

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 018 791**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2019 PCT/DK2019/050167**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2019 WO19238185**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2019 E 19727588 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2025 EP 3803111**

54 Título: **Predicción de producción de potencia para una turbina eólica**

30 Prioridad:

11.06.2018 DK PA201870344

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

19.05.2025

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.00%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

MARIC, TOMISLAV;

QVIST, MARTIN y

HOLMBERG, LINE STORELVMO

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 3 018 791 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

Predicción de producción de potencia para una turbina eólica

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método para predecir la producción de potencia de al menos una turbina eólica que forma parte de un parque eólico dispuesto en un sitio.

10 **Antecedentes de la invención**

15 La producción de potencia por turbinas eólicas es una de las alternativas inagotables de generación de energía. Con el fin de incorporar turbinas eólicas en una red de potencia, es necesario predecir la producción de potencia de turbinas eólicas. Por ejemplo, una predicción de producción de potencia de parque eólico precisa es altamente importante para la estabilidad de la red de potencia. La predicción de producción de potencia puede basarse, por ejemplo, en la predicción del régimen y la velocidad del viento, pero también puede basarse en una recopilación de datos sistemática relacionada con el parque eólico. Además, se prefiere que la predicción del viento esté relacionada con el sitio exacto en el que está dispuesto el parque eólico o una turbina eólica particular. Además de la predicción del viento y datos de parque eólico, se necesita un modelo preciso y fiable para calcular la producción de potencia.

20 Entre la técnica anterior relevante se encuentra el documento EP 1906353 A1.

Descripción de la invención

25 Un objetivo de realizaciones de la invención es proporcionar un método para la predicción precisa de producción de potencia de una turbina eólica y/o un parque eólico dispuesto en un sitio.

Un objetivo adicional de realizaciones de la invención es proporcionar un método para la predicción de producción de potencia de una turbina eólica y/o parque eólico con una alta resolución en el tiempo.

30 Según un primer aspecto, la invención proporciona un método para predecir la producción de potencia de al menos una turbina eólica, formando la turbina eólica parte de un parque eólico dispuesto en un sitio, comprendiendo el método las etapas de:

35 - recibir datos de predicción meteorológica globales en un centro de datos central, estando el centro de datos central dispuesto de manera remota con respecto al sitio del parque eólico;

40 - generar una predicción específica de sitio en el centro de datos central, basándose en los datos de predicción meteorológica globales, siendo la predicción específica de sitio una predicción meteorológica específica de sitio y/o una predicción de producción de potencia específica de sitio relacionada con el sitio del parque eólico;

- enviar la predicción específica de sitio desde el centro de datos central hasta un centro de datos local;

45 - recibir datos específicos de sitio en el centro de datos local, comprendiendo los datos específicos de sitio datos meteorológicos específicos de sitio y/o datos de turbina eólica específicos de sitio medidos en el sitio;

- actualizar la predicción específica de sitio en el centro de datos local, usando los datos específicos de sitio; y

50 - generar una predicción de producción de potencia de la al menos una turbina eólica en el centro de datos local, basándose en la predicción específica de sitio actualizada.

Por tanto, el método según el primer aspecto de la invención es un método para predecir la producción de potencia de al menos una turbina eólica.

55 En el presente contexto, el término "predecir la producción de potencia" debe interpretarse como que significa una estimación de potencia que va a producirse en el futuro cercano, por ejemplo, como máximo en varias horas, por una turbina eólica o un parque eólico. Es una predicción de cuánta potencia se generará por una turbina eólica o parque eólico en condiciones dadas.

60 En el presente contexto, debe interpretarse que el término "parque eólico" significa un grupo de al menos dos turbinas eólicas que comparten infraestructura para transmisión de potencia a una red de potencia. Las turbinas eólicas del parque eólico pueden estar dispuestas en un sitio geográfico y se controla preferiblemente mediante al menos una unidad de control. Una parte del grupo de turbinas eólicas pueden controlarse por una unidad de control, mientras que otra parte del grupo de turbinas eólicas pueden controlarse por otro controlador. Cada turbina eólica del parque eólico convierte energía eólica mecánica en energía eléctrica. El parque eólico está normalmente conectado a una red de potencia que suministra energía eléctrica generada.

65

En el presente contexto, debe interpretarse que el término “sitio” significa una zona geográfica en la que está dispuesto el parque eólico.

5 Según el método del primer aspecto de la invención, inicialmente se reciben datos meteorológicos globales en un centro de datos central. El centro de datos central está dispuesto de manera remota con respecto al sitio del parque eólico, y puede gestionar datos relacionados con varios parques eólicos dispuestos en diversos sitios a escala global. Por consiguiente, puede haber una distancia significativa entre el sitio del parque eólico y la ubicación del centro de datos central. El centro de datos central puede disponer de diversos datos o información referente a los parques eólicos con los que está en comunicación, tal como ubicación de parque eólico, configuración, funcionamiento, datos históricos estadísticos sobre la producción de potencia de cada parque eólico, etc.

15 Los datos de predicción meteorológica globales pueden incluir datos meteorológicos a escala global. Los datos de predicción meteorológica globales pueden proporcionarse por uno o más proveedores de predicción meteorológica públicos y/o comerciales. Tales proveedores actualizarán normalmente sus predicciones en una escala de tiempo de varias horas, por ejemplo, cada 4-5 horas o hasta cada 12 horas. Los datos meteorológicos globales pueden basarse en datos de satélite y/o datos obtenidos a partir de varias estaciones meteorológicas dispuestas en diversos sitios distribuidos a nivel global. Por tanto, los datos de predicción meteorológica globales pueden comprender predicción de velocidad del viento, dirección del viento, temperatura del aire, humedad del aire, presión del aire y parámetros similares a escala global, incluyendo tales datos relacionados con la zona geográfica en la que está dispuesto el parque eólico.

25 A continuación, el centro de datos central genera una predicción específica de sitio basándose en los datos de predicción meteorológica globales. La predicción específica de sitio incluye una predicción meteorológica específica de sitio y/o predicción de producción de potencia específica de sitio. La predicción específica de sitio está relacionada con el sitio en el que está el parque eólico de interés. La predicción específica de sitio puede generarse usando diferentes parámetros relacionados con el parque eólico y que se almacenan en el centro de datos central. Además, la predicción específica de sitio puede basarse en datos del sitio, tales como velocidad y dirección del viento, temperatura, etc. También puede basarse en una predicción meteorológica regional. La predicción meteorológica regional puede generarse usando modelos de predicción meteorológica numéricos en el centro de datos central, y usando predicción meteorológica global, y opcionalmente datos específicos de sitio como entrada para los modelos numéricos. La predicción meteorológica regional puede tener una resolución espacial (horizontal y vertical) y temporal mayor que las predicciones meteorológicas globales. El uso de la predicción meteorológica regional puede ser especialmente beneficioso para sitios con condiciones climáticas y meteorológicas o topografía complejas. Por tanto, en el centro de datos central, se extraen datos meteorológicos relacionados con el sitio del parque eólico a partir de la predicción meteorológica global, y basándose en esto se genera una predicción específica de sitio, es decir, una predicción que está relacionada específicamente al sitio del parque eólico. La predicción específica de sitio está relacionada con la meteorología en el sitio del parque eólico y/o a la producción de potencia de las turbinas eólicas del parque eólico. Dado que la predicción específica de sitio se basa en la predicción meteorológica global, la resolución en el tiempo de la predicción específica de sitio corresponde a la resolución en el tiempo de la predicción meteorológica global, es decir, la resolución en el tiempo es normalmente de varias horas, tal como de 1 a 6 horas. Sin embargo, la predicción específica de sitio tiene en cuenta los datos meteorológicos globales, y la manipulación de los datos meteorológicos globales tiene lugar en el centro de datos central.

45 Después se envía la predicción específica de sitio desde el centro de datos central hasta un centro de datos local. En el presente contexto, debe interpretarse que el término “local” significa localmente con respecto al sitio del parque eólico. Por consiguiente, el centro de datos local está dispuesto cerca del parque eólico, por ejemplo, en el sitio del parque eólico o dentro de una distancia aceptable desde el mismo. En cualquier caso, el centro de datos local está dispuesto significativamente más cerca del sitio del parque eólico que el centro de datos central. En particular, el centro de datos local está conectado al parque eólico mediante una red de comunicación local, mientras que el centro de datos central estará normalmente conectado al parque eólico y/o al centro de datos local mediante una red de comunicación global, tal como Internet. La comunicación entre el parque eólico y el centro de datos local garantiza que pueden transferirse datos de manera rápida y fiable, es decir, con un bajo riesgo de pérdida de datos. Además, normalmente los tiempos de transferencia de datos típicos entre el parque eólico y el centro de datos local serán significativamente inferiores a los tiempos de transferencia de datos típicos entre el parque eólico y el centro de datos central.

60 Normalmente, cada parque eólico puede tener su propio centro de datos local. Alternativamente, el centro de datos local puede estar ubicado en una zona en la que existen múltiples parques eólicos. En este caso, todos los parques eólicos en la zona se comunican con un centro de datos local. El centro de datos local puede comprender información más detallada sobre el parque eólico y cada una de las turbinas eólicas comprendidas en el mismo. El centro de datos local puede estar en comunicación con cada turbina eólica de manera independiente así como con una pluralidad de instrumentos que pueden obtener diversos parámetros meteorológicos relacionados con el sitio, por ejemplo, dispositivos de tipo lidar o mástiles meteorológicos locales.

65 Por tanto, datos específicos de sitio en forma de datos meteorológicos específicos de sitio y/o datos de turbina eólica

específicos de sitio se reciben en el centro de datos local. Por consiguiente, el centro de datos local dispone de la predicción específica de sitio, que se recibió a partir del centro de datos central, y que se basa en los datos de predicción meteorológica globales, así como datos específicos de sitio obtenidos de manera local.

5 Cada dispositivo conectado al centro de datos local envía datos al centro de datos local. Todos estos diferentes datos comprenden datos específicos de sitio, y están relacionados con unos datos meteorológicos específicos de sitio y/o datos de turbina eólica específicos de sitio. Los datos meteorológicos específicos de sitio pueden ser medidas de velocidad, dirección y rotación del viento, medidas de presión, temperatura, humedad y otros parámetros relacionados con la meteorología relevantes. Los datos de turbina eólica específicos de sitio están relacionados con el funcionamiento en la turbina eólica de interés en el momento actual, y pueden incluir, por ejemplo, producción de potencia, medidas de carga, información referente a tiempo de parada de las turbinas eólicas, etc.

15 Después se usan los datos específicos de sitio para actualizar la predicción específica de sitio recibida en el centro de datos local a partir del centro de datos central. El centro de datos local puede recibir datos específicos de sitio con tanta frecuencia como sea necesario. No es necesario que una frecuencia de datos específicos de sitio siga la frecuencia de los datos de predicción meteorológica globales. Normalmente, los datos específicos de sitio se generan a una frecuencia mucho mayor que los datos de predicción meteorológica globales, por ejemplo, al menos cada hora, y con frecuencia hasta cada 10 minutos, o cada 2 a 5 minutos, o incluso cada segundo. Por consiguiente, la predicción específica de sitio actualizada tiene una resolución en el tiempo mucho mayor que la predicción específica de sitio que se generó por el centro de datos central, y la predicción específica de sitio actualizada tiene en cuenta datos obtenidos de manera local.

25 Finalmente, se genera una predicción de producción de potencia de la turbina eólica basándose en la predicción específica de sitio actualizada. Dado que la predicción de producción de potencia se basa en la predicción específica de sitio actualizada, tiene una resolución en el tiempo que es tan alta como la resolución en el tiempo de la predicción específica de sitio actualizada, y tiene en cuenta los datos obtenidos de manera local. De ese modo, la predicción de producción de potencia tiene una resolución en el tiempo muy alta del orden de minutos y tiene una precisión mayor que la predicción específica de sitio producida de manera central.

30 Por tanto, el método según el primer aspecto de la invención da como resultado una predicción de producción de potencia para la al menos una turbina eólica que es precisa y tiene una alta resolución en el tiempo. Además, la parte que requiere alta potencia de procesamiento del procedimiento que incluye generar una predicción específica de sitio basándose en los datos meteorológicos globales tiene lugar de manera central, es decir, en el centro de datos central, mientras que la parte que tiene en cuenta los datos obtenidos de manera local tiene lugar de manera local. De ese modo, no se necesita reenviar los datos obtenidos de manera local al centro de datos central con el fin de tener los mismos en cuenta, dando como resultado un tiempo de actualización de predicción de potencia más rápido en comparación con una predicción de potencia generada únicamente en el centro de datos central, dado que no se necesita transferir los datos específicos de sitio desde el sitio hasta el centro de datos central en tiempo real con el fin de incluir los mismos en la predicción de potencia. Procesando datos obtenidos de manera local en el centro de datos local, se reduce significativamente el tiempo de transferencia de datos, dado que sólo se necesita transferir los datos de manera local. Por consiguiente, la resolución en el tiempo de la predicción de producción de potencia final no está limitada por tiempos de transferencia de datos entre el sitio del parque eólico y el centro de datos central, y la única limitación sobre la resolución en el tiempo de la predicción de producción de potencia es la frecuencia a la que se proporcionan los datos específicos de sitio. De ese modo, la predicción de producción de potencia puede incluso generarse en tiempo real o casi en tiempo real. Además, puede usarse una predicción de producción de potencia precisa con una alta resolución en el tiempo para garantizar la estabilidad de la red de potencia. Con la predicción de producción de potencia precisa, puede coordinarse la salida de potencia de varias centrales eléctricas, por ejemplo, centrales eléctricas eólicas, de carbón, solares, permitiendo de ese modo que un operador de red compense cambios previstos en la producción de potencia del parque eólico, y de ese modo garantice un suministro de potencia estable de la red de potencia. Finalmente, pueden recopilarse datos específicos de sitio y transferirse al centro de datos central, por ejemplo, una vez al día, o con un retardo significativo de tal manera que pierde valor para su uso en la predicción a corto plazo.

55 El centro de datos local puede estar dispuesto en el sitio del parque eólico. Según esta realización, el centro de datos local está posicionado dentro de la zona geográfica en la que está ubicado el parque eólico. En este caso, puede incluso considerarse que el centro de datos local forma parte del parque eólico. Como alternativa, el centro de datos local puede estar dispuesto fuera del sitio del parque eólico, pero en las inmediaciones del mismo, o al menos más cerca del parque eólico que el centro de datos central.

60 La etapa de generar la predicción de producción de potencia de la al menos una turbina eólica puede realizarse usando una función de transferencia predefinida. La función de transferencia predefinida puede ser una función matemática, una gráfica o una tabla de consulta, que representa una correlación entre los datos meteorológicos y la producción de potencia de la turbina eólica. Si la función de transferencia es una función matemática, es normalmente una función no lineal que implica varios parámetros diferentes relacionados con la predicción meteorológica y el modo de funcionamiento de la turbina eólica. La función de transferencia se deriva normalmente basándose en datos estadísticos y/o históricos relacionados con la producción de potencia de la turbina eólica. La función de transferencia

puede incluir un gran número de coeficientes diferentes relacionados, por ejemplo, con potencia del viento, dirección del viento, velocidad del viento a diferentes niveles y ubicaciones cerca de la turbina eólica, precipitación, radiación solar, flujos de calor de superficie, temperatura exterior, humedad, presión, tipo y condición de turbina eólica, etc. La entrada de la función de transferencia predefinida puede ser los datos meteorológicos específicos de sitio, los datos de turbina eólica específicos de sitio, y/o una predicción de producción de potencia específica de sitio generada en el centro de datos global, y/o curvas de potencia para la turbina eólica. La salida de la función de transferencia predefinida es normalmente una predicción de producción de potencia de la al menos una turbina eólica. La función de transferencia predefinida puede ejecutarse en una unidad informática que forma parte del centro de datos local. Tener la función de transferencia predefinida facilita una predicción de la producción de potencia en un parque eólico o turbina eólica ya que sólo se requieren uno o unos pocos parámetros como entrada.

Según una realización, la función de transferencia predefinida puede generarse basándose en datos históricos de la al menos una turbina eólica dentro de un periodo de tiempo asignado. Los datos históricos pueden incluir datos relacionados con producción de potencia pasada en determinadas condiciones meteorológicas. Estos datos pueden recopilarse a lo largo del periodo de tiempo asignado tal como una semana, un mes, un año o varios años. Los datos pueden actualizarse constantemente con nuevos datos, creando una función de transferencia dinámica y mejorando por tanto la precisión de la función de transferencia. Los datos pueden formar una tabla de consulta que puede servir como función de transferencia predefinida. La entrada para la tabla pueden ser parámetros meteorológicos. Los parámetros meteorológicos pueden mapearse en los datos meteorológicos existentes en la tabla de consulta con el fin de determinar una producción de potencia correspondiente. La producción de potencia correspondiente puede determinarse mediante extrapolación o mediante conversión directa de datos meteorológicos a los datos de producción de potencia. Generando la función de transferencia predefinida basándose en datos históricos la predicción de producción de potencia se mejora la precisión. Además, cuando más largo es el periodo de tiempo asignado mayor es la precisión de predicción promedio que puede lograrse.

La etapa de generar una predicción específica de sitio puede comprender generar una predicción meteorológica específica de sitio, la etapa de actualizar la predicción específica de sitio en el centro de datos local puede comprender actualizar la predicción meteorológica específica de sitio, y la etapa de generar una predicción de producción de potencia para la al menos una turbina eólica puede realizarse basándose en la predicción meteorológica específica de sitio actualizada. Según esta realización, se genera una predicción meteorológica específica de sitio en el centro de datos central, basándose en los datos de predicción meteorológica globales y posiblemente en parámetros adicionales relacionados con el sitio, y esta predicción meteorológica específica de sitio se envía al centro de datos local. Entonces se actualiza la predicción meteorológica específica de sitio en el centro de datos local mediante datos meteorológicos específicos de sitio para obtener una predicción meteorológica específica de sitio más precisa y detallada con una resolución en el tiempo mayor. Los datos meteorológicos específicos de sitio actualizados pueden usarse como entrada para una función de transferencia predefinida y de ese modo convertirse en la predicción de producción de potencia para la turbina eólica dispuesta en el sitio.

Alternativamente, la etapa de generar una predicción específica de sitio puede comprender generar una predicción de producción de potencia específica de sitio en el centro de datos central. Según esta realización, se genera una predicción de producción de potencia específica de sitio en el centro de datos central, basándose en los datos meteorológicos globales, y se envía al centro de datos local. En este caso, los datos meteorológicos globales pueden usarse como entrada para una función de transferencia predefinida con el fin de obtener la predicción de producción de potencia específica de sitio de la turbina eólica dispuesta en el sitio. Habiendo generado la predicción de producción de potencia específica de sitio, se genera una estimación aproximada de la predicción de producción de potencia. Después se actualiza esta estimación aproximada, usando los datos específicos de sitio, en el centro de datos local.

La etapa de generar una predicción de producción de potencia específica de sitio en el centro de datos central puede comprender generar una predicción meteorológica específica de sitio, basándose en los datos de predicción meteorológica globales, y generar una predicción de producción de potencia específica de sitio, basándose en la predicción meteorológica específica de sitio. Según esta realización, la predicción de producción de potencia específica de sitio se genera en el centro de datos central generando en primer lugar una predicción meteorológica específica de sitio, basándose en los datos meteorológicos globales, y después generando una predicción de producción de potencia específica de sitio, basándose en la predicción meteorológica específica de sitio. Después se envía la predicción de producción de potencia específica de sitio al centro de datos local. En este caso, la predicción meteorológica específica de sitio puede introducirse en una función de transferencia con el fin de obtener la predicción de producción de potencia específica de sitio. No se descarta que la predicción meteorológica específica de sitio se envíe al centro de datos local junto con la predicción de producción de potencia específica de sitio.

Los datos de predicción meteorológica globales pueden recibirse en el centro de datos central al menos cada 6 horas, es decir, al menos cuatro veces al día. Esto es un periodo de tiempo típico en el que los centros de meteorología comerciales o públicos envían actualizaciones sobre la predicción meteorológica que puede proporcionar un punto de partida satisfactorio en la predicción de la producción de potencia de una turbina eólica. Alternativamente, los datos de predicción meteorológica globales pueden recibirse con mayor frecuencia, tal como cada 5 horas, tal como cada 4 horas o tal como cada 3 horas. Teniendo los datos de predicción meteorológica globales actualizados al menos cuatro veces al día, puede obtenerse una predicción meteorológica específica de sitio más precisa. Adicionalmente,

un conjunto de los datos de predicción meteorológica globales recibidos en al menos 6 horas puede usarse para calcular al menos dos predicciones meteorológicas específicas de sitio.

5 La predicción de producción de potencia de la al menos una turbina eólica es normalmente una predicción de potencia prevista generada por la al menos una turbina eólica funcionando en condiciones óptimas. Las condiciones óptimas implican un funcionamiento previsto del rotor, palas de turbina eólica, caja de engranajes y otros componentes de turbina eólica responsables de la conversión de energía eólica mecánica en energía eléctrica. Condiciones impredecibles en el comportamiento de la turbina eólica que no se prevén en ninguna circunstancia no pueden tenerse en cuenta cuando se predice la producción de potencia. Lo mismo se aplica para cambios impredecibles en las condiciones meteorológicas y del viento.

10 Los datos de turbina eólica específicos de sitio pueden comprender información relacionada con salida de potencia actual de una o más turbinas eólicas del parque eólico, medidas de temperatura de una o más turbinas eólicas del parque eólico, velocidad de rotor de una o más turbinas eólicas del parque eólico, y/o ángulo de paso de palas de turbina eólica de una o más turbinas eólicas del parque eólico. Los datos de turbina eólica específicos de sitio pueden reflejar condiciones de funcionamiento de la turbina eólica correspondiente que, por otro lado, pueden influir en la producción de potencia en gran medida. Estos parámetros pueden usarse como entrada para la función de transferencia predefinida y contribuir a la precisión de la producción de potencia predicha de la turbina eólica correspondiente.

15 Los datos de turbina eólica específicos de sitio pueden incluir información referente a mantenimiento de turbina eólica planificado para una o más turbinas eólicas del parque eólico. Si hay mantenimiento de turbina eólica planificado, la turbina eólica no estará operativa durante un determinado periodo de tiempo en el que está planificado que tenga lugar el mantenimiento, y por tanto la turbina eólica no proporcionará ninguna potencia durante este periodo de tiempo, independientemente de las condiciones meteorológicas. Dado que los intervalos de mantenimiento planificados para turbinas eólicas normalmente se conocen, puede tenerse ventajosamente en cuenta tales periodos de tiempo no operativos cuando se predice la producción de potencia.

20 Según una realización de la invención, el método puede comprender además la etapa de hacer funcionar una o más turbinas eólicas del parque eólico de acuerdo con la predicción de producción de potencia generada. Normalmente, la turbina eólica generará una cantidad de potencia que es igual al valor predicho. En el caso en el que la turbina eólica tiende a producir más potencia de la predicha, la unidad de control puede reducir la potencia de la turbina eólica, es decir, controlar la turbina eólica para provocar una disminución de la potencia producida generada de tal manera que la potencia generada coincide con la predicción. Esto puede realizarse, por ejemplo, controlando el ángulo de paso de la palas de turbina eólica. Haciendo funcionar la turbina eólica de acuerdo con la producción de potencia predicha, una red de potencia con la que está conectada la turbina eólica recibirá la energía "prometida" y, por tanto, funcionará según lo previsto y sin ninguna cantidad de energía en exceso o faltante.

25 El método puede comprender además la etapa de generar una predicción de potencia para el parque eólico agregando predicciones de producción de potencia de todas las turbinas eólicas del parque eólico. Cada turbina eólica comprendida en el parque eólico puede tener una producción de potencia predicha dado que el parque eólico puede extenderse a lo largo de una gran zona a través de la cual las corrientes de viento son diferentes. Entonces, cada turbina eólica puede tener su propia predicción de viento y datos específicos de turbina eólica, que difieren de una turbina eólica a otra. La potencia total generada por el parque eólico es normalmente una suma de las potencias predichas de todas las turbinas eólicas comprendidas en el parque eólico. Prediciendo la potencia total del parque eólico de esta manera, se obtiene una potencia total predicha más precisa.

30 El método puede comprender además la etapa de hacer funcionar el parque eólico de acuerdo con la predicción de potencia generada para el parque eólico. Esto puede suceder si una o más turbinas eólicas comprendidas en el parque eólico no producen potencia igual al valor predicho. Esto puede abordarse de la misma manera que se comentó anteriormente, para una turbina eólica. Tal como se describió anteriormente, cuando se hace funcionar la turbina eólica de acuerdo con la potencia predicha, la red de potencia con la que está conectado el parque eólico recibirá potencia según lo previsto.

35 El parque eólico puede hacerse funcionar para generar el 90-100 % de la producción de potencia predicha de la predicción de potencia generada para el parque eólico. Haciendo funcionar el parque eólico para producir más del 90 % de la potencia predicha, la red de potencia con la que está conectado el parque eólico no experimentará ninguna circunstancia imprevista. Haciendo funcionar el parque eólico para generar, por ejemplo, el 95 % de la potencia predicha, puede suministrarse la potencia predicha aunque la velocidad del viento disminuya por debajo del valor predicho, lo cual puede preverse, así como en el caso de pequeñas variaciones de velocidad del viento alrededor del valor predicho. Por tanto, con el fin de garantizar la estabilidad de la red, de esta manera puede proporcionarse una salida de potencia estable.

40 Según un segundo aspecto, la invención proporciona un sistema que comprende un parque eólico dispuesto en un sitio, comprendiendo el parque eólico al menos dos turbinas eólicas, un centro de datos central que está dispuesto de manera remota con respecto al sitio del parque eólico, y un centro de datos local,

estando el centro de datos central configurado para recibir datos de predicción meteorológica globales, generar una predicción específica de sitio basándose en los datos de predicción meteorológica globales, y enviar la predicción específica de sitio desde el centro de datos central hasta el centro de datos local, siendo la predicción específica de sitio una predicción meteorológica específica de sitio y/o una predicción de producción de potencia específica de sitio relacionada con el sitio del parque eólico;

estando el centro de datos local configurado para recibir datos específicos de sitio, comprendiendo los datos específicos de sitio datos meteorológicos específicos de sitio y/o datos de turbina eólica específicos de sitio medidos en el sitio, estando el centro de datos local configurado además para actualizar la predicción específica de sitio, usando los datos específicos de sitio; y

estando el sistema configurado para generar una predicción de producción de potencia de la al menos una turbina eólica en el centro de datos local, basándose en la predicción específica de sitio actualizada.

Tener el centro de datos local dispuesto de manera local con respecto al sitio del parque eólico relaja los requisitos para que el sistema funcione de manera eficiente, fiable y sin ningún retardo. Por consiguiente, el sistema según el segundo aspecto de la invención puede generar predicciones de producción de potencia que son precisas y tienen una alta resolución en el tiempo, tal como se describió anteriormente con referencia al primer aspecto de la invención.

El sistema según el segundo aspecto de la invención puede ventajosamente ser capaz de realizar el método según el primer aspecto de la invención. Por tanto, se indica que un experto reconocerá fácilmente que cualquier característica descrita en combinación con el primer aspecto de la invención también puede combinarse con el segundo aspecto de la invención, y viceversa. Por tanto, cualquier observación expuesta anteriormente con referencia al primer aspecto de la invención es igualmente aplicable en este caso.

Tal como se describió anteriormente, el centro de datos local puede estar dispuesto en el sitio del parque eólico.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirá la invención en más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 muestra un diagrama esquemático que ilustra un método para predecir la producción de potencia de una turbina eólica según una primera realización del primer aspecto de la invención,

la figura 2 muestra un diagrama esquemático que ilustra un método para predecir la producción de potencia de una turbina eólica según una segunda realización del primer aspecto de la invención, y

la figura 3 muestra un sistema según una realización de la invención.

Descripción detallada de los dibujos

La figura 1 muestra un diagrama esquemático que ilustra un método para predecir la producción de potencia de una turbina eólica según una primera realización de la invención. La turbina eólica forma parte de un parque eólico dispuesto en un sitio. Un centro de datos central 100 está dispuesto de manera remota con respecto al sitio, mientras que un centro de datos local 101 está dispuesto en el sitio del parque eólico. En la primera etapa 102 el centro de datos central 100 recibe datos de predicción meteorológica globales o regionales, por ejemplo, en forma de una o más predicciones meteorológicas globales, a partir de al menos un centro de predicción meteorológica global 103. Entonces, el centro de datos central 100, en la siguiente etapa 104, genera una predicción meteorológica específica de sitio basándose en los datos de predicción meteorológica globales o regionales. La predicción meteorológica específica de sitio está relacionada con el sitio del parque eólico. Después se envía la predicción meteorológica específica de sitio generada en el centro de datos central 100 en la etapa 104 al centro de datos local 101. El centro de datos local 101 también recibe datos específicos de sitio 105. Los datos específicos de sitio 105 comprenden datos meteorológicos específicos de sitio y/o datos de potencia específicos de sitio relacionados con la turbina eólica. En una primera etapa 106, el centro de datos local 101 actualiza la predicción meteorológica específica de sitio usando los datos específicos de sitio 105, obteniendo de ese modo una predicción meteorológica específica de sitio actualizada. En la última etapa 107 del método, el centro de datos local 101 genera una predicción de producción de potencia de turbina eólica, basándose en la predicción meteorológica específica de sitio actualizada.

La figura 2 muestra un diagrama esquemático que ilustra un método para predecir la producción de potencia de una turbina eólica según una segunda realización de la invención. Como en la primera realización, la turbina eólica forma parte de un parque eólico dispuesto en un sitio. Un centro de datos central 100 está dispuesto de manera remota con respecto al sitio, mientras que un centro de datos local 101 está dispuesto en el sitio del parque eólico. En la primera etapa 102 el centro de datos central 100 recibe datos de predicción meteorológica globales o regionales a partir de al menos un centro de predicción meteorológica global 103. Entonces, el centro de datos central 100, en la siguiente etapa 104, genera una predicción meteorológica específica de sitio basándose en los datos de predicción

meteorológica globales o regionales. Además, el centro de datos central 100, en la etapa 205, genera una predicción de potencia específica de sitio basándose en la predicción meteorológica específica de sitio. Después se envía la predicción de potencia específica de sitio generada en el centro de datos central 100 en la etapa 205 al centro de datos local 101. El centro de datos local 101 también recibe datos específicos de sitio 105. Los datos específicos de sitio 105 comprenden datos meteorológicos específicos de sitio y/o datos de potencia específicos de sitio relacionados con la turbina eólica. Como etapa final 206 del método, el centro de datos local 101 actualiza la predicción de potencia específica de sitio usando los datos específicos de sitio 105, basándose en los datos específicos de sitio.

La figura 3 muestra un sistema según una realización de la invención. El sistema realiza el método descrito en las figuras 1 y 2. El sistema comprende un parque eólico 300 dispuesto en un sitio 301. El parque eólico 300 comprende al menos dos turbinas eólicas, y la figura muestra tres turbinas 302-304. El parque eólico 300 comprende además una unidad de control 305 que está en comunicación con todas las turbinas eólicas 302-304 dispuestas en el sitio 301. Un centro de datos local 306 también está dispuesto en el sitio 301 y está configurado para recibir datos a partir de la unidad de control 305. El centro de datos local 306 también está configurado para recibir datos de predicción meteorológica relacionados con el sitio 301 a partir de un centro de meteorología local 307, es decir, unos datos de predicción meteorológica específicos de sitio. El centro de meteorología local 307 genera los datos específicos de sitio.

Un centro de datos central 308 está dispuesto de manera remota con respecto al sitio 301 del parque eólico 300. El centro de datos central 308 está configurado para recibir datos de predicción meteorológica globales a partir de al menos un centro de meteorología global 309. Una vez recibidos los datos de predicción meteorológica globales, el centro de datos central 308 genera una predicción específica de sitio basándose en los datos de predicción meteorológica globales, y envía la predicción específica de sitio desde el centro de datos central 308 hasta el centro de datos local 306. La predicción específica de sitio es una predicción meteorológica específica de sitio y/o una predicción de producción de potencia específica de sitio relacionada con el sitio 301 del parque eólico 300. En una realización alternativa, el centro de datos central 308 puede generar únicamente la predicción meteorológica específica de sitio mientras que la predicción de producción de potencia específica de sitio se generará por el centro de datos local 306.

El centro de datos local 306 está configurado para recibir datos específicos de sitio y para actualizar la predicción específica de sitio, usando los datos específicos de sitio recibidos a partir de la unidad de control 305 y el centro de meteorología local 307. El centro de datos local 306 genera finalmente una predicción de producción de potencia de la al menos una turbina eólica basándose en la predicción específica de sitio actualizada.

En una realización, cada una de las turbinas eólicas 302-304 del parque eólico 300 puede tener su propia unidad de control 305. Entonces, cada una de las unidades de control 305 estará conectada individualmente al centro de datos local 306. Además, el centro de datos local 306 puede generar una predicción de potencia para el parque eólico 300 agregando predicciones de producción de potencia de todas las turbinas eólicas 302-304 dispuestas en el parque eólico 300.

Tal como se describió anteriormente, el sistema de la figura 3 puede generar predicciones de producción de potencia para las turbinas eólicas del parque eólico 300, que son precisas y tienen una resolución en el tiempo muy alta, porque la parte del procedimiento que implica manipulación de datos de predicción meteorológica globales se realiza en el centro de datos central 308, mientras que la parte del procedimiento que tiene en cuenta datos obtenidos de manera local se realiza en el centro de datos local 306.

REIVINDICACIONES

1. Método para predecir la producción de potencia de al menos una turbina eólica (302), formando la turbina eólica (302) parte de un parque eólico (300) dispuesto en un sitio (301), comprendiendo el método las etapas de:
- recibir datos de predicción meteorológica globales (309) en un centro de datos central (308), estando el centro de datos central (308) dispuesto de manera remota con respecto al sitio (301) del parque eólico (300);
 - generar una predicción específica de sitio en el centro de datos central (308), basándose en los datos de predicción meteorológica globales (309), siendo la predicción específica de sitio una predicción meteorológica específica de sitio y/o una predicción de producción de potencia específica de sitio relacionada con el sitio (301) del parque eólico (300);
- caracterizado porque el método comprende además las etapas de:
- enviar la predicción específica de sitio desde el centro de datos central (308) hasta un centro de datos local (306);
 - recibir datos específicos de sitio en el centro de datos local (306), comprendiendo los datos específicos de sitio datos meteorológicos específicos de sitio y/o datos de turbina eólica específicos de sitio medidos en el sitio (301);
 - actualizar la predicción específica de sitio en el centro de datos local (306), usando los datos específicos de sitio; y
 - generar una predicción de producción de potencia de la al menos una turbina eólica (302) en el centro de datos local (306), basándose en la predicción específica de sitio actualizada.
2. Método según la reivindicación 1, en el que el centro de datos local (306) está dispuesto en el sitio (301) del parque eólico (300).
3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el que la etapa de generar una predicción de producción de potencia de la al menos una turbina eólica (302) se realiza usando una función de transferencia predefinida.
4. Método según la reivindicación 3, en el que la función de transferencia predefinida se genera basándose en datos históricos de la al menos una turbina eólica (302) dentro de un periodo de tiempo asignado.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de generar una predicción específica de sitio comprende generar una predicción meteorológica específica de sitio, en el que la etapa de actualizar la predicción específica de sitio en el centro de datos local (306) comprende actualizar la predicción meteorológica específica de sitio, y en el que la etapa de generar una predicción de producción de potencia para la al menos una turbina eólica (302) se realiza basándose en la predicción meteorológica específica de sitio actualizada.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la etapa de generar una predicción específica de sitio comprende generar una predicción de producción de potencia específica de sitio en el centro de datos central (308).
7. Método según la reivindicación 6, en el que la etapa de generar una predicción de producción de potencia específica de sitio en el centro de datos central (308) comprende generar una predicción meteorológica específica de sitio, basándose en los datos de predicción meteorológica globales (309), y generar una predicción de producción de potencia específica de sitio, basándose en la predicción meteorológica específica de sitio.
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la predicción de producción de potencia de la al menos una turbina eólica (302) es una predicción de potencia prevista generada por la al menos una turbina eólica (302) funcionando en condiciones óptimas.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos de turbina eólica específicos de sitio comprenden información relacionada con salida de potencia actual de una o más turbinas eólicas (302) del parque eólico (300), medidas de temperatura de una o más turbinas eólicas (302) del parque eólico (300), velocidad de rotor de una o más turbinas eólicas (302) del parque eólico (300), y/o ángulo de paso de palas de turbina eólica de una o más turbinas eólicas (302) del parque eólico (300).
10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos de turbina eólica específicos

de sitio incluyen información referente a mantenimiento de turbina eólica planificado para una o más turbinas eólicas (302) del parque eólico (300).

- 5 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método comprende además la etapa de hacer funcionar una o más turbinas eólicas (302) del parque eólico (300) de acuerdo con la predicción de producción de potencia generada.
- 10 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método comprende además la etapa de generar una predicción de potencia para el parque eólico (300) agregando predicciones de producción de potencia de todas las turbinas eólicas (302-304) del parque eólico (300).
- 15 13. Método según la reivindicación 12, en el que el método comprende además la etapa de hacer funcionar el parque eólico (300) de acuerdo con la predicción de potencia generada para el parque eólico (300).
- 20 14. Sistema que comprende un parque eólico (300) dispuesto en un sitio (301), comprendiendo el parque eólico (300) al menos dos turbinas eólicas (302, 303), un centro de datos central (308) que está dispuesto de manera remota con respecto al sitio (301) del parque eólico (300), y un centro de datos local (306),
estando el centro de datos central (308) configurado para recibir datos de predicción meteorológica globales (309), generar una predicción específica de sitio basándose en los datos de predicción meteorológica globales (309), y enviar la predicción específica de sitio desde el centro de datos central (308) hasta el centro de datos local (306), siendo la predicción específica de sitio una predicción meteorológica específica de sitio y/o una predicción de producción de potencia específica de sitio relacionada con el sitio (301) del parque eólico (300);
25 estando el sistema caracterizado porque:
el centro de datos central (308) está configurado para enviar la predicción específica de sitio al centro de datos local (306), y el centro de datos local (306) está configurado para recibir datos específicos de sitio, comprendiendo los datos específicos de sitio datos meteorológicos específicos de sitio y/o datos de turbina eólica específicos de sitio medidos en el sitio (301), estando el centro de datos local (306) configurado además para actualizar la predicción específica de sitio, usando los datos específicos de sitio; y
estando el sistema configurado para generar una predicción de producción de potencia de la al menos una turbina eólica (302) en el centro de datos local (306), basándose en la predicción específica de sitio actualizada.
35
15. Sistema según la reivindicación 14, en el que el centro de datos local (306) está dispuesto en el sitio (301) del parque eólico (300).

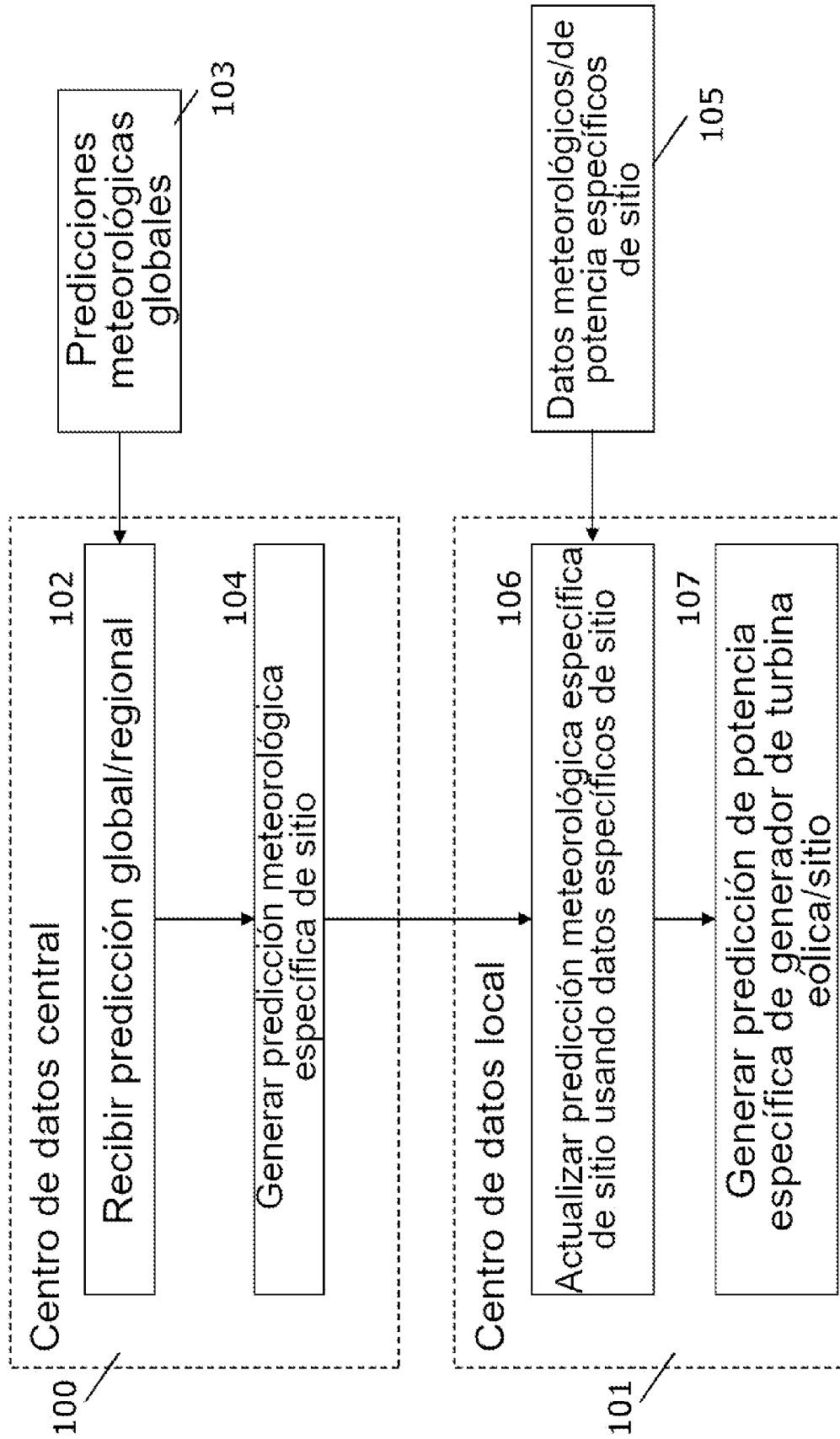


FIG. 1

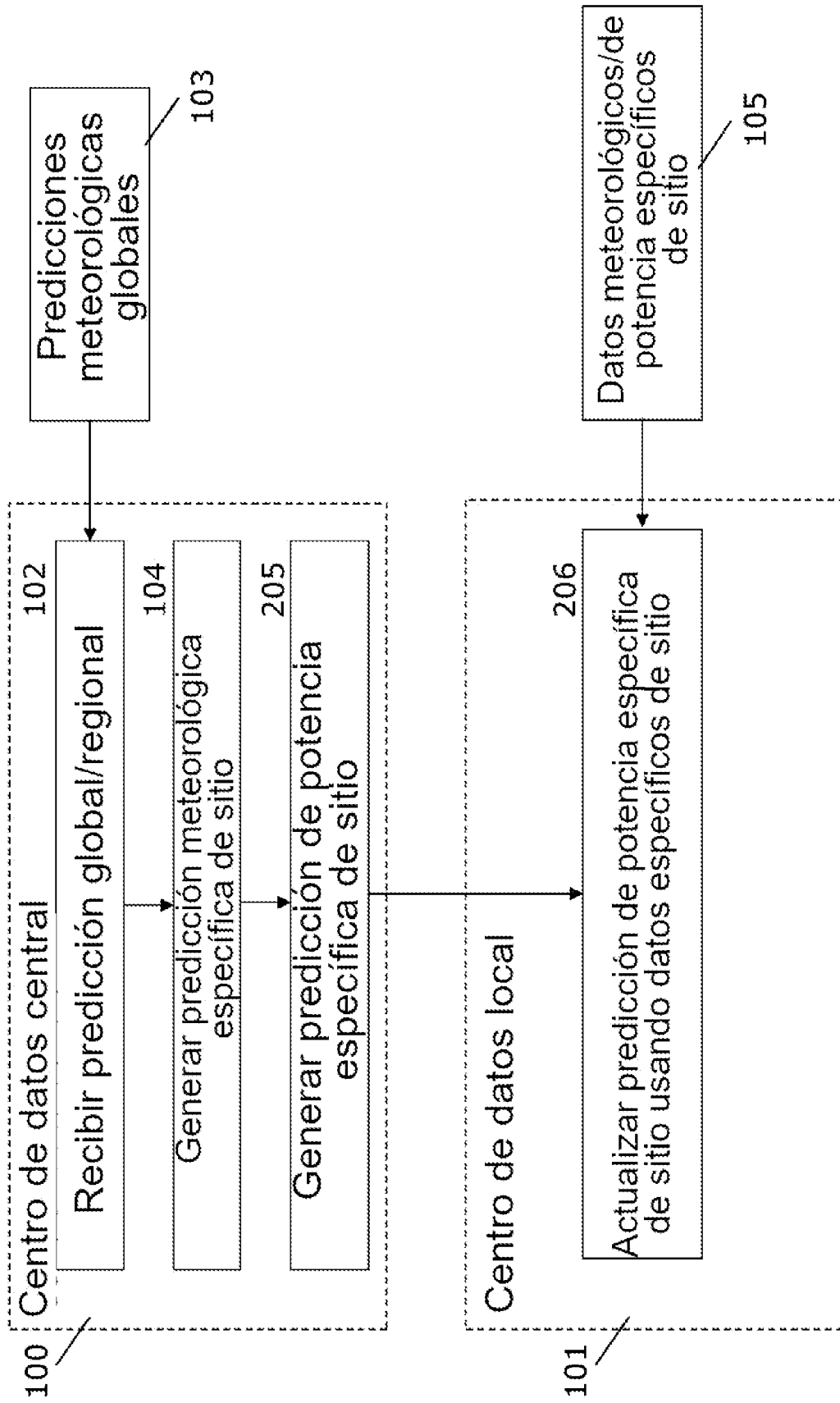


FIG. 2

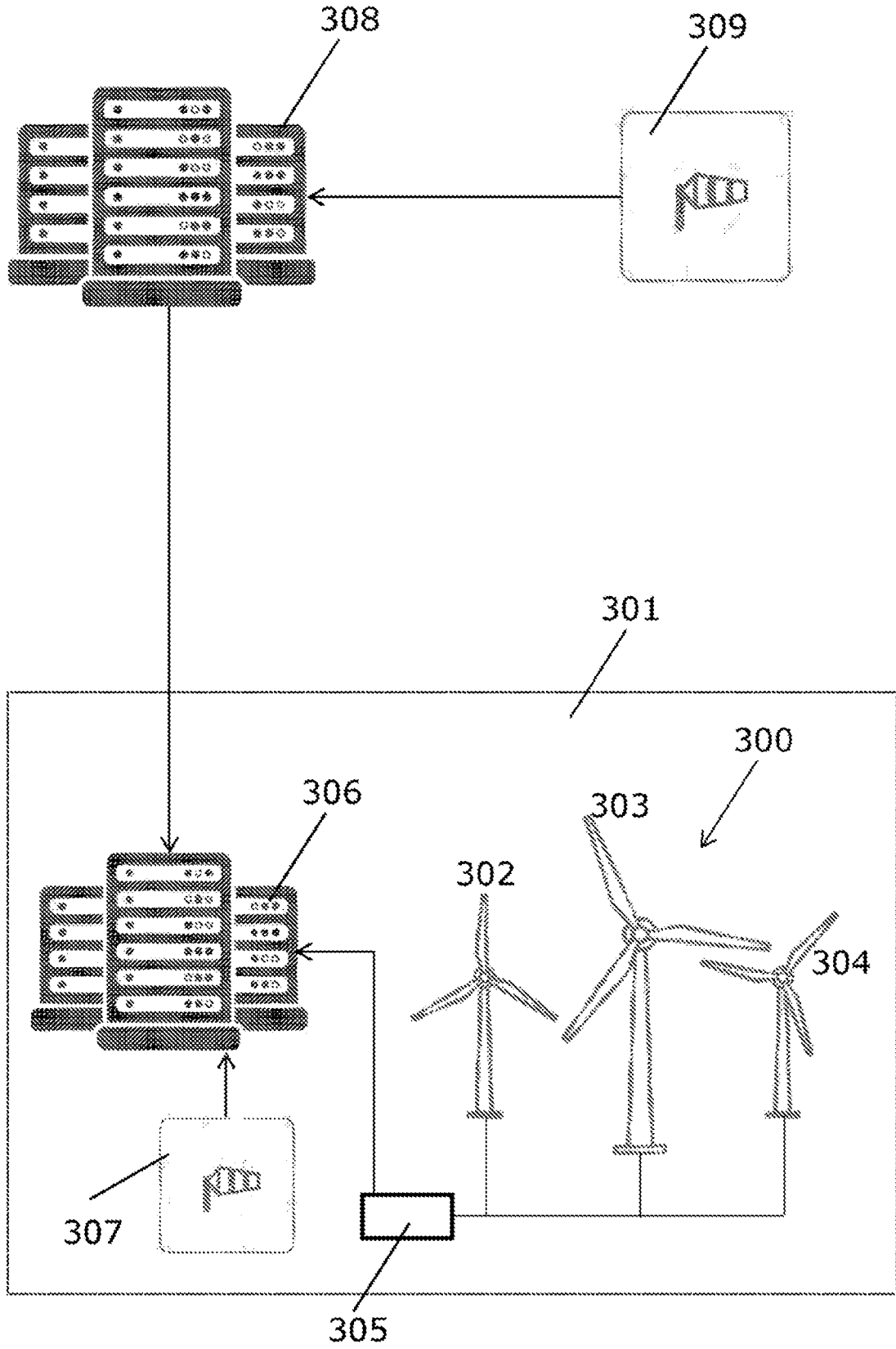


FIG. 3