

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 024**

51 Int. Cl.:

**F03D 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.06.2013 PCT/EP2013/062030**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2013 WO13186211**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2013 E 13727921 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2861867**

54 Título: **Aerogenerador y procedimiento para el control de un aerogenerador o de un parque eólico**

30 Prioridad:

**15.06.2012 DE 102012210150**

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

**11.09.2018**

73 Titular/es:

**WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)  
Borsigstrasse 26  
26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**STOLTENJOHANNES, JÜRGEN;  
BOHLEN, WERNER HINRICH y  
MELI, WILLIAM**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 681 024 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**

Aerogenerador y procedimiento para el control de un aerogenerador o de un parque eólico

5 La presente invención se refiere a un aerogenerador y a un procedimiento para el control o la regulación de un aerogenerador o de un parque eólico.

Para el control o la regulación de un aerogenerador resulta ventajoso conocer variables como, por ejemplo, la velocidad del viento o el valor característico meteorológico. Cuanto mejor y más precisa se realice la medición de las variables de las condiciones de viento, mejor podrá ajustarse el aerogenerador respecto a estas variables.

El documento EP-1432911-B1 muestra un sistema de alerta temprana para un aerogenerador que se basa en un sistema SODAR, el cual está montado en la góndola del aerogenerador y abarca el área de delante del rotor del aerogenerador. Por medio del sistema SODAR pueden registrarse las condiciones de viento delante del aerogenerador y adaptarse convenientemente el control o la regulación de los aerogeneradores.

El documento JP-2002152975-A muestra un aerogenerador y una unidad de radar dispuesta por separado para el registro de un vector de viento.

20 Los documentos EP-1770278-A2 y GB-2476506 muestran un sistema para el control de un aerogenerador. Por medio de un sistema "Light Detection and Ranging Device" (LIDAR) se registra la velocidad del viento delante del aerogenerador mediante el registro de la reflexión o la dispersión de la luz enviada y se ajusta convenientemente el aerogenerador.

25 El documento US-6166661 muestra un sistema de detección de hielo para un avión con un sistema de radar.

El documento 2002/0067274-A1 muestra un procedimiento para la detección de una tormenta de granizo con una unidad de radar, en el que la unidad de radar se usa para la detección y el seguimiento de la tormenta de granizo. Si se detecta una tormenta de granizo, se genera una señal de advertencia y la posición de las palas de rotor puede modificarse convenientemente.

Un objetivo de la presente invención es prever un aerogenerador y un procedimiento para el control o la regulación de un aerogenerador o de un parque eólico, el cual permita una adaptación mejorada a las condiciones de viento o a los valores característicos meteorológicos en el entorno del aerogenerador.

35 Este objetivo se logra mediante un aerogenerador según la reivindicación 1 y un procedimiento para el control de un aerogenerador o de un parque eólico según la reivindicación 5.

Por consiguiente se prevé un aerogenerador con una góndola, un rotor, un *spinner*, una primera y/o segunda unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar para la emisión de microondas y/u ondas de radar y para el registro de la reflexión de las microondas y/u ondas de radar, para registrar datos de viento y/o datos meteorológicos o información respecto a un campo de viento delante y/o detrás del aerogenerador. El aerogenerador también presenta un regulador, el cual controla el funcionamiento del aerogenerador en función de los datos registrados por la primera y/o segunda unidad de medición. La primera y/o segunda unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar está dispuesta sobre la góndola y/o el *spinner*.

La invención se basa en la idea de prever en la góndola del aerogenerador o en el área del *spinner* (la parte giratoria del aerogenerador) una unidad de medición, la cual registra mediante tecnología de microondas o tecnología de radar las condiciones de viento o las condiciones meteorológicas delante y/o detrás del aerogenerador. Los datos de viento y/o los datos meteorológicos registrados por la unidad de medición pueden transmitirse a un control del aerogenerador. El control del aerogenerador puede basarse en el principio "Feed Forward", de forma que el funcionamiento del aerogenerador se puede adaptar basándose en los datos de viento registrados por la unidad de medición, por ejemplo, para maximizar la rentabilidad o minimizar la carga sobre el aerogenerador.

55 Por medio de la unidad de medición de tecnología de microondas o tecnología de radar se pueden determinar turbulencias, un viento oblicuo, un efecto de estela, un cizallamiento del viento, un viraje del viento, una dirección del viento y/o una velocidad del viento.

Según la invención, los datos de viento registrados por la unidad de medición pueden usarse para la supervisión del estado del aerogenerador, y los modelos del aerogenerador se pueden adaptar de forma correspondiente.

Según la invención, los datos de viento registrados por la unidad de medición pueden usarse para el control de aerogeneradores en un parque eólico.

- 5 Según otro aspecto de la presente invención, los datos de viento pueden usarse para la supervisión de la estructura de las palas de rotor.

Los valores característicos meteorológicos pueden representar, por ejemplo, la velocidad del viento (p. ej. con su componente horizontal), magnitudes derivadas como el perfil de velocidad del viento (cizallamiento del viento),  
10 turbulencias, desviaciones estándar/velocidad del viento media, viento oblicuo (velocidad del viento con un componente vertical), dirección del viento, perfil de giro del viento sobre el área circular del rotor (viraje del viento), presión del aire, temperatura del aire, humedad del aire, densidad del aire, tipo de precipitación, nubosidad, visibilidad y/o radiación global.

- 15 Otras variaciones de la invención son objeto de las reivindicaciones secundarias.

Las ventajas y ejemplos de realización de la invención se describen con más detalle a continuación en relación a los dibujos.

- 20 La figura 1 muestra una representación esquemática de un aerogenerador según un primer ejemplo de realización,  
la figura 2 muestra una representación esquemática de un aerogenerador según un segundo ejemplo de realización,

la figura 3 muestra una representación esquemática de un control "Feed Forward" de un aerogenerador según un  
25 tercer ejemplo de realización,

la figura 4 muestra una representación esquemática de una supervisión de estado en un aerogenerador según un cuarto ejemplo de realización,

- 30 la figura 5 muestra una representación esquemática de una optimización de un modelo de un aerogenerador según un quinto ejemplo de realización,

la figura 6 muestra un diagrama de bloques esquemático de un parque eólico según un sexto ejemplo de realización,

- 35 la figura 7 muestra una representación esquemática de una regulación de parque eólico central según un séptimo ejemplo de realización,

la figura 8 muestra una representación esquemática de un aerogenerador según un octavo ejemplo de realización,

- 40 la figura 9 muestra una representación esquemática de un aerogenerador según un noveno ejemplo de realización,

la figura 10 muestra una representación esquemática de un aerogenerador según la invención,

la figura 11 muestra otra representación esquemática de un aerogenerador según la invención,

- 45 la figura 12 muestra otra representación esquemática de un aerogenerador según la invención, y

la figura 13 muestra una representación esquemática de una pluralidad de campos de medición para un aerogenerador según la invención.

50

Una predicción de la estructura del viento representa la posibilidad de reducir la carga aerodinámica causada por el viento sobre el aerogenerador y especialmente sobre el rotor del aerogenerador. Para ello, por ejemplo, se puede variar convenientemente el ángulo de paso (ángulo de *pitch*) de las palas de rotor. Por medio de la predicción de la estructura del viento, por ejemplo, mediante la unidad de medición de tecnología de microondas o tecnología de  
55 radar según la invención, también puede realizarse una optimización de la rentabilidad, una optimización del ruido, una supervisión de la estructura y similares, tanto para un aerogenerador como para un parque eólico para una pluralidad de aerogeneradores.

- La figura 1 muestra una representación esquemática de un aerogenerador 100 según un primer ejemplo de  
60 realización. En la figura 1 se muestra un aerogenerador 100 con una torre 102 y una góndola 104. En la góndola 104

hay dispuesto un rotor 106 con tres palas de rotor 108 y un *spinner* 110. Durante el funcionamiento, el rotor 106 se pone en un movimiento giratorio por el viento y de esta manera acciona un generador en la góndola 104. El ángulo de paso (ángulo de *pitch*) de las palas de rotor 108 es ajustable. En la góndola 104 puede estar prevista una tecnología de medición de microondas o de tecnología de radar 1100 y/o en el *spinner* 110 también puede estar prevista otra unidad de medición de tecnología de microondas y/o de radar 1200. Estas unidades de medición 1100, 1200 sirven para registrar las condiciones de viento delante del aerogenerador 100 (con la unidad de medición 1200) o delante y detrás del aerogenerador 100 (con la unidad de medición 1100).

La figura 2 muestra una representación esquemática de un aerogenerador según un segundo ejemplo de realización. El aerogenerador según la figura 2 (segundo ejemplo de realización) puede corresponderse con el aerogenerador según el primer ejemplo de realización de la figura 1. Sobre la góndola 104 del aerogenerador hay prevista una unidad de medición de tecnología de microondas o de radar 1100. La unidad de medición 1100 puede emitir ondas de radar y/o microondas y registrar reflexiones de estas ondas de radar o microondas, para derivar a partir de ellas conocimientos sobre las condiciones de viento y/o las condiciones meteorológicas delante y detrás del aerogenerador. En particular, la disposición de la unidad de medición 1100 sobre la góndola 104 (es decir, la parte no giratoria de la instalación) permite un registro de las condiciones de viento tanto delante como detrás del aerogenerador 100. Las condiciones de viento detrás del aerogenerador 100 también pueden ser significativas, ya que pueden proporcionar información, entre otras cosas, sobre la efectividad de la transformación de la energía cinética en un movimiento giratorio de las palas de rotor 108.

Si se ha previsto la unidad de medición de tecnología de microondas o de radar 1200 sobre el *spinner* 110 del aerogenerador 100, puede realizarse un registro de las condiciones de viento delante del aerogenerador. Según el segundo ejemplo de realización, pueden registrarse turbulencias, un viento oblicuo, un efecto de estela, un cizallamiento del viento, un viraje del viento, una dirección del viento y una velocidad del viento mediante las unidades de medición 1100, 1200 y un regulador 30. El viraje del viento representa aquí el giro de la dirección del viento en sentido vertical y el cizallamiento del viento, el perfil del viento en sentido vertical. Estas magnitudes de medición pueden registrarse mediante la unidad de medición 1100, 1200 y transmitirse al control del aerogenerador, el cual puede adaptar convenientemente las leyes de control del aerogenerador.

La figura 3 muestra una representación esquemática de un regulador "Feed Forward" 300 de un aerogenerador según un tercer ejemplo de realización. El aerogenerador 100 según el tercer ejemplo de realización puede basarse en un aerogenerador 100 según el primer o el segundo ejemplo de realización. En particular, en la figura 3 se muestra un regulador 300 del aerogenerador. El aerogenerador 100 según el tercer ejemplo de realización presenta además una unidad de medición de tecnología de microondas o tecnología de radar 1100, 1200. Los datos registrados por la unidad de medición 1100, 1200 pueden prepararse en una unidad de preparación de datos 320 del regulador 300. El regulador 300 del aerogenerador 100 puede presentar un regulador "Feed Forward" 330, una unidad de modelo de sistema 370, una unidad de modelo de perturbación 340, un controlador 350 y un circuito de regulación de velocidad 380.

A partir de los datos del campo de viento o los datos de viento y/o los datos meteorológicos registrados por la unidad de medición 1200 se pueden determinar aquellos parámetros que son característicos para los efectos perturbadores en el campo de viento. Si se conocen de antemano las perturbaciones, los efectos perturbadores pueden contrarrestarse mediante un control "Feed Forward". La unidad de medición 1200 puede registrar, tal y como se ha descrito anteriormente, la velocidad del viento, la dirección del viento, el viraje del viento, el cizallamiento del viento, el efecto de estela, las turbulencias y/o un viento oblicuo. En la unidad de modelo de perturbación 340 hay almacenado un comportamiento de perturbación y en la unidad de modelo de sistema 370 hay almacenado un modelo del aerogenerador.

Sobre la base de los datos de medición de la unidad de medición 1200 puede registrarse la orientación de la magnitud de ajuste  $i_{Gr}$  (s). Esto se puede realizar en el regulador "Feed Forward" 330. En la unidad de modelo de perturbación 340 puede modelarse una imagen de las magnitudes de perturbación sobre el rendimiento del proceso. Mediante la unidad de modelo de perturbación 340 puede realizarse una compensación de magnitudes de perturbación. Puede realizarse una compensación de magnitudes de perturbación mediante el ángulo de paso de las palas de rotor mediante la regulación "Feed Forward" (regulación de prealimentación). De manera alternativa o adicional al ajuste del ángulo de ajuste, también puede realizarse una modificación del perfil de las palas de rotor (es decir, una modificación activa de la pala de rotor respecto al ajuste del *pitch*). El regulador 350 sirve para adaptar la ley del regulador para la imagen de los objetivos de optimización a las posibilidades de ajuste. En el regulador 350 pueden estar previstas las leyes de modificación para el ángulo de paso, así como las otras magnitudes de ajuste.

Para la mejora de la función de la transmisión de perturbaciones se pueden utilizar la estructura del viento en el

emplazamiento del aerogenerador, así como las propiedades meteorológicas.

Para la optimización del regulador "Feed Forward" 330, puede realizarse opcionalmente una adaptación de la función de transmisión F(s). En otras palabras, los parámetros de la función de transmisión F(s) se pueden adaptar con la ayuda de los datos de medición de la unidad de medición 1200 o 1100 preparados en la unidad de preparación de datos 320. De esta manera se posibilita una compensación adaptativa del valor de perturbación.

La figura 4 muestra una representación esquemática de una supervisión de estado en un aerogenerador según un cuarto ejemplo de realización. Según el cuarto ejemplo de realización, los datos de medición de las unidades de medición 1100, 1200 se pueden usar para una unidad de supervisión de estado 410 del aerogenerador o de partes de este. La unidad de supervisión de estado 410 de los aerogeneradores es necesaria para, entre otras cosas, reducir los tiempos de parada de la instalación. Además, la supervisión de estado se puede usar para el desarrollo ulterior de los aerogeneradores. La supervisión de estado puede usarse tanto para las palas de rotor como para la góndola, el rotor y/o la torre de los aerogeneradores.

Los datos de medición de la unidad de medición 1100, 1200 pueden almacenarse en una unidad de memoria de datos de viento 430. Mediante una unidad de medición de solicitación de pala 470 pueden registrarse las solicitaciones reales de las palas de rotor 108. Los datos de viento almacenados en la unidad de memoria de datos de viento 430 se suministran a la unidad de modelo de aerogenerador 420, la cual introduce los datos en el modelo. En una unidad de comparación 460 se comparan las señales de salida de la unidad de modelo 420 con las señales de salida de la unidad de medición de solicitación de pala 470. Si no se puede determinar ninguna divergencia, el modelo se corresponde con el aerogenerador real. Sin embargo, si existen divergencias, esto indica que el modelo almacenado en la unidad de modelo 420 no se corresponde con la realidad. En una unidad de observación de estado 450 pueden usarse los datos de viento registrados por la unidad de medición 1100, 1200 para una estimación de estado de modelo. Con la ayuda de los estados estimados puede reconstruirse un estado de estructura actual de esta pala de rotor 108.

Si en la comparación entre la solicitación de pala registrada y la solicitación de pala calculada por el modelo se descubre que existen diferencias, entonces se pueden adaptar las hipótesis de modelo de carga teóricos a la posición del parque eólico. Esto se puede realizar en la unidad de leyes de adaptación 440. La adaptación se puede realizar tanto *online* como *offline*.

En una puesta en marcha del aerogenerador puede comprobarse la hipótesis de carga mediante los resultados de medición de la unidad de medición 1100, 1200. Si las divergencias entre los valores de medición calculados y los valores determinados por el modelo son demasiado grandes, entonces pueden realizarse en la unidad de leyes de control 480 modificaciones para la optimización de carga. Esto puede resultar ventajoso con respecto a los costes, una optimización del ruido y una optimización de la rentabilidad.

La figura 5 muestra una representación esquemática de una optimización de un modelo de un aerogenerador según un quinto ejemplo de realización. Aparte de un supervisión de la solicitación de las palas de rotor 108, en la figura 5 también puede realizarse una unidad de supervisión 510 para supervisar la solicitación del rotor 106 y de la torre 102. Para ello se prevé una unidad de supervisión de solicitación de rotor y/o torre 570, una unidad de optimización 520 y opcionalmente una unidad de leyes de control 580. Para ello, la optimización técnica de carga puede realizarse tal y como se describe según la figura 4.

Además, puede realizarse una optimización de carga y/o rentabilidad u optimización de ruido no solo para un aerogenerador individual, sino también para un parque eólico con una pluralidad de aerogeneradores. Para ello puede tenerse en cuenta tanto la situación de viento local como la topología del parque eólico (número de aerogeneradores, orientación de los aerogeneradores, distancia entre los aerogeneradores).

La figura 6 muestra un diagrama de bloques esquemático de un parque eólico según un sexto ejemplo de realización. En la situación mostrada en la figura 6, un parque eólico puede presentar una pluralidad de aerogeneradores 611, 612, 613, en el que al menos uno de los aerogeneradores presenta una unidad de medición de tecnología de microondas o tecnología de radar 1100, 1200. Los resultados de la medición del viento pueden transmitirse a una memoria de datos de parque eólico central 620.

Un ordenador de parque eólico 610 puede estar conectado con la memoria de datos de parque eólico 620. El ordenador de parque eólico 610, además, puede estar conectado con cada uno de los aerogeneradores y controlar estos. El control de cada uno de los aerogeneradores individuales del parque eólico puede basarse en una optimización del ruido, una optimización de la rentabilidad y/o una optimización de la carga.

- En los aerogeneradores respectivos según el sexto ejemplo de realización puede estar previsto un regulador "Feed Forward" según el tercer ejemplo de realización. De manera adicional o alternativa a esto también puede estar implementado en el ordenador de parque eólico 610, por ejemplo, una compensación "Feed Forward" según el
- 5 tercer ejemplo de realización. Como señales de entrada para la compensación "Feed Forward" sirven al menos los datos de viento de una unidad de medición 1100, 1200 en un aerogenerador. Sin embargo, preferentemente también se tendrán en cuenta los datos de viento de las unidades de medición 1100, 1200 de todos los aerogeneradores. El ordenador de parque eólico 610 además puede estar configurado para controlar los aerogeneradores 100 de manera que la carga se distribuya uniformemente sobre los aerogeneradores 100.
- 10 La figura 7 muestra una representación esquemática de una regulación de parque eólico central según un séptimo ejemplo de realización. En la figura 7 se muestra una pluralidad de aerogeneradores 711-726, los cuales están conectados con un ordenador de parque eólico central 710. El ordenador de parque eólico 710 a su vez está acoplado a una memoria de datos de parque eólico 720. La distancia respecto a los aerogeneradores adyacentes es
- 15 de  $\Delta x$  o  $\Delta y$ .
- La figura 8 muestra una representación esquemática de un aerogenerador según un octavo ejemplo de realización. En la figura 8 se muestra un aerogenerador 100 con una torre 102, una góndola 104 y una primera y/o segunda unidad de medición de microondas o radar 1100, 1200. La primera y/o segunda unidad de medición puede usarse
- 20 para medir las palas de rotor 108. En una unidad de medición de pala de rotor 810 puede calcularse a partir de los datos de medición de la primera y/o segunda unidad de medición 1100, 1200 una línea de flexión de palas de rotor, una erosión superficial, un ángulo de pala, estados de pala, torsión de pala y una detección de hielo.
- La figura 9 muestra una representación esquemática de un aerogenerador según un noveno ejemplo de realización.
- 25 Las palas de rotor 108 de un aerogenerador se miden mediante una unidad de medición de pala de rotor 910. Los resultados de la unidad de medición de pala de rotor 910 se suministran a una unidad de algoritmos 920. Además, también se suministran a la unidad de algoritmos 920 datos de una unidad de conocimiento *offline* 930. La señal de salida de la unidad de algoritmos 920 puede suministrarse a una unidad de leyes de control 940.
- 30 Según la invención, en un parque eólico puede reducirse la turbulencia generada por uno de los aerogeneradores de manera que puede reducirse la distancia con respecto a los aerogeneradores adyacentes.
- Según la invención, con el registro del campo posterior, el aerogenerador 100 puede operarse de manera que se optimizan el rendimiento del aerogenerador siguiente o adyacente o se optimiza el rendimiento total de los
- 35 aerogeneradores del parque eólico.
- Según otro aspecto de la presente invención, con el aerogenerador 100 anteriormente descrito y la unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar 1100, 1200 se puede realizar una medición de pala, en la que se miden las palas de rotor mediante la unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de
- 40 radar.
- Según otro aspecto de la presente invención, mediante la unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar no solo pueden registrarse y medirse las palas de rotor, sino también otras piezas del aerogenerador, de manera que el aerogenerador conoce en cualquier momento un estado actual de la instalación.
- 45 Mediante la unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar puede detectarse una erosión (divergencia respecto al estado teórico) y/o una formación de hielo en la pala de rotor. Con la unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar según la invención no solo se puede determinar una erosión o una formación de hielo, sino también la posición de la erosión y de la formación de hielo.
- 50 La figura 10 muestra una representación esquemática de un aerogenerador según la invención. Aquí se muestra una góndola 104, así como dos palas de rotor 108 del aerogenerador 100. Además está prevista una unidad de medición 1100 según la invención sobre la góndola e irradia un campo de medición con un ángulo de apertura de  $\alpha$ . En función de la distancia  $x_1$ ,  $x_2$  respecto a la unidad de medición 1100 según la invención aumenta la superficie del plano de medición.
- 55 La figura 11 muestra otra representación esquemática de un aerogenerador según la invención. Sobre la góndola 104 puede disponerse una unidad de medición 1100 según la invención, por ejemplo, a una altura de 2 m (o más alto). La unidad de medición 1100 según la invención debe tener una altura mínima encima de la góndola 104, para que pueda medir un campo de viento delante del aerogenerador.
- 60

Opcionalmente, puede estar prevista otra unidad de medición 1200 según la invención sobre el rotor 106 del aerogenerador. Para ello puede usarse la geometría del rotor 106 para el montaje de la unidad de medición. Si, tal y como se describe según la invención, hay dispuesta una unidad de medición 1200 sobre el rotor 106, puede evitarse un sombreado debido al paso de la pala de rotor (tal y como existe en la unidad de medición 1100 según la invención).

La figura 12 se muestra otra representación esquemática de un aerogenerador según la invención. El aerogenerador puede presentar una unidad de medición 1100 y/o 1200 según la invención. Mediante la selección de la apertura respectiva del ángulo de apertura  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  respectivo -tal y como se muestra- se puede asegurar que los planos de medición A1, A2, A3 presenten el mismo tamaño o la misma superficie.

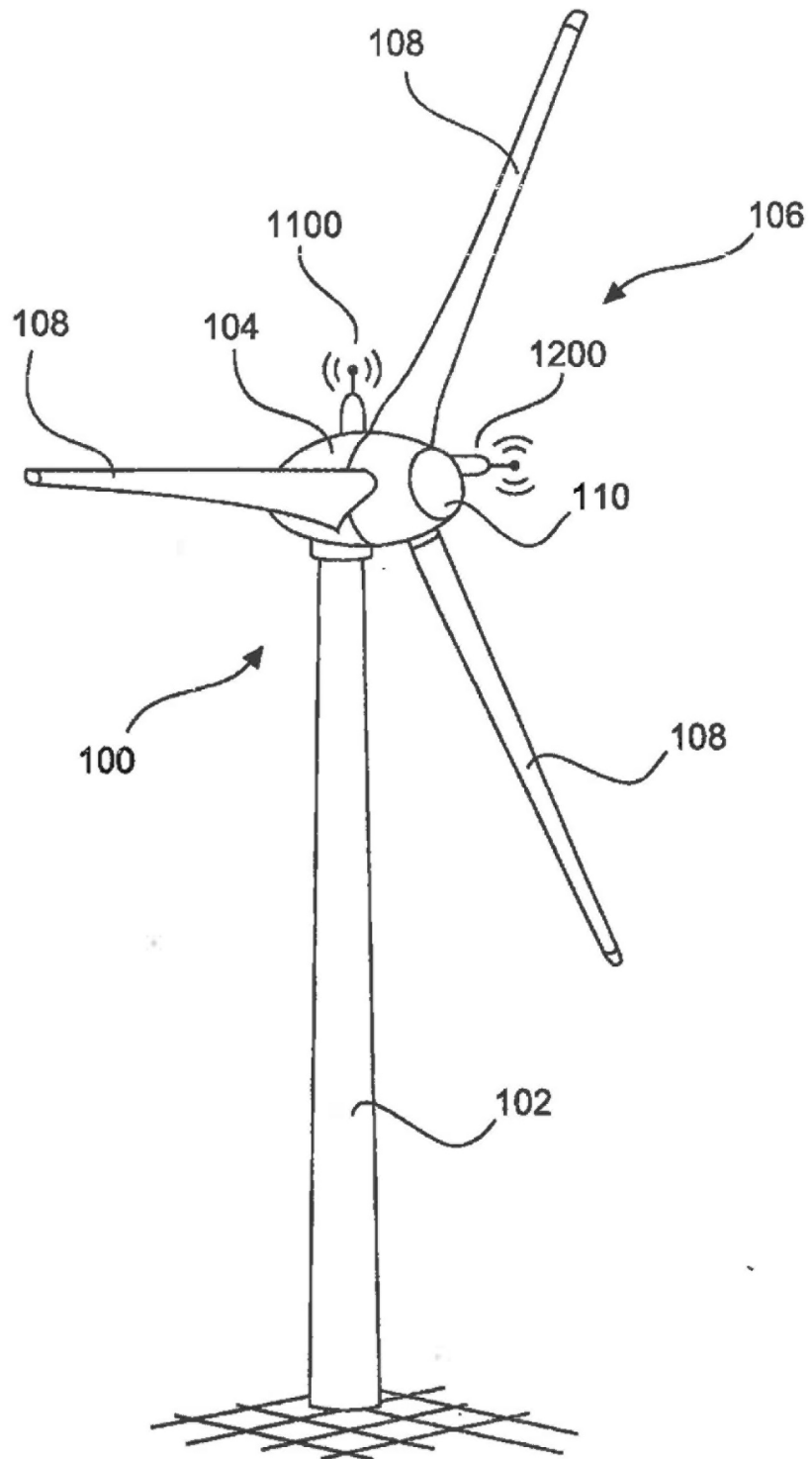
La figura 13 muestra una representación esquemática de una pluralidad de campos de medición para un aerogenerador según la invención. Mediante el uso de una pluralidad de campos de medición A1, A2, A3 puede calcularse tanto un valor de medición dentro de los campos de medición A1, A2, A3 respectivos como también valores de medición entre los puntos de medición respectivos.

De esta manera puede realizarse un cálculo más exacto de los campos de viento delante y detrás del aerogenerador. Según la invención deben existir al menos dos puntos de medición M1, M2 para poder calcular el vector de viento W12 mediante el ángulo de apertura  $\alpha$ . Con un solo punto de medición solo puede registrarse la velocidad del viento a lo largo de la ruta de medición. Se reduce la distancia de los puntos de medición en la dirección de la punta de la pala, es decir, en el área exterior de la pala se posibilita una resolución más elevada. Aquí cabe indicar que, debido a la distancia respecto al eje de rotor, en el área exterior de pala precisamente se generan pares de flexión de pala, que ahora se pueden registrar.

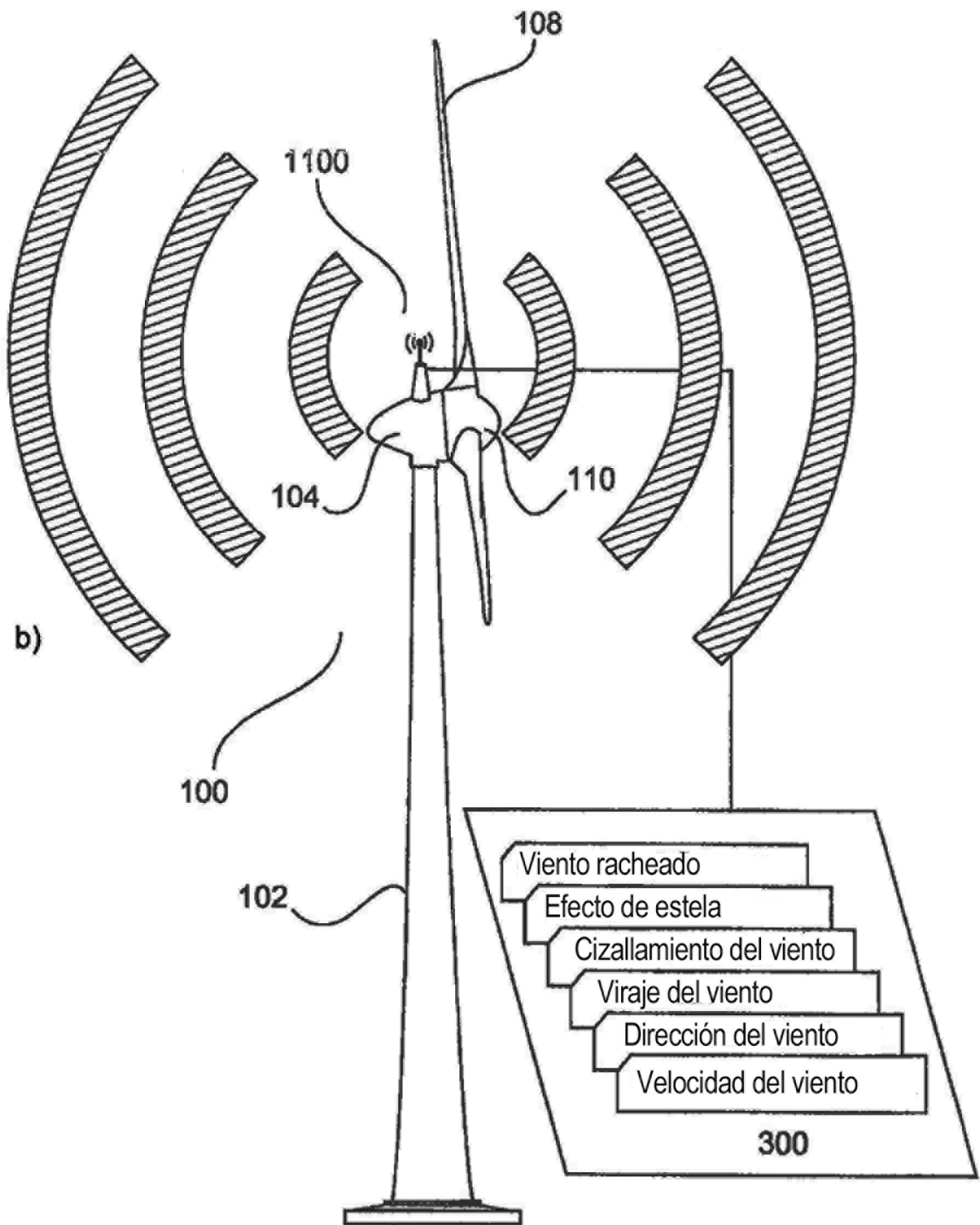
**REIVINDICACIONES**

1. Aerogenerador (100), con una góndola (104), un rotor (106) con al menos dos palas de rotor (108), un *spinner* (110), una primera y/o segunda unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar (1100, 1200) para la emisión de microondas y/u ondas de radar y para el registro de las reflexiones de las microondas y/u ondas de radar, para registrar datos de viento y/o datos meteorológicos o información respecto a un campo de viento delante y/o detrás del aerogenerador (100), y un regulador, el cual controla el funcionamiento del aerogenerador en función de los datos registrados por la primera y/o segunda unidad de medición (1100, 1200), en el que la primera y/o segunda unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar (1100, 1200) está dispuesta sobre la góndola (104) y/o el *spinner* (110), caracterizado porque la primera y/o segunda unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar (1100, 1200) está configurada para medir la pala de rotor (108) mediante las microondas y/u ondas de radar.
2. Aerogenerador según la reivindicación 1, en el que el regulador se basa en una regulación "Feed Forward" y los datos de viento registrados por la primera y/o segunda unidad de medición (1100, 1200) se usan para la regulación "Feed Forward".
3. Aerogenerador según la reivindicación 1 o 2, en el que la primera y/o segunda unidad de medición (1100, 1200) está configurada para calcular un viento oblicuo, un efecto de estela, un cizallamiento del viento, un viraje del viento, una dirección del viento y/o una velocidad del viento delante y/o detrás del aerogenerador.
4. Aerogenerador según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el regulador (300) presenta una unidad de modelo (370), en la que los datos de viento registrados por la primera y/o segunda unidad de medición (1100, 1200) se suministran a la unidad de modelo (370) y los resultados de la modelización en la unidad de modelo (370) se comparan con los parámetros realmente registrados del aerogenerador.
5. Procedimiento para el control de un aerogenerador de una pluralidad de aerogeneradores (100) en un parque eólico, en el que al menos uno de los aerogeneradores (100) presenta una góndola (104), un rotor (106) con al menos dos palas de rotor (108) un *spinner* (110), así como una primera y/o segunda unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar (1100, 1200) para el registro de datos de viento y/o datos meteorológicos delante y/o detrás del aerogenerador, en el que la primera y/o segunda unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar (1100, 1200) está dispuesta sobre la góndola (104) y/o el *spinner* (110), con las etapas:  
 Control de al menos un aerogenerador (100) sobre la base de los datos de viento calculados por la primera y/o segunda unidad de medición (1100, 1200).  
 Medición de la pala de rotor mediante la primera y/o segunda unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar (1100, 1200).
6. Parque eólico con una pluralidad de aerogeneradores según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que uno de los aerogeneradores (100) presenta una unidad de medición de tecnología de microondas o tecnología de radar (1100, 1200), la cual/las cuales está/están configurada/configuradas para realizar una medición del campo de viento detrás del aerogenerador (100), en el que el control del aerogenerador (100) está configurado para optimizar el funcionamiento del aerogenerador e intervenir en el funcionamiento del aerogenerador para optimizar el rendimiento de todo el parque eólico con la pluralidad de aerogeneradores (100) en función del campo de viento medido.
7. Aerogenerador según la reivindicación 1, en el que la primera y/o segunda unidad de medición de tecnología de microondas y/o tecnología de radar (1100, 1200) está configurada para registrar una erosión y/o una formación de hielo en las palas de rotor (106).





**Fig. 1**



**Fig. 2**

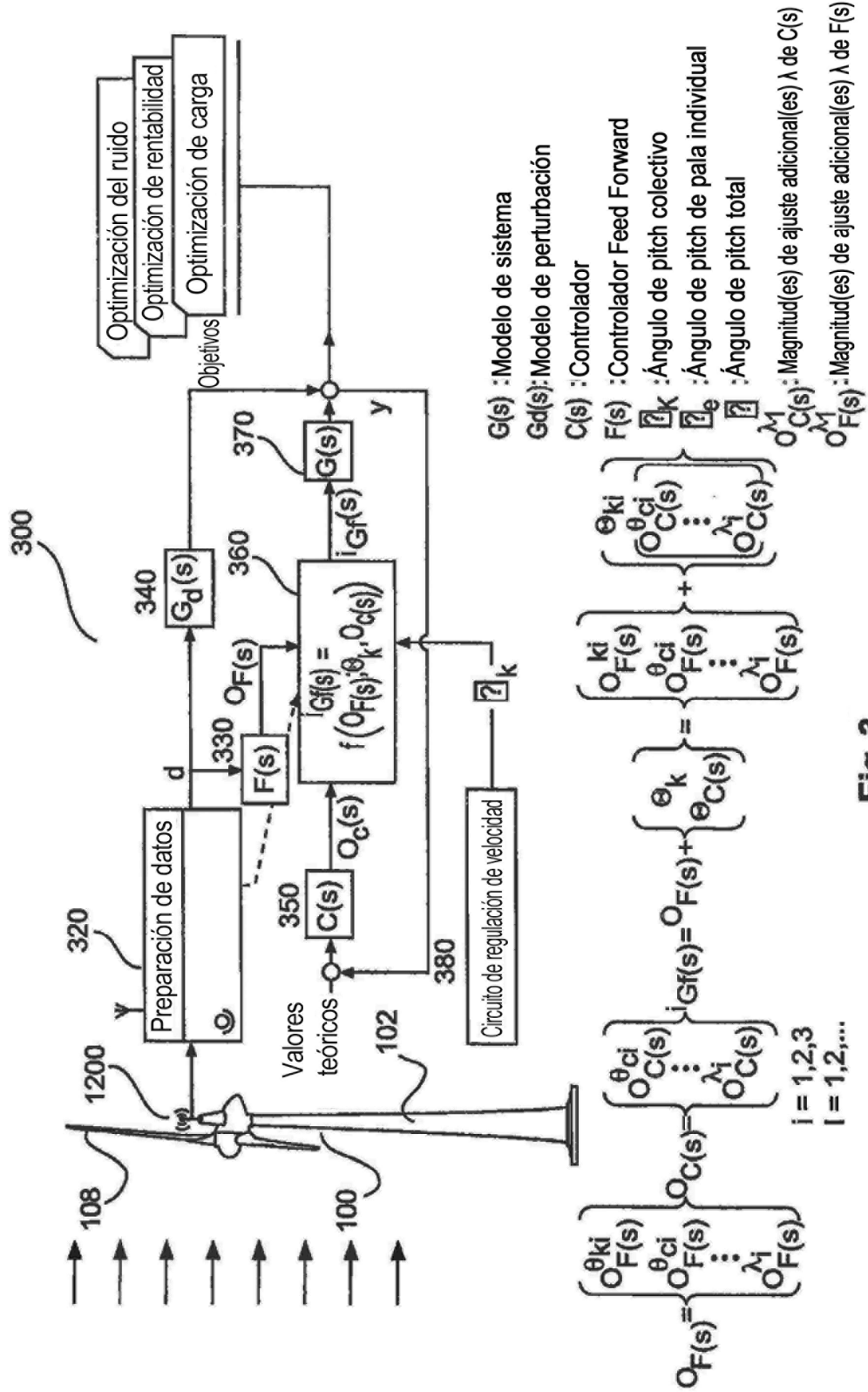


Fig. 3

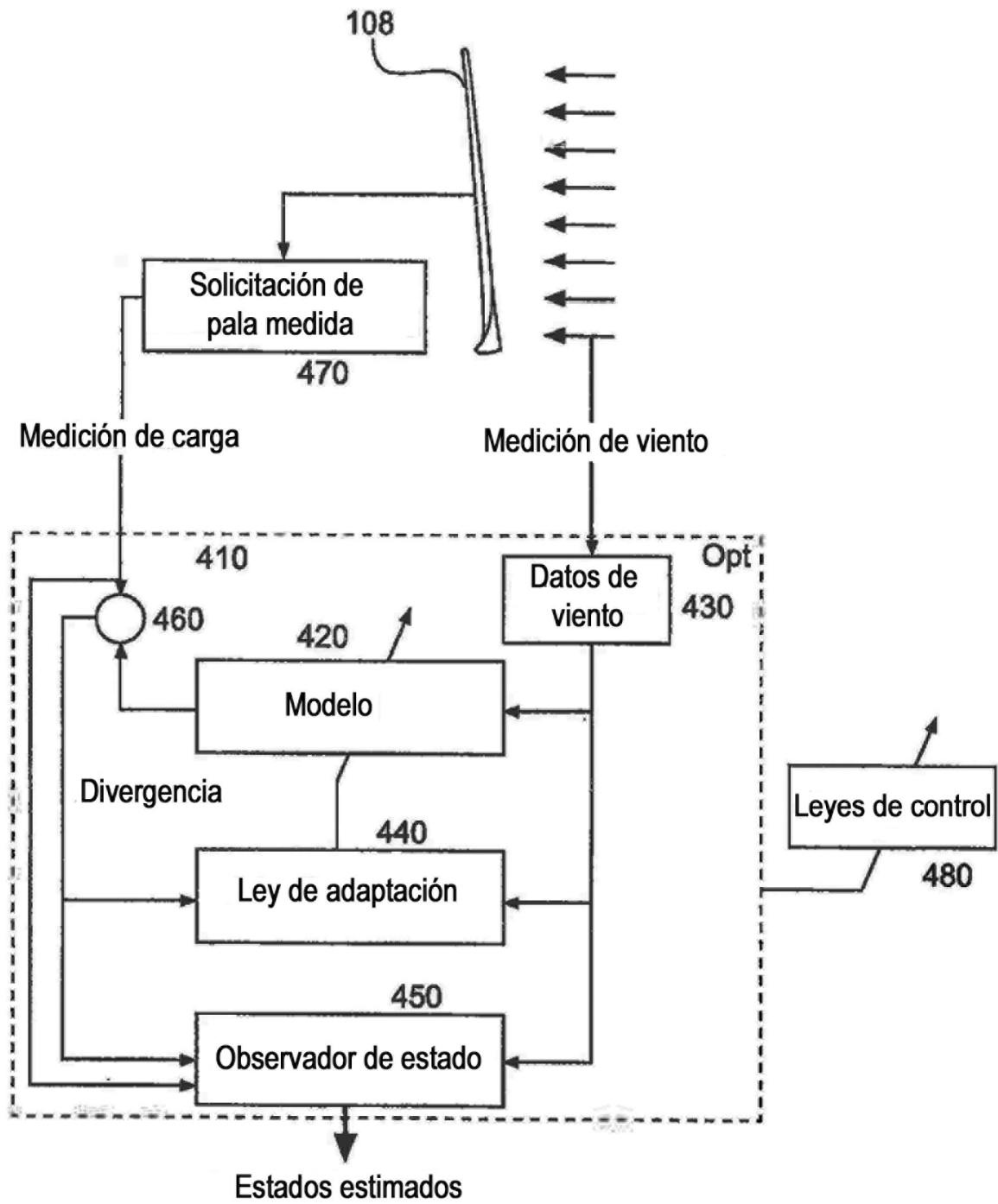
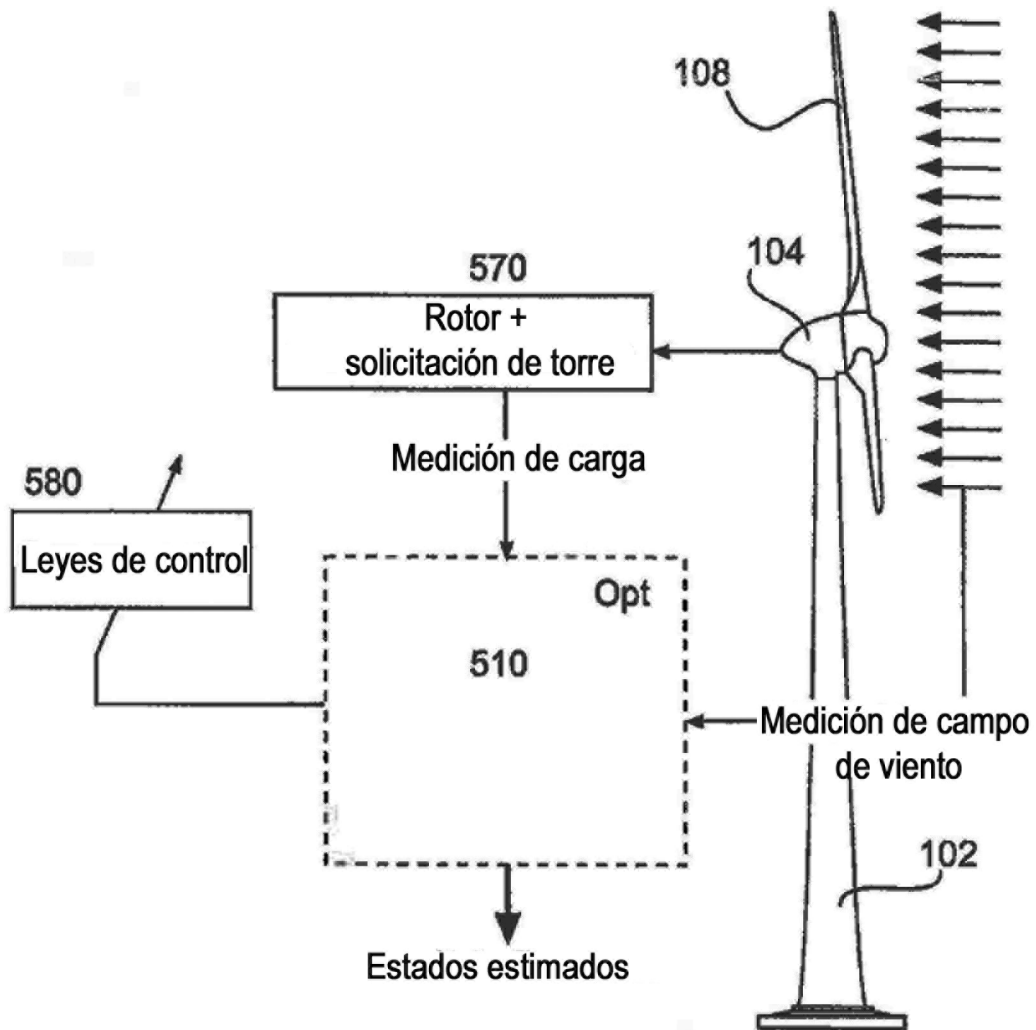


Fig.4



**Fig. 5**

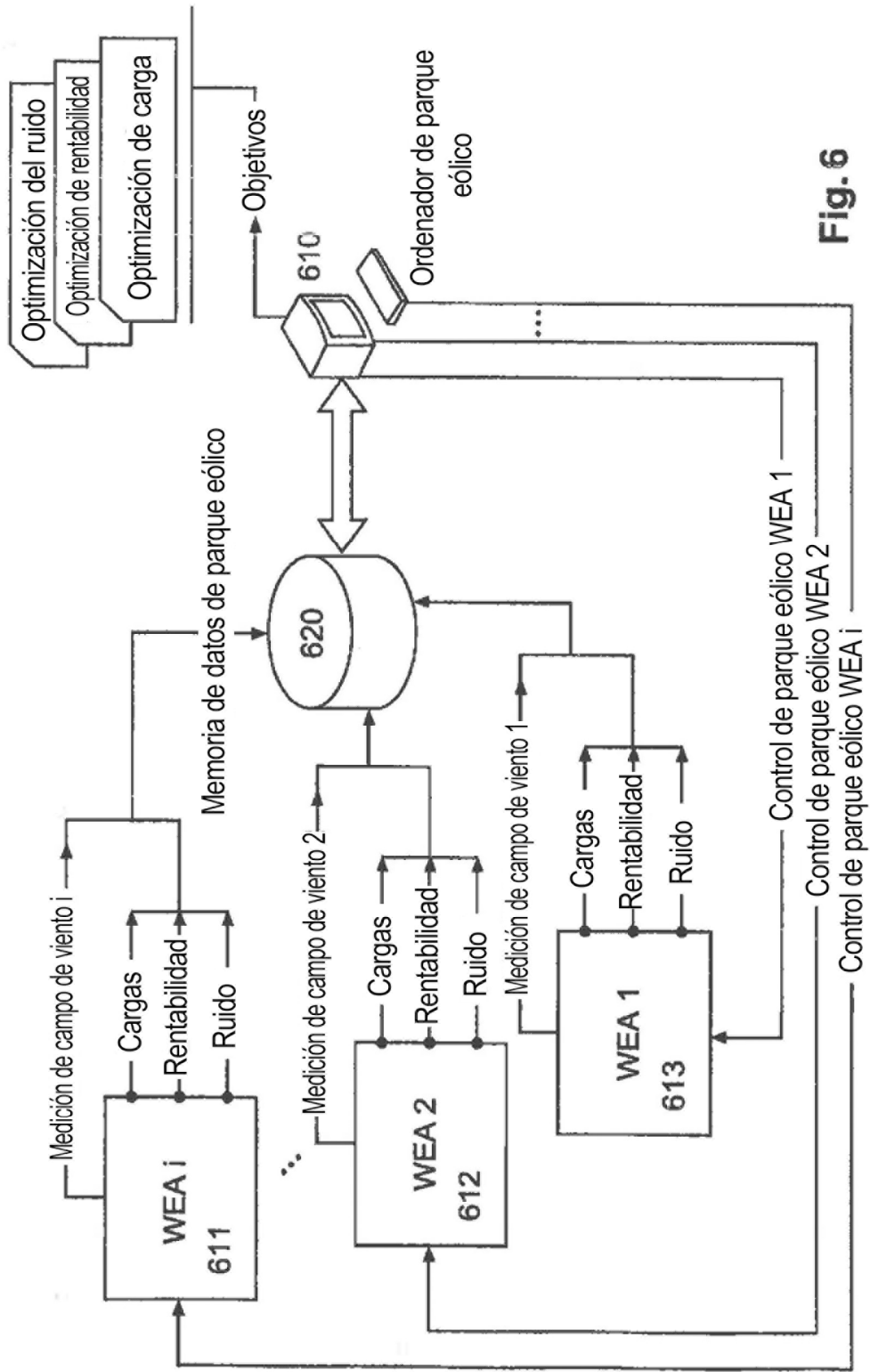
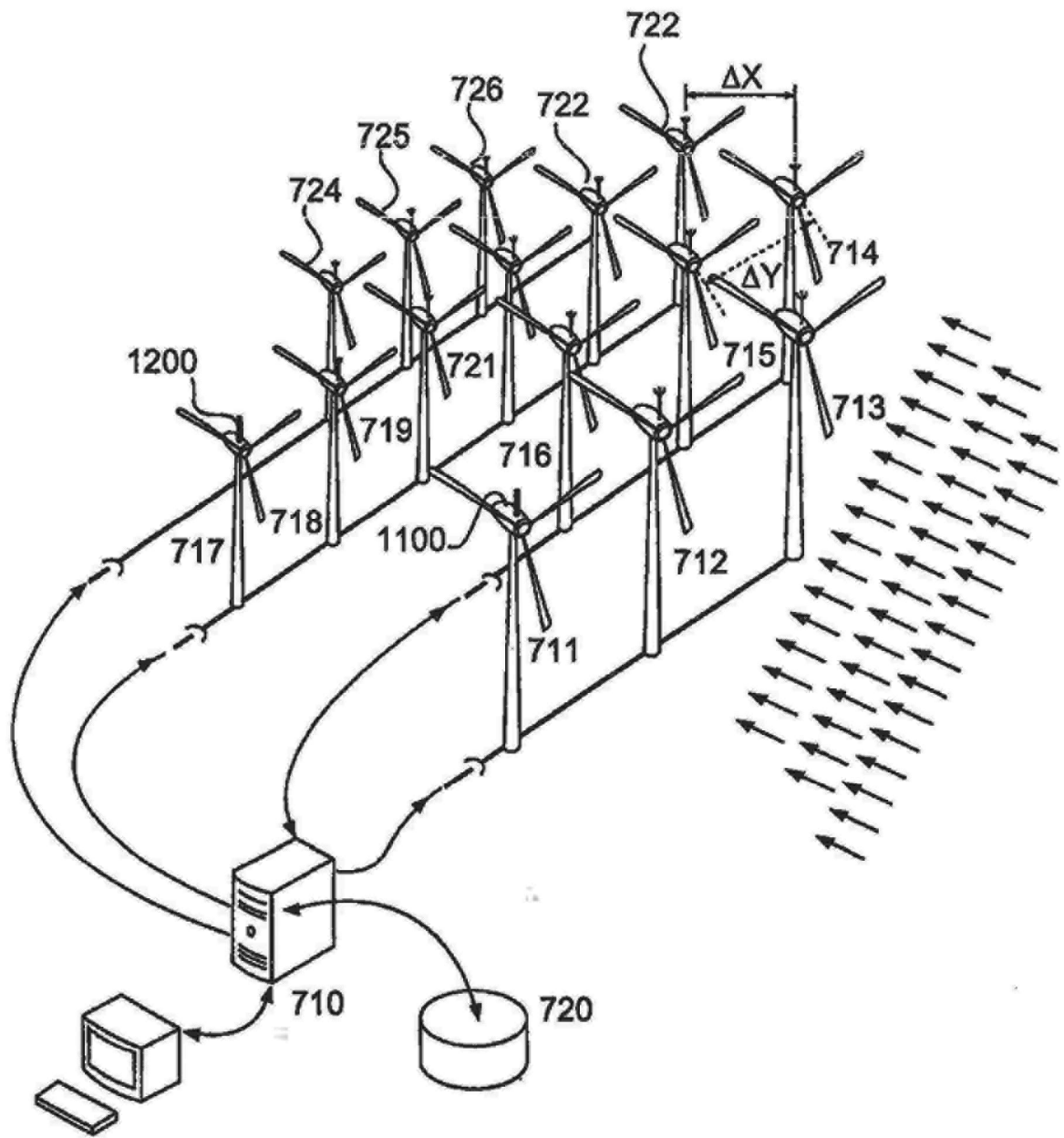
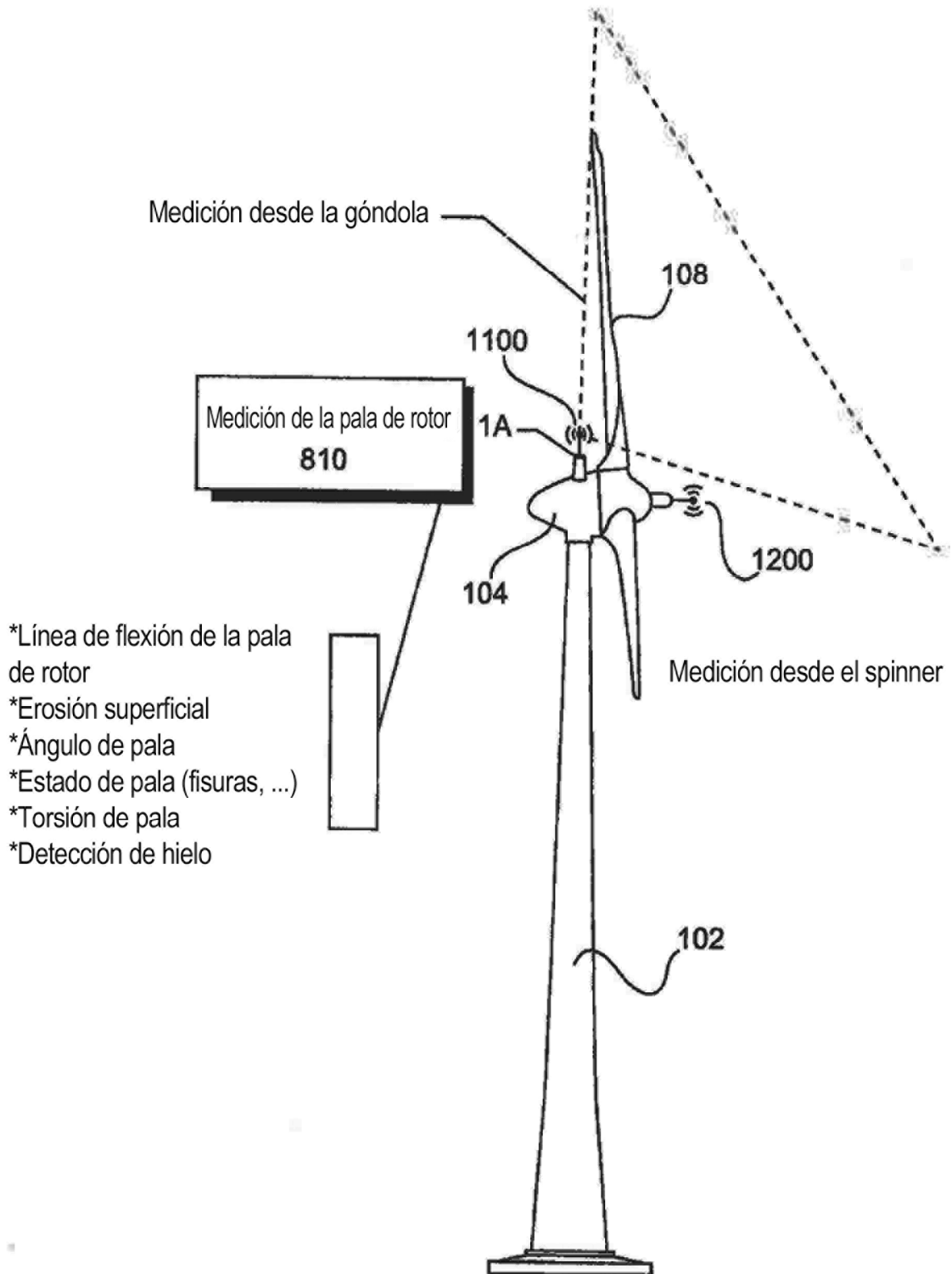


Fig. 6



**Fig. 7**



**Fig. 8**



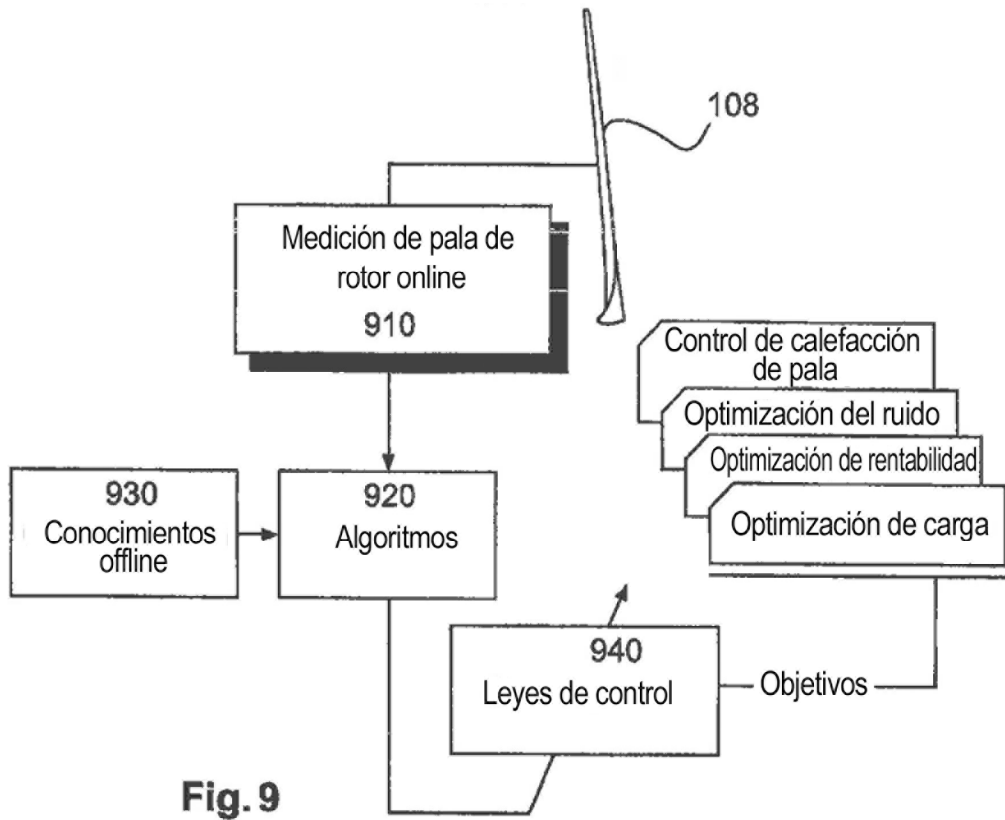


Fig. 9

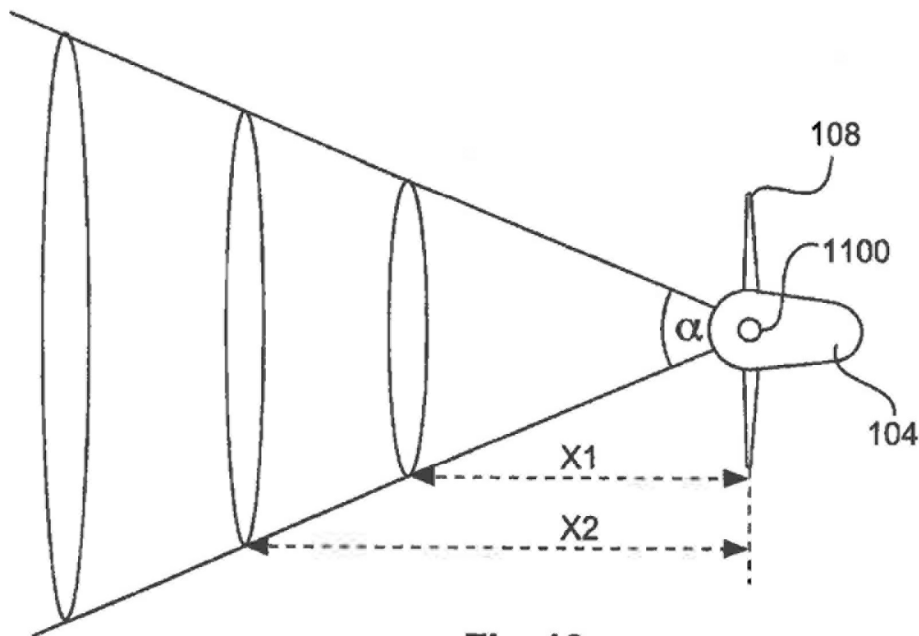
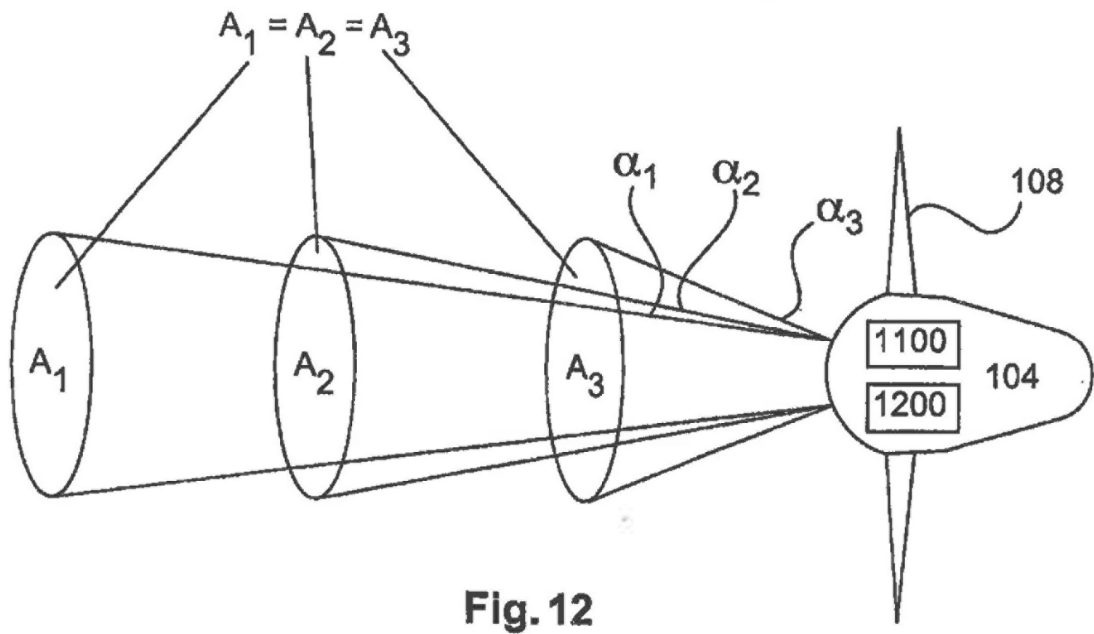
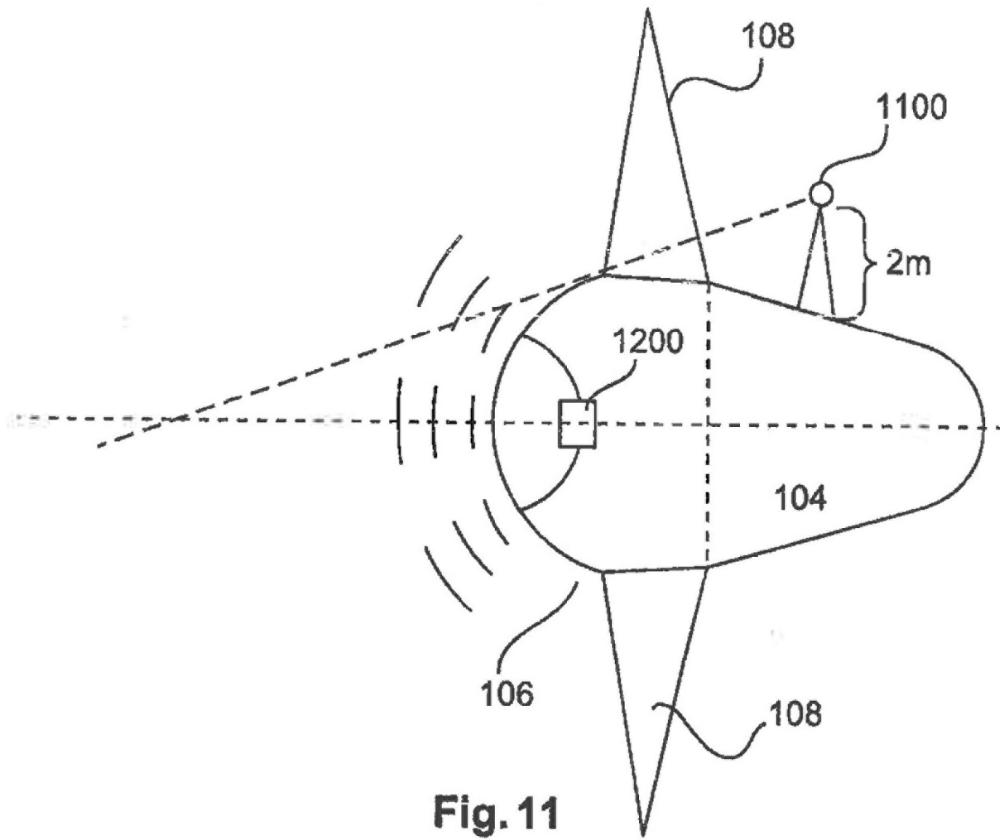


Fig. 10



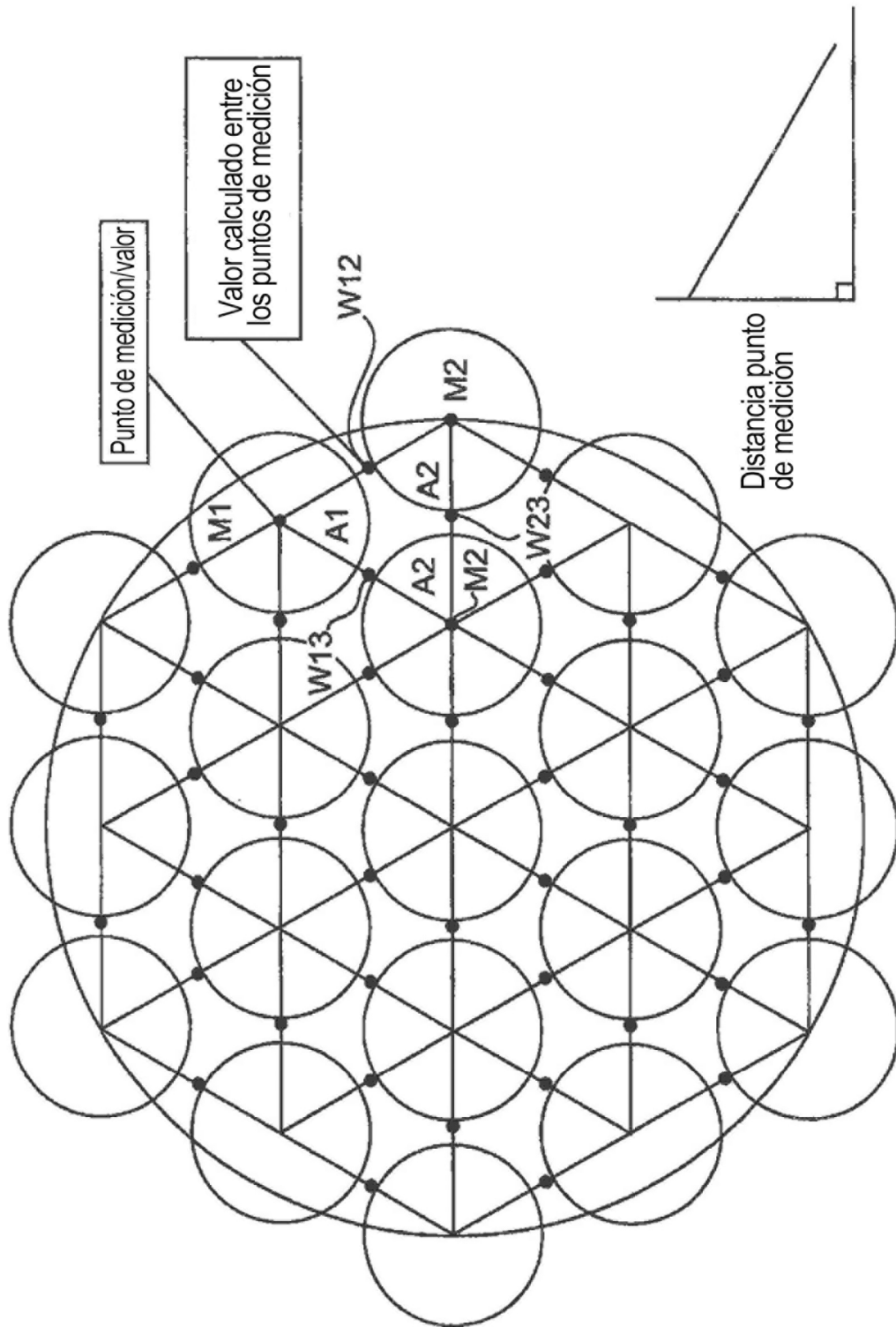


Fig. 13