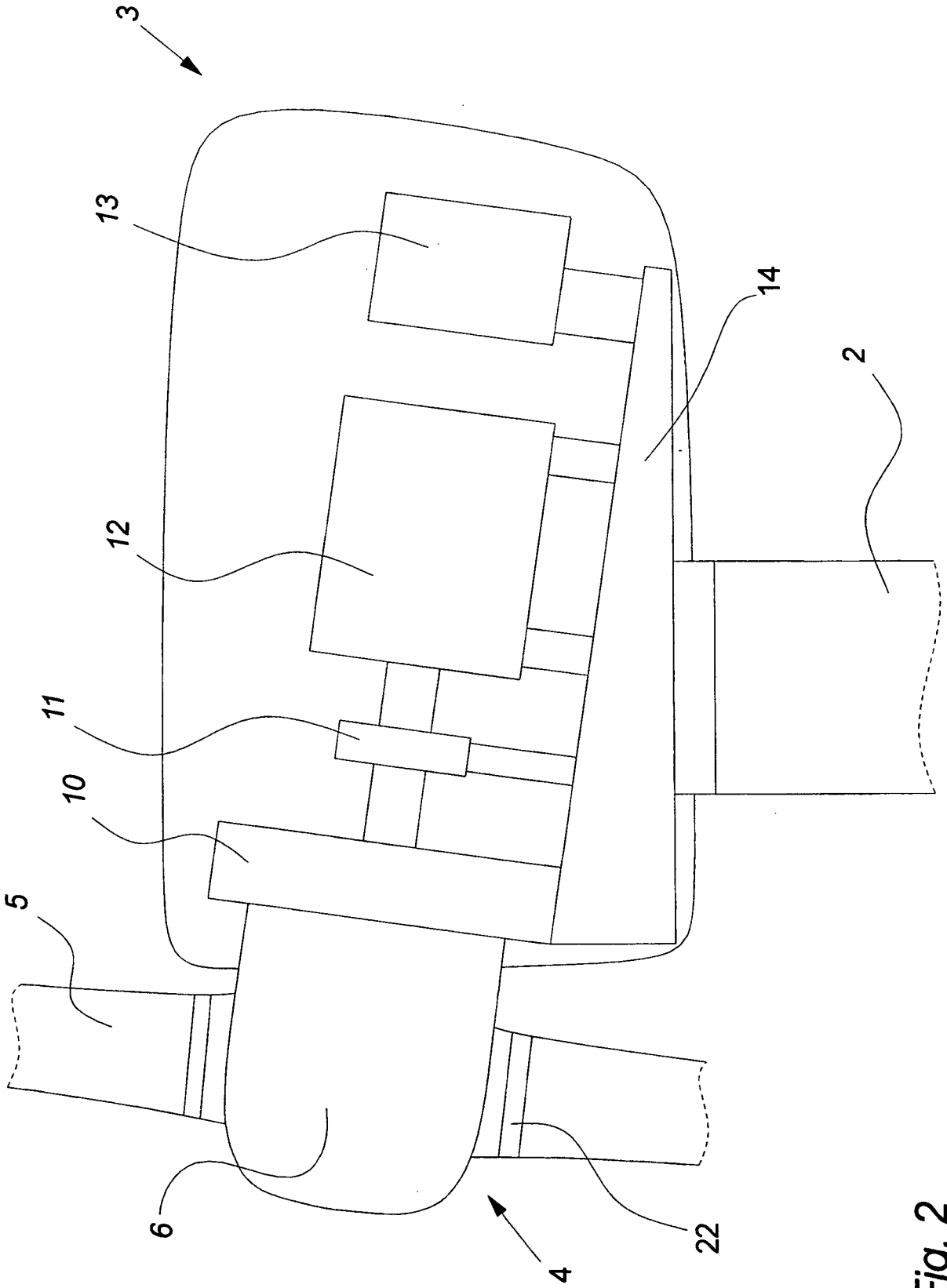


Fig. 2

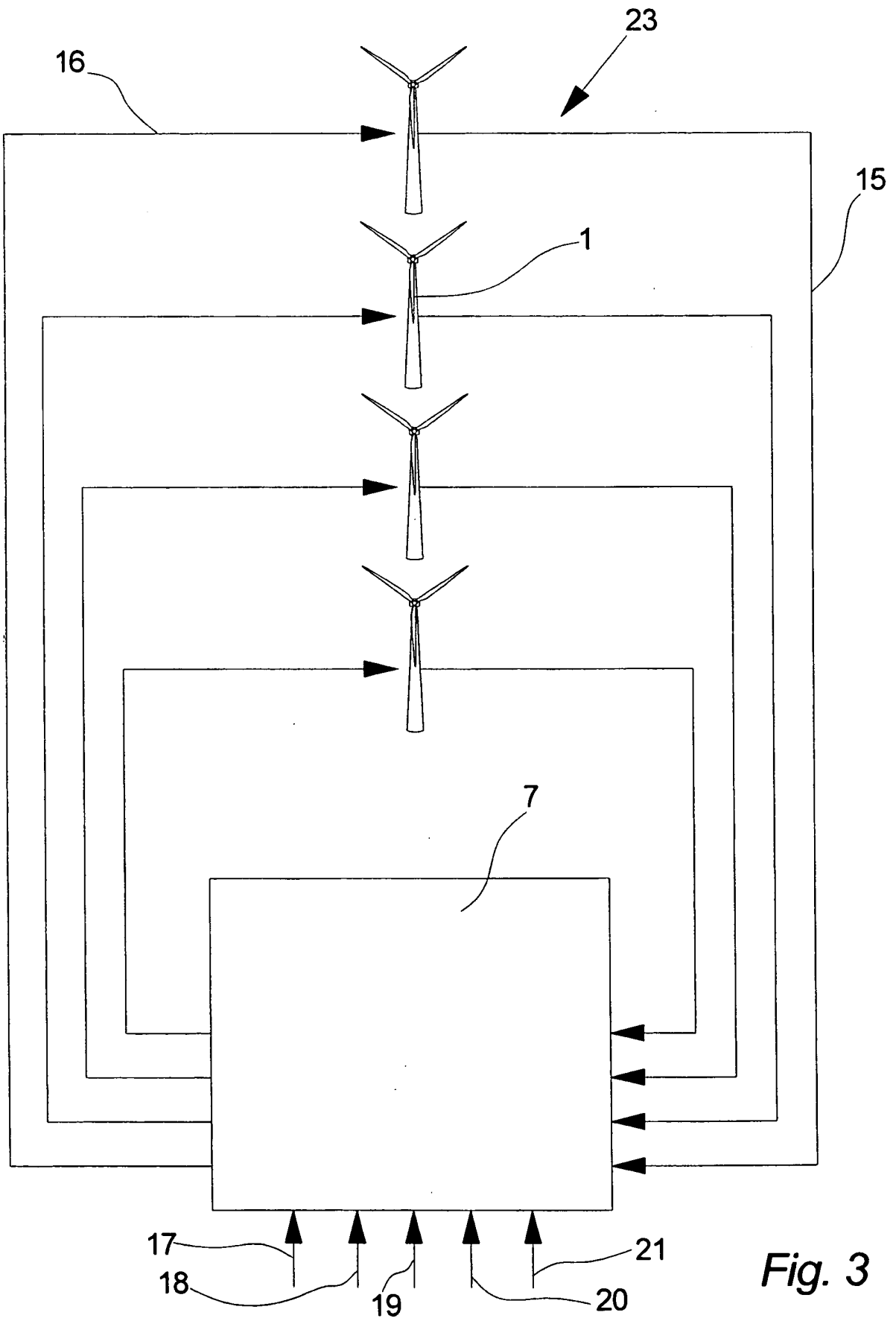


Fig. 3

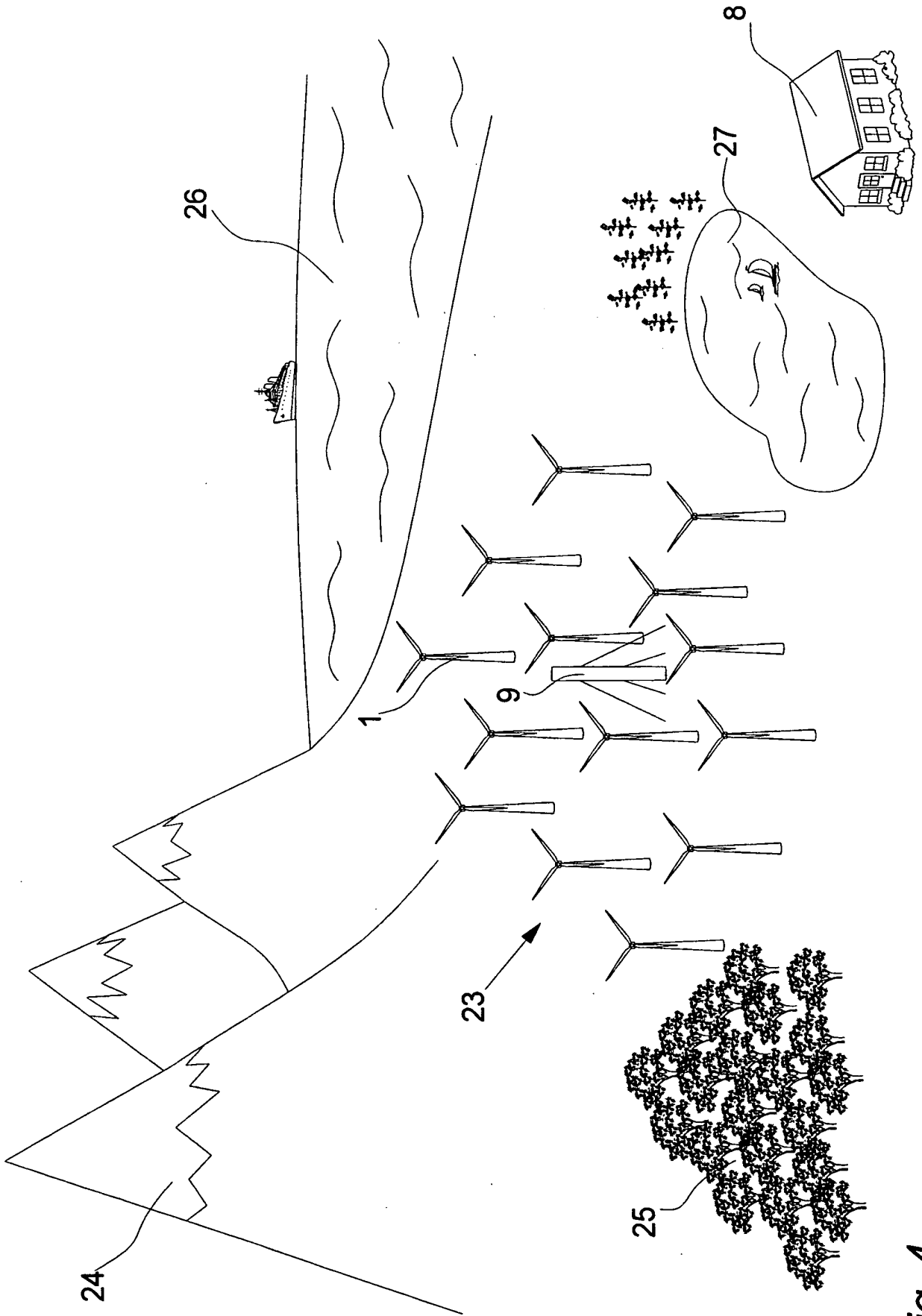


Fig. 4