

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 166**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2013 PCT/DK2013/050087**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013 WO13143545**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2013 E 13712678 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2831411**

54 Título: **Una turbina eólica con un sistema de memoria reflectiva**

30 Prioridad:

**30.03.2012 US 201261617684 P
13.04.2012 DK 201270187**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.09.2017

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**BOWYER, ROBERT y
LIM, SIEW HOON**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 633 166 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

Una turbina eólica con un sistema de memoria reflectiva

5 Campo técnico

La presente invención se refiere en general a una turbina eólica.

10 Antecedentes

En los últimos años, se incrementa de la demanda de energía ecológica. Las turbinas eólicas, que convierten la energía del viento en energía eléctrica, son medios de energía ecológica. En cuanto tal, la confianza en la energía eólica se ha incrementado durante los últimos años.

15 Actualmente en las turbinas eólicas existentes, la técnica de transferencia y compartición de datos usando protocolos de Ethernet tales como TCP/IP o UDP es un método basado en software, gestionado por el software controlador de la turbina eólica. Sin embargo, el enfoque basado en software tal como TCP/IP o UDP tiene la desventaja de que no es determinista debido a, por ejemplo, colisiones de la red o colisiones de mensajes.

20 El documento EP2410174 divulga una turbina eólica en la que las unidades de control se configuran para proporcionar redundancia de control. Una primera y segunda unidades de control de turbina (TCU) reciben en paralelo datos de supervisión de la turbina, siendo la primera una unidad de control primaria y siendo la segunda una unidad de control secundaria. Si hay un defecto en la TCU primaria, la TCU secundaria asume la operación, basándose en la información de estado previamente almacenada.

25

Sumario

De acuerdo con la invención se proporciona una turbina eólica que comprende una pluralidad de sistemas de control que controlan diferentes operaciones de la turbina conectados mediante una red de comunicaciones; un sistema de memoria reflectiva que comprende una memoria para cada sistema de control de la pluralidad de sistemas de control, estando acoplados la pluralidad de sistemas de control con el sistema de memoria reflectiva, en el que cada memoria del sistema de control de la pluralidad de sistemas de control es accesible para todos los otros sistemas de control de la pluralidad de sistemas de control y en el que cuando se escriben datos en la memoria de un sistema de control de la pluralidad de sistemas de control, el dato es automáticamente replicado en las memorias de los otros sistemas de control.

30

De acuerdo con una realización, la pluralidad de sistemas de control incluye al menos uno de entre un sistema de control de potencia, un sistema de control de paso de palas y un sistema de control de guiñada.

40 De acuerdo con una realización, la memoria para cada sistema de control comprende una memoria de puerto doble.

De acuerdo con una realización, un sistema de control de la pluralidad de sistemas de control se configura para informar a los otros sistemas de control de la pluralidad de sistemas de control de la actualización de los datos cuando se escriben datos en la memoria del sistema de control.

45

De acuerdo con una realización, la pluralidad de sistemas de control se conecta a través de un cable de cobre o de fibra óptica.

50 De acuerdo con una realización, la pluralidad de sistemas de control se conecta en una topología en anillo o en estrella.

De acuerdo con una realización, la pluralidad de sistemas de control está sincronizada.

55 De acuerdo con una realización, cada uno de la pluralidad de sistemas de control incluye un circuito de reloj de sincronización, y la pluralidad de sistemas de control se sincronizan con el circuito de reloj de sincronización respectivo de cada sistema de control.

Breve descripción de los dibujos

60 En los dibujos, caracteres de referencia iguales se refieren en general a las mismas partes a todo lo largo de las diferentes vistas. Los dibujos no están necesariamente a escala, planteándose en general el énfasis sobre la ilustración de los principios de la invención. En la descripción que sigue, se describen varias realizaciones de la invención con referencia a los dibujos siguientes, en los que:

65 La Figura 1 ilustra una configuración común de una turbina eólica convencional.
La Figura 2 muestra la vista lateral de una turbina eólica de acuerdo con una realización.

La Figura 3 ilustra un mecanismo de compartición de datos entre dos sistemas de control dentro de una turbina eólica.

La Figura 4 ilustra el mecanismo de compartición de datos entre una pluralidad de sistemas de control dentro de una turbina eólica de acuerdo con una realización de ejemplo.

5 La Figura 5 muestra un diagrama de flujo de un método de compartición de datos de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 6 ilustra el mecanismo de compartición de datos entre dos sistemas de control dentro de una turbina eólica de acuerdo con una realización de ejemplo.

10 Descripción detallada

La Figura 1 ilustra una configuración común de una turbina eólica 100 convencional. La turbina eólica 100 se monta sobre una base 102. La turbina eólica 100 incluye una torre 104 que tiene un número de secciones de torre. Se coloca una góndola 106 de turbina eólica en la parte superior de la torre 104. El rotor de la turbina eólica incluye un buje 108 y al menos una pala de rotor 110, por ejemplo tres palas de rotor 110.

15

Las palas de rotor 110 se conectan al buje 108 que su vez se conecta a la góndola 106 a través de un árbol de baja velocidad que se extiende al exterior desde el frontal de la góndola 106. El árbol de baja velocidad acciona típicamente un generador (no mostrado) para la producción de energía eléctrica. La energía eléctrica generada se acondiciona normalmente con posterioridad mediante un sistema convertidor (no mostrado), que comprende un convertidor de potencia, previamente a la entrega desde una turbina eólica a una red eléctrica.

20

La Figura 2 muestra la vista lateral de una turbina eólica 200 de acuerdo con una realización. De modo ilustrativo, la turbina eólica 200 puede incluir una pluralidad de sistemas de control (o controladores) 201, 202, 203, 204 y 205. Los sistemas de control 201 a 205 pueden conectarse mediante una red de comunicación. Se ha de observar que el número y localizaciones de los sistemas de control mostrados en la Figura 2 no están limitados a éstos sino solo con finalidades de ilustración. Ilustrativamente, por ejemplo, los sistemas de control 201 y 202 pueden comprender sistemas de control de paso de palas. El sistema de control 203 puede comprender un sistema de control de potencia. El sistema de control 204 puede comprender un sistema de control de guiñada. El sistema de control 205 puede comprender un sistema de control principal. Los sistemas de control de turbina eólica 201 a 205 pueden conectarse usando una red de comunicaciones determinista que tiene sistemas consistentes y latencia de transferencia de datos determinista. En general, una red de comunicación determinista garantiza que los datos están disponibles con una velocidad fija en todos los nodos en el sistema. La turbina eólica 200 puede incluir adicionalmente un sistema de memoria reflectiva (no mostrado). La pluralidad de sistemas de control 201 a 205 puede acoplarse al sistema de memoria reflectiva.

25

30

35

La memoria reflectiva es un tipo de memoria compartida distribuida (DSM). En general, la memoria reflectiva es un mecanismo de comunicación basado en hardware para compartir datos entre ordenadores y permite lecturas y escrituras simultáneas a múltiples memorias. La memoria reflectiva proporciona un mecanismo para compartir datos entre los nodos de un sistema distribuido. A diferencia de TCP/IP o UDP, la memoria reflectiva proporciona una operación determinista sin añadir sobrecarga de software. La red de comunicación de datos determinista en tiempo real es un prerrequisito importante para una implementación con éxito de la DSM. La columna vertebral del control y comunicación de la turbina eólica puede basarse en un Protocolo Activado por Tiempo un tipo de red de comunicación determinista en tiempo real.

40

45

De acuerdo con una realización, el sistema de memoria reflectiva en la turbina eólica 200 puede incluir una memoria (por ejemplo memoria de puerto dual) para cada uno de la pluralidad de sistemas de control 201 a 205 de modo que los datos puedan compartirse entre la pluralidad de sistemas de control 201 a 205. Por ejemplo, la memoria de cada pluralidad de sistemas de control puede tener un almacén temporal (por ejemplo memoria en hardware) en el sistema de control local, u otra estructura de datos en una memoria de sistema compartida (por ejemplo, disponibilidad de espacio de memoria en otros nodos globales), o nube de datos compartidos entre sistemas de control. En una realización de ejemplo, cada sistema de control de la pluralidad de sistemas de control 201 a 205 puede alojar una interfaz de DSM que contiene una cantidad fija de memoria integrada, que puede, por ejemplo, variar desde kilobytes a varios megabytes. Esta memoria integrada puede usarse como la memoria compartida a la que puede accederse simultáneamente por múltiples programas de turbina eólica con la intención de proporcionar comunicación entre ellos o evitar copias redundantes. Un sistema de control (por ejemplo 201) de la pluralidad de sistemas de control puede configurarse para informar (por ejemplo mediante interrupción) a los otros sistemas de control (por ejemplo 202 a 205) de la pluralidad de sistemas de control de la actualización de los datos cuando se escriben datos en la memoria del sistema de control (por ejemplo 201).

50

55

60

Dependiendo del contexto, el (los) programa(s) de la turbina eólica pueden ejecutarse en un único procesador o en múltiples procesadores separados. A través de la compartición de datos entre los diversos sistemas de control de turbina eólica, cada sistema de control puede tener siempre una copia actualizada de la memoria fija compartida transmitida en su red de comunicación de datos altamente determinista, en tiempo real. Cada sistema de control de turbina eólica que tiene la interfaz de DSM puede conectarse a través de cable de cobre o de fibra óptica, en una topología en anillo o en estrella con o sin conmutador de red. Cuando un sistema de control de turbina eólica escribe

65

datos en su interfaz de DSM, el hardware puede duplicar automáticamente los datos hacia la memoria de todos los otros sistemas de control de la red. Cada sistema de control puede ser capaz de ver los datos casi simultáneamente en el mismo desplazamiento de dirección cuando se ha escrito sobre el nodo de origen. El mecanismo de transporte, comprobación de error, arbitraje, etc. puede ser transparente para el usuario.

5 De acuerdo con una realización, cuando se escriben datos en la memoria del sistema de control de la pluralidad de sistemas de control 201 a 205, los datos se replican automáticamente en las memorias de los otros sistemas de control. Por ejemplo, cuando se escriben datos en la memoria del sistema de control 201, los datos pueden replicarse automáticamente en las memorias de los otros sistemas de control 202 a 205. La red de comunicación
10 puede tener capacidad de hardware (por ejemplo líneas de activación) y software (por ejemplo interrupciones) para realizar la señalización desde un sistema de control a otro sistema de control cuando tienen lugar los eventos (por ejemplo actualización de datos). Por ejemplo, cuando se escriben datos en la memoria del sistema de control 201, la línea de activación que conecta al sistema de control 201 y 203 puede configurarse para generar una interrupción para el sistema de control 203 que informe al sistema de control 203 del evento de que se escriben datos en la memoria del sistema de control 201. Tras la recepción de la interrupción, el sistema de control 203 puede replicar los
15 datos o leer los datos desde la memoria del sistema de control 201.

De acuerdo con una realización, cada memoria del sistema de control de la pluralidad de sistemas de control 201 a 205 es accesible para todos los otros sistemas de control de la pluralidad de sistemas de control. Por ejemplo, la memoria del sistema de control 201 puede ser accesible para todos los otros sistemas de control 202 a 205.
20

De acuerdo con una realización, la pluralidad de sistemas de control 201 a 205 está sincronizada. En una realización adicional, cada uno de la pluralidad de sistemas de control 201 a 205 incluye un circuito de reloj de sincronización, y la pluralidad de sistemas de control está sincronizada con el circuito del reloj de sincronización respectivo de cada sistema de control.
25

La Figura 3 ilustra el mecanismo de compartición de datos entre dos sistemas de control.

El sistema de memoria reflectiva en la turbina eólica 200 mostrado en la Figura 2 puede permitir la sincronización de la generación y consumo de datos entre la pluralidad de sistemas de control. Por ejemplo, cada sistema de control puede señalar a los otros cuando se hayan publicado nuevos datos o se necesite tomar alguna otra acción por parte de otro sistema de control.
30

En una realización, el sistema de memoria reflectiva puede señalar al (a los) otro(s) sistema(s) de control a través de interrupciones por hardware cuya finalidad es informar a un procesador (CPU) de otro sistema de control que ha ocurrido un evento que requiere servicio inmediato.
35

Las interrupciones pueden generarse local o remotamente. La memoria reflectiva puede programarse para generar una interrupción local para informar a su CPU local siempre que haya ocurrido algún evento (por ejemplo, se ha actualizado una localización de datos en particular). De modo similar, las interrupciones remotas pueden generarse cuando un sistema de control necesita informar a otro sistema de control de que ha ocurrido un evento.
40

Mediante el uso de interrupciones, puede crearse un mecanismo de saludo entre múltiples sistemas de control para sincronizar de modo efectivo la transferencia de datos.
45

La Figura 3 muestra un flujo de ejecución de ejemplo usando interrupciones. En este ejemplo, el sistema de control A está transmitiendo un flujo de datos al sistema de control B a través de la red de memoria reflectiva. Puede usarse el saludo de modo que ese sistema de control A puede informar al sistema de control B cuando estén listos nuevos datos. Como se muestra en la Figura 3, cuando se escriben datos en la memoria del sistema de control A, se genera una interrupción. El sistema de control B espera la interrupción, y cuando el sistema de control B recibe una interrupción, el sistema de control B pueden leer datos desde el sistema de control A. Después de que el sistema de control B lea los datos que residen en el sistema de control A, el sistema de control B puede enviar un acuse de recibo al sistema de control A, y a continuación mantenerse a la espera de una siguiente interrupción.
50

La Figura 4 ilustra el mecanismo de actualización de datos entre diferentes sistemas de control dentro de una turbina eólica.
55

Con finalidades de ilustración solamente, supóngase que hay tres sistemas de control en la turbina eólica, es decir un sistema de control 401 para el rotor de la turbina eólica, un sistema de control 402 para el tren de accionamiento de la turbina eólica, y un sistema de control 403 localizado en la torre de la turbina eólica. Cada uno de los sistemas de control 401, 402 y 403 pueden incluir una memoria local (por ejemplo DSM) 411 que puede ser volátil o no volátil, un procesador 412, un puerto de comunicaciones 413, un circuito de sincronización 414, y un hardware de entrada/salida 415. Los sistemas de control 401 a 403 pueden conectarse entre sí con una topología en anillo o en estrella. Las memorias 411 de los sistemas de control 401 a 403 pueden conectarse, por ejemplo, a una memoria global 430. Por ejemplo, el hardware de entrada/salida del sistema de control 401 puede conectarse a sensores o actuadores para la medición de la velocidad del viento y dirección del viento. El hardware de entrada/salida del
60
65

sistema de control 402 puede conectarse a sensores/actuadores para la medición de la temperatura del generador, tensión y corriente del convertidor. El hardware de entradas/salidas del sistema de control 403 puede conectarse a sensores para los motores y codificador. El sistema de control 403 puede ser un controlador principal en la turbina eólica, y los sistemas de control 401 y 402 pueden ser sistemas de control distribuidos en la turbina eólica.

5 En la Figura 4, por ejemplo, cuando se actualizan datos en la memoria 411 del sistema de control 401, el sistema de control 401 puede configurarse para generar una interrupción que informe a los sistemas de control 402 y 403 de la actualización de datos. Los sistemas de control 402 y 403 pueden leer entonces los datos desde la memoria local 411 del sistema de control 401. Alternativamente, los datos actualizados en el sistema de control 401 pueden duplicarse sobre la memoria global 430 que es accesible para los sistemas de control 402 y 403.

La Figura 5 muestra un diagrama de flujo 500 de un método para la actualización de datos entre los sistemas de control dentro de una turbina eólica de acuerdo con una realización de ejemplo.

15 En 501, los sistemas de control (por ejemplo nodos de control distribuidos (DCN)) que se conectan juntos mediante una red determinista común tienen sus operaciones sincronizadas con su circuito de reloj de sincronización integrado. Por ejemplo, con referencia a la Figura 4, los sistemas de control 401 a 403 pueden conectarse juntos mediante una red determinista común y tener sus operaciones sincronizadas con el circuito de reloj de sincronización integrado respectivo.

20 En 502, el hardware de entrada (por ejemplo convertidor de analógico a digital) del sistema de control DCN 1 (por ejemplo el sistema de control 401 mostrado en la Figura 4) adquiere y digitaliza una señal de sensor.

25 El 503, la señal de sensores digitalizadas se escriben en la memoria local del DCN 1 (por ejemplo DSM), que puede configurarse como un almacén intermedio primero en entrar primero en salir (FIFO) circular. La operación de almacenamiento de datos FIFO puede gestionarse y controlarse por cada circuito de reloj de sincronización integrado del DCN. En un sistema de nodo de control distribuido (DCN), puede implementarse un almacenamiento intermedio FIFO circular usando una sección de la memoria compartida distribuida.

30 En 504, los datos del DCN 1 en la FIFO local se replican a memorias intermedias de todos los otros DCN (por ejemplo los sistemas de control 402 y 403 mostrados en la Figura 4) en la misma red usando el método de sincronización descrito con referencia a la Figura 3. Esto es, cuando la señal digitalizada de sensores se escribe en la memoria local del DCN 1 (por ejemplo el sistema de control 401), se genera una interrupción que informa a todos los otros DCN (por ejemplo los sistemas de control 402 y 403) de modo que todos los otros DCN pueden leer datos desde la memoria local del DCN 1 y replicar los datos.

La Figura 6 ilustra el proceso de actualización de datos entre el sistema de control 601 y el sistema de control 602 dentro de una turbina eólica. Los sistemas de control 601 y 602 pueden conectarse juntos mediante una red determinista común.

40 Cada uno de los sistemas de control 601 y 602 incluye hardware de entrada 611 (tal como un conversor analógico a digital (ADC) o canales DI), hardware de salida 612 (tales como un conversor digital a analógico (DAC) o canales DO), un circuito de sincronización 613, un procesador 614, una memoria local (por ejemplo DSM) 615, y un puerto de comunicaciones 616. El hardware de entradas 611 puede conectarse a sensores 621. El hardware de entradas 611 puede configurarse para digitalizar señales de entrada analógicas o digitales. El hardware de salida 612 puede configurarse para producir señales de salida analógicas o digitales hacia actuadores o motores 622. El circuito de sincronización 613 puede configurarse para sincronizar el hardware de entrada 611 y el hardware de salida 612. Los circuitos de sincronización 613 en los sistemas de control 601 y 602 pueden configurarse también para sincronizar los sistemas de control 601 y 602. Los datos digitalizados pueden procesarse en el procesador 614 y el procesador 614 puede configurarse para escribir los datos procesados en la memoria 615.

Puede generarse una interrupción por el puerto de comunicaciones 616 del sistema de control 601 hacia el puerto de comunicación 616 del sistema de control 602. El sistema de control 602 espera a la interrupción. Tras recibir la interrupción desde el sistema de control 601, el sistema de control 602 se configura para leer datos desde la memoria 615 del sistema de control 601 y replicar a continuación los datos en la memoria local 615 del sistema de control 602.

60 Varias realizaciones proporcionan un método basado en hardware para compartir datos entre una red de control de turbina eólica que incluye múltiples sistemas de control de turbina eólica usando técnicas de acceso a memoria compartida distribuida, por ejemplo memoria reflectiva. El sistema de control de la turbina eólica puede conectarse a un sistema de control y/o supervisión externo desde el que recibe órdenes de control y al que envía datos en relación con la operación de la turbina eólica. Dicho sistema de control y/o supervisión externo puede ser un sistema SCADA (control, supervisión y adquisición de datos) dispuesto para supervisar y controlar la operación de la turbina eólica. Típicamente, el sistema de control y/o supervisión externo se localiza remotamente respecto al generador de la turbina eólica de modo que facilite el control y/o supervisión de la operación del generador de la turbina eólica desde una localización remota.

La memoria compartida distribuida descrita en el presente documento es diferente de otras tecnologías de compartición de datos tales como TCP/IP o UDP que se usan comúnmente en aplicaciones “relativas” en tiempo real, dado que es un mecanismo de comunicación implementado en hardware para compartir datos entre sistemas de control de turbina eólica.

5 Varias realizaciones proporcionan un enfoque basado en hardware, proporcionando flujo de datos determinista en una red de control de turbina eólica distribuida que se compone de múltiples sistemas de control de turbina eólica.

10 Varias realizaciones proporcionan un método integrado basado en hardware y software para compartir datos entre sistemas de supervisión y control en la turbina eólica usando la memoria compartida distribuida (memoria reflectiva).

15 La turbina eólica tal como se describe en el presente documento proporciona la capacidad de compartir datos de una forma a tiempo y determinista entre múltiples sistemas de control de turbina eólica mientras satisface los requisitos de rendimiento y determinismo de todo el sistema. La compartición de datos a tiempo, determinista es importante para operaciones críticas de control de la turbina eólica por ejemplo en los sistemas de control de paso o de guiñada. La memoria compartida distribuida permite una sincronización determinista entre todos los sistemas de control dentro de la turbina eólica a través de la mejora del determinismo de tareas críticas en el tiempo. De ahí la optimización de las operaciones de control del generador de turbina eólica.

20 Además, la turbina eólica tal como se ha descrito en el presente documento proporciona la capacidad de transmitir un flujo de datos en directo y soportar amplias cantidades de datos en la red de control de la turbina eólica.

25 Adicionalmente, la turbina eólica tal como se describe en el presente documento garantiza la entrega de datos para asegurar que los datos críticos no se pierden.

30 Adicionalmente, usando memoria compartida distribuida (memoria reflectiva), puede dividirse un modelo de simulación para ejecutarse simultáneamente en diferentes sistemas de control. Dividir la carga de procesamiento entre dos o más sistemas de control dentro de la turbina eólica puede conseguir la escalabilidad del sistema y alcanzar un rendimiento óptimo del generador de turbina eólica. Los valores de entrada y salida pueden compartirse entre los sistemas de control individuales a través de la memoria compartida distribuida (memoria reflectiva).

35 Aunque se han mostrado y descrito realizaciones de la invención con referencia a realizaciones específicas, debería entenderse por los expertos en la materia que pueden realizarse varios cambios en forma y detalle en ella sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. El alcance de la invención se indica así por las reivindicaciones adjuntas y todos los cambios que caen dentro del significado e intervalo de equivalencias de las reivindicaciones se pretende por lo tanto que queden englobados.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica que comprende:
 - 5 una pluralidad de sistemas de control (201, 202, 203, 204, 205, 401, 402, 403) que controlan diferentes operaciones de turbina conectados mediante una red de comunicaciones;
 - un sistema de memoria reflectiva que comprende una memoria (411) para cada sistema de control de la pluralidad de sistemas de control, estando acoplada la pluralidad de sistemas de control con el sistema de memoria reflectiva;
 - 10 en el que cada memoria (411) de un sistema de control de la pluralidad de sistemas de control es accesible para todos los otros sistemas de control de la pluralidad de sistemas de control y en la que cuando se escriben datos en la memoria (411) de un sistema de control de la pluralidad de sistemas de control, los datos se replican automáticamente en las memorias de los otros sistemas de control.
- 15 2. La turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la pluralidad de sistemas de control comprende al menos uno de entre un sistema de control de potencia (203), un sistema de control de paso (201, 202) y un sistema de control de guiñada (204).
- 20 3. La turbina eólica de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que la memoria para cada sistema de control comprende una memoria de puerto dual.
- 25 4. La turbina eólica de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en la que un sistema de control de la pluralidad de sistemas de control se configura para informar a los otros sistemas de control de la pluralidad de sistemas de control de la actualización de los datos cuando se escriben datos en la memoria del sistema de control.
- 30 5. La turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la pluralidad de sistemas de control se conecta a través de un cable de cobre o de fibra óptica.
6. La turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la pluralidad de sistemas de control se conecta en una topología en anillo o en estrella.
7. La turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la pluralidad de sistemas de control está sincronizada.
- 35 8. La turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 7, en la que cada uno de la pluralidad de sistemas de control comprende un circuito de reloj de sincronización (414), y la pluralidad de sistemas de control está sincronizada con el circuito de reloj de sincronización respectivo de cada sistema de control.

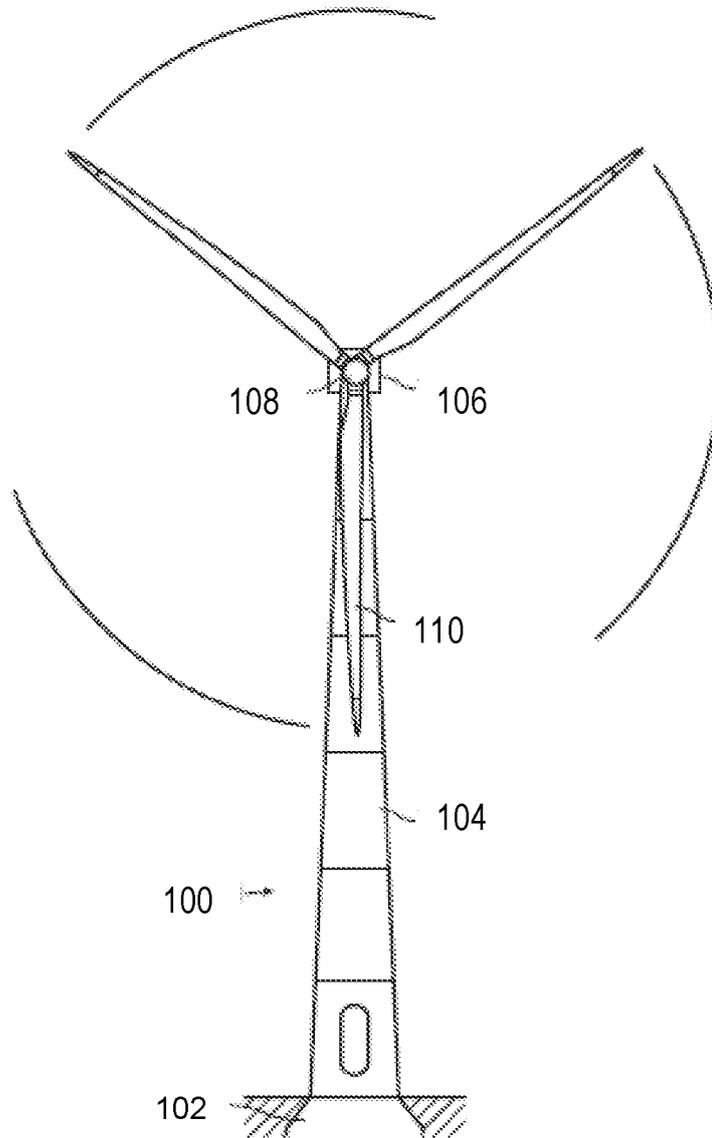


FIG 1

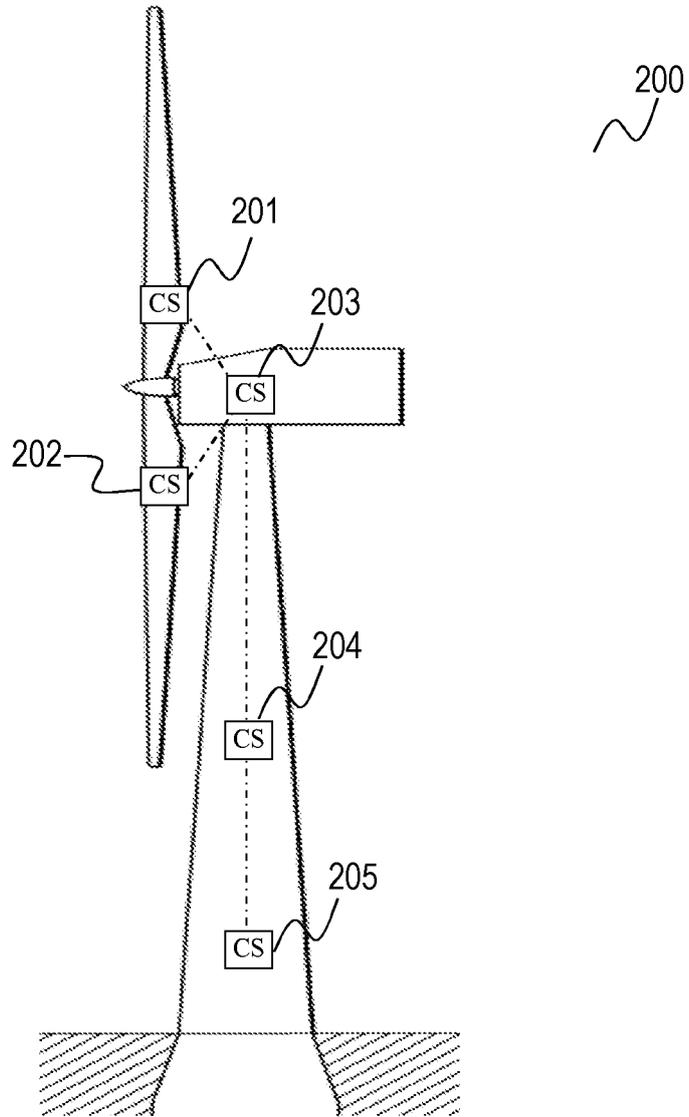
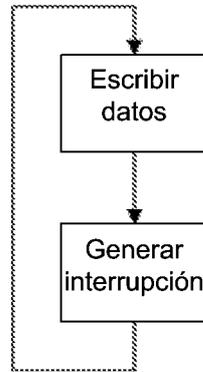


FIG 2

Nodo A



Nodo B

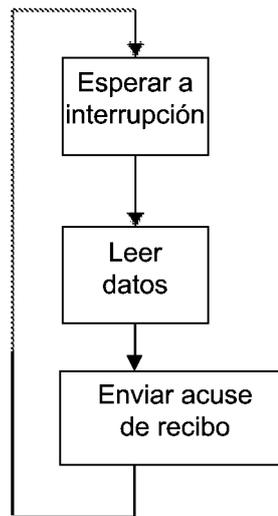


FIG 3

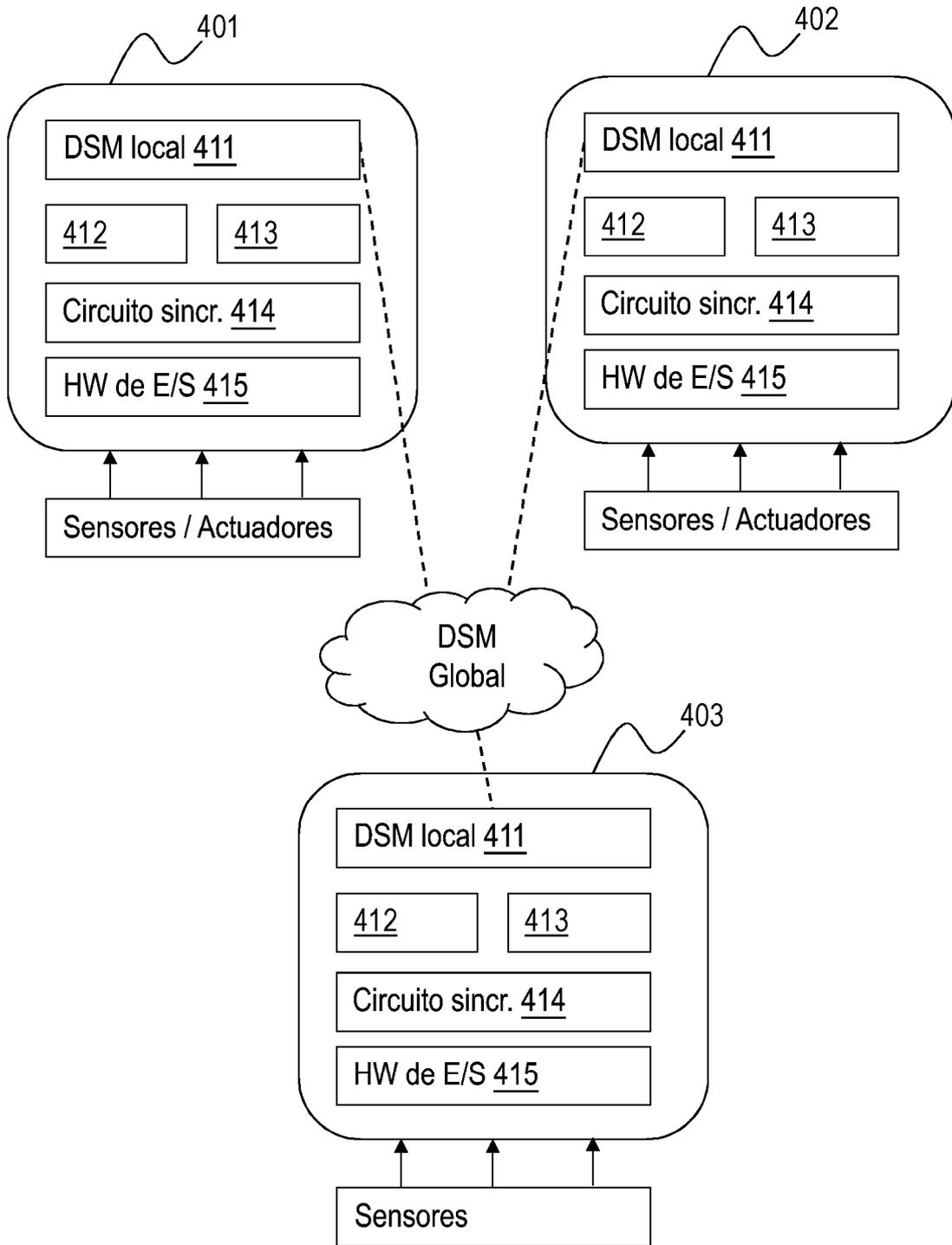


FIG 4

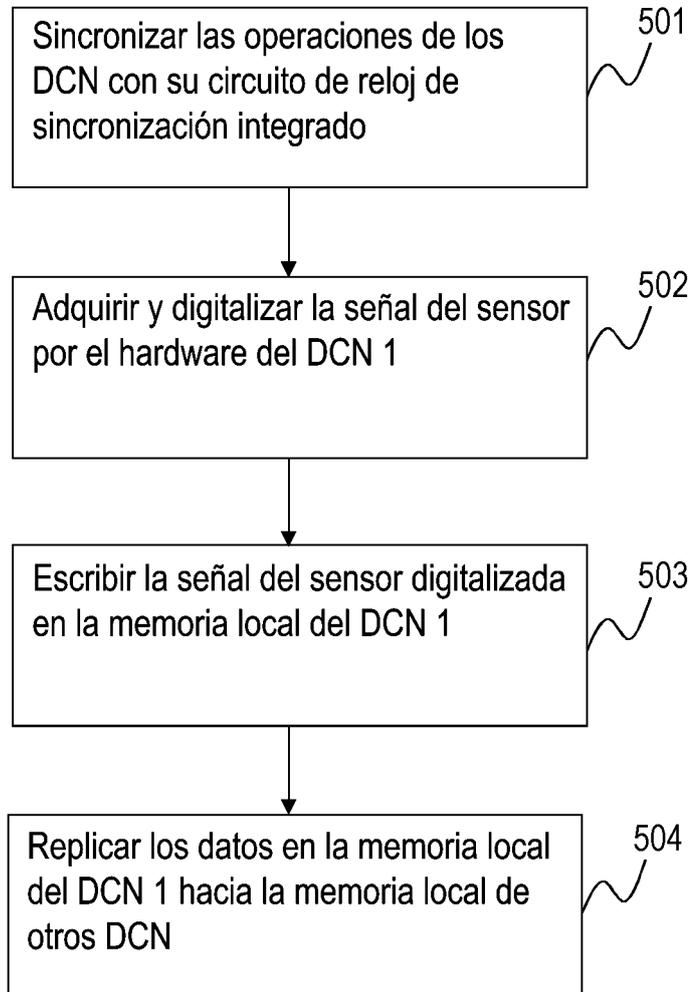


FIG 5

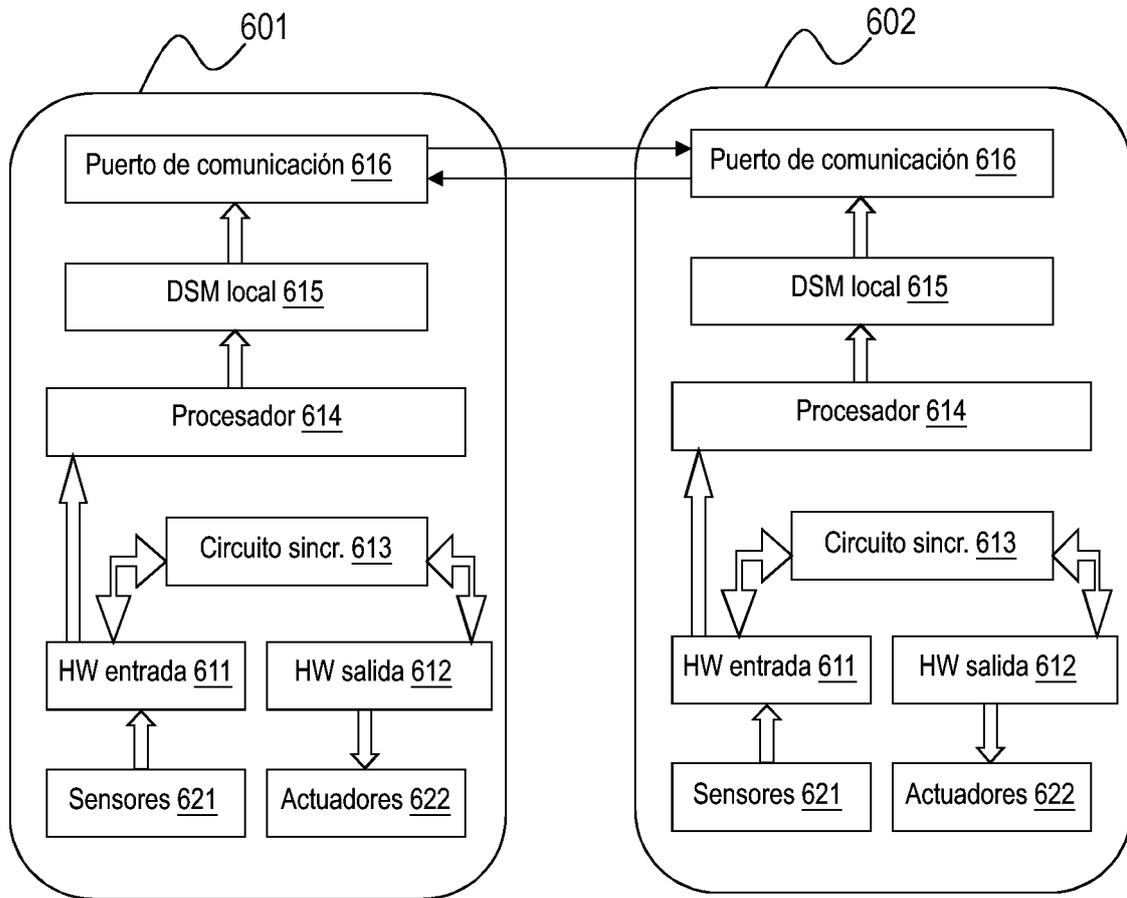


FIG 6