

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 941**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.06.2018 PCT/DK2018/050159**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2019 WO19001668**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2018 E 18739725 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.08.2021 EP 3645867**

54 Título: **Protección de un freno en un aerogenerador**

30 Prioridad:

**30.06.2017 DK PA201770536**

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

**21.12.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ANDERSEN, LARS ROHRMANN;  
SCHJØNNING, PETER GJELLERUP y  
STEELE, DAVID**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 886 941 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**

Protección de un freno en un aerogenerador

**Antecedentes**

Campo de la invención

5 Las realizaciones presentadas en esta descripción se refieren en general a proteger un freno mecánico de un aerogenerador y, más específicamente, a asegurar que el freno mecánico se aplica cuando no hay errores asociados con la aplicación del freno.

Descripción de la técnica relacionada

10 En general, cuando ocurren ciertos errores durante la operación de un aerogenerador, el aerogenerador entra en un modo de respaldo. El modo de respaldo está diseñado para proteger el aerogenerador de daños, así como para proteger al personal que da servicio al aerogenerador. Por un exceso de precaución, el modo de respaldo aplica un freno para detener la rotación del rotor. No obstante, debido a que aplicar el freno puede dañar el aerogenerador, el freno se debería aplicar solamente en una situación de emergencia cuando el personal está presente. Dicho de otra manera, los modos de respaldo de operación actuales aplican el freno incluso cuando el personal no está presente en el aerogenerador lo que puede causar un daño innecesario al aerogenerador. Se puede encontrar un ejemplo de la técnica anterior en el documento EP 2 725 222.

**Compendio**

20 Una realización de la presente descripción es un método para validar una señal de parada de emergencia dentro de un aerogenerador. El aerogenerador comprende una pluralidad de nodos de control distribuidos a lo largo del aerogenerador. El método comprende recibir una señal de parada de emergencia desde un primer nodo de control de la pluralidad de nodos de control. La señal de parada de emergencia indica que se debería apagar el aerogenerador. El método también comprende apagar el aerogenerador transmitiendo una señal de apagado a la pluralidad de nodos de control. El método comprende además, tras determinar que no hay ninguna indicación de que una persona esté presente dentro del aerogenerador, validar la señal de parada de emergencia. Además, el método comprende, tras determinar que la señal de parada de emergencia es válida, activar un freno para llevar el rotor a una parada.

30 Otra realización de la presente descripción es un generador de aerogenerador que tiene un rotor que comprende una pluralidad de palas, un freno y una pluralidad de nodos de control distribuidos a lo largo del aerogenerador. Un nodo de control de la pluralidad de nodos de control se configura para recibir una señal de parada de emergencia desde un conmutador de parada de emergencia. La señal de parada de emergencia indica que se debería apagar el aerogenerador. El nodo de control se configura también para apagar el aerogenerador transmitiendo una señal de apagado a la pluralidad de nodos de control. El nodo de control se configura además para, tras determinar que no hay ninguna indicación de que una persona esté presente dentro del aerogenerador, validar la señal de parada de emergencia. Además, el nodo de control se configura para, tras determinar que la señal de parada de emergencia es válida, activar un freno para llevar el rotor a una parada.

40 Otra realización de la presente descripción es un medio de almacenamiento legible por ordenador. El medio de almacenamiento legible por ordenador tiene un código de programa legible por ordenador. El código de programa legible por ordenador es ejecutable por uno o más procesadores de ordenador para realizar una operación. La operación comprende recibir una señal de parada de emergencia desde un primer nodo de control de la pluralidad de nodos de control. La señal de parada de emergencia indica que se debería apagar el aerogenerador. La operación también comprende apagar el aerogenerador transmitiendo una señal de apagado a la pluralidad de nodos de control. La operación comprende además, tras determinar que no hay ninguna indicación de que una persona esté presente dentro del aerogenerador, validar la señal de parada de emergencia. Además, la operación comprende, tras determinar que la señal de parada de emergencia es válida, activar un freno para llevar el rotor a una parada.

**Breve descripción de los dibujos**

50 De modo que la manera en la que las características de la presente descripción citadas anteriormente se puedan comprender en detalle, se puede tener por referencia a las realizaciones una descripción más particular de la descripción, resumida con brevedad anteriormente, algunas de las cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Se ha de observar, no obstante, que los dibujos adjuntos ilustran solamente realizaciones típicas de esta descripción y, por lo tanto, no se han de considerar limitantes de su alcance, para que la descripción pueda admitir otras realizaciones igualmente eficaces.

La Figura 1 ilustra un generador de aerogenerador, según una realización descrita en la presente memoria.

La Figura 2 ilustra un sistema de comunicación dentro de un aerogenerador, según una realización descrita en la presente memoria.

La Figura 3 ilustra un sistema de comunicación dentro de un aerogenerador, según una realización descrita en la presente memoria.

5 La Figura 4 ilustra un sistema de parada de emergencia, según una realización descrita en la presente memoria.

La Figura 5 es un método para activar un freno mecánico, según una realización descrita en la presente memoria.

La Figura 6 es un método para validar una señal de emergencia, según una realización descrita en la presente memoria.

10 Para facilitar la comprensión, se han usado números de referencia idénticos, cuando sea posible, para designar elementos idénticos que son comunes a las figuras. Se contempla que elementos descritos en una realización se pueden utilizar beneficiosamente en otras realizaciones sin recitación específica.

### Descripción de realizaciones de ejemplo

#### Visión de conjunto

15 Las realizaciones en la presente memoria describen la activación de una parada de emergencia para un aerogenerador. Un aerogenerador puede incluir nodos de control de seguridad dentro de una arquitectura distribuida de nodos de control. Los nodos de control de seguridad pueden iniciar un modo de respaldo para operar el aerogenerador si hay un error tal como que uno de los nodos de control pierda potencia o un fallo de comunicación entre los nodos de control de seguridad. El modo de respaldo se diseña de manera que, en el caso de fallo o error dentro del aerogenerador, el aerogenerador se apague con el fin de minimizar el daño al aerogenerador y asegurar la seguridad de cualquier miembro del personal en el aerogenerador. En las realizaciones en la presente memoria, si el modo de respaldo se activa cuando el personal no está presente dentro del aerogenerador (por ejemplo, hay un error de comunicación o una pérdida de potencia en contraste con que un humano active un conmutador de parada de emergencia), el aerogenerador no aplica un freno al rotor en la medida que hacerlo así es innecesario porque no hay ningún peligro inmediato para el personal. Por contraste, si el personal está presente en el aerogenerador cuando se activa el modo de respaldo (por ejemplo, se activa un conmutador de parada de emergencia), además de apagarse, el aerogenerador aplica un freno para llevar el rotor a una parada con el fin de proteger al personal.

20 Una ventaja de la presente descripción es que el freno se aplica solamente cuando se necesita asegurar la seguridad del personal en el aerogenerador. Aplicar el freno puede causar daños a diversas piezas del aerogenerador, especialmente si el personal no está presente para liberar el freno en el caso de que el freno se active innecesariamente. Por ejemplo, el rotor se puede dañar por la tensión causada por vibraciones oscilantes (inducidas por el viento) cuando el rotor se bloquea en una parada durante largos periodos de tiempo. Además, el mecanismo de frenado se puede dañar o puede causar un incendio por sobrecalentamiento. Además, el personal puede tener que desplazarse una larga distancia a donde se sitúa el aerogenerador para liberar el freno, lo que aumenta el riesgo de daños al freno dado que el freno está activado durante un periodo de tiempo prolongado. De este modo, se debería evitar activar el freno cuando el personal no está presente para evitar cualquier daño innecesario al aerogenerador.

#### Realizaciones de ejemplo

30 La Figura 1 ilustra un generador de aerogenerador (WTG) de eje horizontal 100. El WTG 100 tiene una torre 105 y una góndola 110 situada en la parte superior de la torre 105. El WTG 100 tiene un rotor 115 que incluye las palas de rotor 125 montadas en un buje 120. Aunque se muestran tres palas de rotor 125, se puede usar cualquier número de palas adecuado, tal como una, dos, cuatro, cinco o más palas. En una realización, las palas 125 se conectan al buje 120 usando rodamientos de paso de manera que cada pala 125 se puede girar alrededor de su eje longitudinal para ajustar el paso de la pala. El rotor 115 se acopla mecánicamente con la góndola 110 a través de un tren motriz. Un generador 145 se acopla al tren motriz de manera que el generador 145 produzca energía a partir de la rotación del rotor 120. Como se muestra, el tren motriz incluye un eje 130, una caja de cambios 135 y un segundo eje 140. Un sistema de frenado 150 que es capaz de llevar el rotor 120 a una parada se acopla al eje 130. Aunque el sistema de frenado 150 se muestra como acoplado al eje 130, una persona experta en la técnica apreciará que el sistema de frenado 150 se puede acoplar a cualquier pieza y/o ubicación del tren motriz. Además, una persona experta en la técnica apreciará que el WTG 100 puede incluir elementos adicionales, que se han omitido para facilitar la explicación.

45 La Figura 2 ilustra un sistema de comunicación 200 dentro de un aerogenerador, según una realización descrita en la presente memoria. Como se muestra, el sistema de comunicación 200 es una red de comunicación distribuida que tiene una pluralidad de conmutadores de comunicación 205. Los conmutadores de comunicación 205 se acoplan a una pluralidad de nodos de control 210, nodos de control de seguridad 215, conmutadores de parada de emergencia 220 y selectores de modo 225. Aunque se muestran dos conmutadores de comunicación 205 para facilitar la explicación, una persona experta en la técnica apreciaría que se puede usar cualquier número de conmutadores de

comunicación 205. Como se muestra en la Figura 2, los selectores de modo 225 se pueden acoplar a los nodos de control de seguridad 215, los nodos de control 210 o directamente a los conmutadores de comunicación 205. Cuando se acopla tanto al nodo de control de seguridad 215 como al nodo de control 210, el selector de modo 225 puede usar un primer número de canales de comunicación (por ejemplo, cuatro) para comunicar con el nodo de control de seguridad 215 y un segundo número de canales de comunicación (por ejemplo, cuatro) para comunicar con el nodo de control 210. No obstante, en otra realización, el selector de modo 225 se puede acoplar solamente a uno del nodo de control 210 y el nodo de control de seguridad 215.

El sistema de comunicación 200 es un sistema distribuido basado en una funcionalidad de seguridad. En una realización, el sistema de comunicación 200 es una red de comunicaciones en tiempo real. La red de comunicaciones en tiempo real puede ser una red desencadenada por tiempo que puede dictar que todos los nodos de control 210 y nodos de control de seguridad 215 se comunican en el sistema de comunicación 200 dentro de periodos de tiempo específicos con el fin de asegurar que no hay errores en la red de comunicación. En una realización, el sistema de comunicación 200 es una red de Ethernet Desencadenada por Tiempo (ETE). En una realización, el sistema de comunicación 200 es un sistema de comunicación replicado con conmutadores de comunicación redundantes de manera que si uno de los conmutadores de comunicación 205 falla, el sistema de comunicación 200 sigue operando normalmente.

En una realización, los nodos de control 210 y los nodos de control de seguridad 215 se distribuyen a lo largo del WTG 100. En una realización, los nodos de control 210 y los nodos de control de seguridad 215 comprenden un procesador, memoria y o una interfaz de I/O para comunicar con la red de comunicación 200. Los nodos de control 210 se configuran para controlar diversos componentes del WTG 100. Por ejemplo, los nodos de control 210 pueden controlar el sistema de paso del rotor 120 o el sistema de frenado 150. Los nodos de control de seguridad 215 se configuran para manejar situaciones de emergencia que surgen dentro del WTG 100. En una realización, los nodos de control de seguridad 215 solamente manejan situaciones de emergencia, mientras que los nodos de control 210 manejan la operación del WTG 100. Como se apreciará por un experto en la técnica, los nodos de control 210 y los nodos de control de seguridad 215 pueden ser cualquier combinación de software y hardware.

En una realización, los nodos de control 210 y los nodos de control de seguridad 215 validan los datos proporcionados en el sistema de comunicación 200. Por ejemplo, cada uno de los nodos de control 210 recibe datos con relación a la operación del WTG 100 y los nodos de control 210 validan los datos recibidos antes de controlar la operación de un componente del WTG 100. Como otro ejemplo, un nodo de control de seguridad 215 puede recibir datos que indican que está ocurriendo una emergencia dentro del WTG 100 y el nodo de control de seguridad 215 valida los datos recibidos antes de iniciar un protocolo de emergencia.

El sistema de comunicación 200 incluye una pluralidad de conmutadores de parada de emergencia 220 distribuidos a lo largo del WTG 100. El conmutador de parada de emergencia 220 proporciona una señal al sistema de comunicación 200 cuando se activa el conmutador de parada de emergencia 220 y el WTG 100 necesita apagarse. En una realización, al menos uno de los nodos de control de seguridad 215 valida la señal enviada por el conmutador de parada de emergencia 220 como se describirá con más detalle con referencia a las Figuras 5 y 6. El conmutador de parada de emergencia 220 se puede acoplar directamente con un conmutador de comunicación 205 y/o la red de comunicación 200. Alternativamente, el conmutador de parada de emergencia 220 se puede acoplar directamente con un nodo de control de seguridad 215. En una realización, un nodo de control de seguridad 215 se acopla directamente con un conmutador de parada de emergencia 220 y el nodo de control de seguridad valida la señal enviada por el conmutador de parada de emergencia 220.

Una pluralidad de selectores de modo 225 se acopla con el sistema de comunicación 200. Los selectores de modo 225 tienen una pluralidad de modos que dictan en qué modo opera el WTG 100. En una realización, los selectores de modo 225 tienen al menos dos modos de operación: operación normal y operación de servicio. En el modo de operación normal, el WTG 100 se apaga, pero el rotor no tiene que estar en parada. De este modo, en operación normal, si se desencadena una parada de emergencia, el WTG 100 se apaga, pero no aplica el freno para detener el rotor. Por ejemplo, el controlador puede inclinar las palas, pero seguir permitiendo que el rotor gire libremente. El modo de operación de servicio, en contraste, aplica el freno al rotor para llevar el rotor a una parada además de apagar el WTG 100. En una realización, apagar el aerogenerador incluye detener la producción de energía del generador, inclinar las palas fuera del viento (por ejemplo, poniendo en posición de bandera las palas fuera del viento, colocando las palas de manera que el viento tenga un impacto mínimo en la rotación de las palas, etc.) y detener la operación del WTG 100 (por ejemplo, detener la generación de energía).

En una realización, los selectores de modo 225 indican si una persona está presente dentro del WTG 100. Por ejemplo, cuando una persona entra en el WTG 100 para realizar el mantenimiento, la persona selecciona el modo de operación de servicio de la menos uno de los selectores de modo 225. Tras la selección del modo de operación de servicio, el selector de modo 225 informa a los nodos de control 210 y los nodos de control de seguridad 215 que el modo de operación para el WTG 100 ha cambiado para indicar que una persona está presente dentro del WTG 100. Como respuesta al cambio en el modo de operación, los nodos de control 210 y los nodos de seguridad 215 reconocen que el modo de respaldo debería incluir ahora activar el freno para proteger al personal dentro del WTG 100. Aunque se usa un selector de modo 225 como ejemplo para indicar que una persona está presente dentro del WTG 100, un experto en la técnica apreciará que hay métodos adicionales para indicar que una persona está

presente dentro o alrededor de un aerogenerador. Por ejemplo, se pueden colocar alfombrillas de presión en las entradas del WTG 100 para indicar cuándo una persona las ha pisado y está dentro o cerca del WTG 100. Como otro ejemplo, se pueden usar sensores ópticos que indican cuándo una persona ha entrado en el WTG 100, tal como una cortina de luz que detecta cuándo una persona pasa a través de la cortina de luz o está cerca del WTG 100, tal como un detector de movimiento montado externa o internamente en el WTG 100. Como otro ejemplo, el personal puede llevar puestos sensores de RFID que comunican con transceptores de RFID distribuidos a lo largo del WTG 100 para indicar la ubicación del personal alrededor del aerogenerador. De este modo, se puede usar cualquier dispositivo que indique que una persona está dentro o cerca del WTG 100.

La Figura 3 ilustra un sistema de comunicación dentro de un aerogenerador, según una realización descrita en la presente memoria. Específicamente, la Figura 3 ilustra varias ubicaciones ejemplares de nodos de control de seguridad 215, conmutadores de parada de emergencia 220 y selectores de modo 225 dentro del WTG 100 acoplado conjuntamente a través del sistema de comunicación 200. El sistema de frenado 150 también se acopla con el sistema de comunicación de manera que los nodos de control de seguridad 215 puedan activar el sistema de frenado 150 cuando sea necesario. Como se muestra en la Figura 3, los nodos de seguridad 215, los conmutadores de parada de emergencia 220 y los selectores de modo 225 se distribuyen dentro de la torre 105 y la góndola 110 del WTG 100. En una realización, los conmutadores de parada de emergencia 220 y los selectores de modo 225 se sitúan en cualquier ubicación dentro del WTG 100 a la que accedería una persona de modo que una persona pueda conmutar fácilmente el modo de operación del WTG 100, así como activar los conmutadores de parada de emergencia 220 si es necesario. Algunos ejemplos no limitantes incluyen la base de la torre 105 cerca de la entrada, la góndola 110 cerca del acceso de tejado, el conector entre la góndola 110 y la torre 105, etc. Como se apreciará por un experto en la técnica, puede haber nodos de control de seguridad 215, conmutadores de parada de emergencia 220 y selectores de modo 225 adicionales distribuidos a lo largo del WTG 100 (por ejemplo, en el buje 120) y la invención no se debería limitar a la realización mostrada en la Figura 3. Además, aunque no se muestra en la Figura 3, una persona experta en la técnica apreciaría que los nodos de control 210 se distribuyen a lo largo del WTG 100 también.

La Figura 4 ilustra un sistema de parada de emergencia 400, según una realización descrita en la presente memoria. El conmutador de parada de emergencia 220 se acopla con un nodo de control de seguridad 215 a través de dos conexiones 415A y 415B. El nodo de control de seguridad 215 se acopla a su vez con el sistema de frenado 150 a través del sistema de comunicación 200. Aunque el sistema de frenado 150 se muestra como que está separado de los nodos de control de seguridad 215, una persona experta en la técnica apreciaría que el sistema de frenado 150 puede incluir la funcionalidad de los nodos de control de seguridad 215. Es decir, el nodo de control de seguridad 215 y el sistema de frenado 150 se pueden combinar en un único sistema. En una realización, el nodo de control de seguridad 215 retransmite la señal de parada de emergencia al sistema de frenado 150 si no hay errores asociados con la señal de parada de emergencia. Por su parte, el sistema de frenado 150 activa el freno tras recibir la señal de parada de emergencia para llevar el WTG 100 a una parada para asegurar la seguridad de cualquier miembro del personal dentro del WTG 100. El nodo de control de seguridad 215 se acopla con una fuente de alimentación 405 que proporciona energía al nodo de control de seguridad 215 a través de la conexión 410. Como se muestra, el conmutador de parada de emergencia 220 se acopla con dos conmutadores 420A y 420B que son parte de las conexiones 415A y 415B, respectivamente. Cuando se presiona el conmutador de parada de emergencia 220, se envía una señal por los dos conmutadores 420A y 420B a través de las conexiones 415A y 415B al nodo de control de seguridad 215. El conmutador de parada de emergencia 220 se acopla con los dos conmutadores 420A y 420B para asegurar que no haya errores cuando se envía la señal. Por ejemplo, los conmutadores 420A y 420B, cuando operan adecuadamente, pueden conmutar en muy poco tiempo entre sí. No obstante, si una de las señales no se envía dentro de la ventana adecuada, ha ocurrido un error y la señal de emergencia puede no ser válida. De este modo, los conmutadores duales 420A y 420B permiten la detección de errores para asegurar que el conmutador de parada de emergencia 220 se activó realmente por el personal en el aerogenerador.

El nodo de control de seguridad 215 puede detectar errores adicionales asociados con el conmutador de parada de emergencia. El nodo de control de seguridad 215 puede determinar que hay un cruce entre las dos conexiones 415A y 415B. Es decir, hay interferencias entre las dos conexiones 415A y 415B de manera que cuando una conexión se va a un valor alto, la otra conexión se va a un valor alto incluso aunque se suponga que la conexión se fuese a un valor bajo. Además, el cruce puede dar como resultado que los niveles de tensión en las conexiones se alteren ligeramente. Por ejemplo, si el valor alto se supone que es 5 V, puede ocurrir un cruce que lleve el valor alto abajo más cerca de 0 V, tal como 4 V, lo que puede dar como resultado que el nodo de control de seguridad 215 no reciba una señal adecuada del conmutador de parada de emergencia 220.

Como otro ejemplo de un error asociado con el conmutador de parada de emergencia 220, puede haber un cortocircuito en algún punto a lo largo de las conexiones 415A y 415B. Por ejemplo, los cables de las conexiones 415A y 415B pueden estar dañados. El daño en los cables puede hacer que ocurra un corto entre las dos conexiones 415A y 415B. Otro ejemplo de un error es una sobrecarga dentro de las conexiones 415A y 415B. Por ejemplo, la fuente de alimentación puede proporcionar demasiada potencia al nodo de control de seguridad 215, lo que a su vez hace que la tensión en las conexiones 415A y 415B sea demasiado alta. De este modo, no se puede confiar en que la señal enviada desde el conmutador de parada de emergencia 220 sea válida porque la sobrecarga puede haber dañado el conmutador de parada de emergencia 220 o el nodo de control de seguridad 215. De este modo, el nodo de control de seguridad 215 puede determinar, debido a las variaciones en la tensión, la corriente y/o

la señal, que una señal enviada por el conmutador de parada de emergencia 220 no se puede validar. Por lo tanto, el nodo de control de seguridad 215 es capaz de determinar si hay algún error asociado con el conmutador de parada de emergencia 220 para evitar activar innecesariamente el sistema de frenado 150.

La Figura 5 ilustra un método 500 para activar un freno mecánico, según una realización de la presente memoria. Las Figuras 5 y 6 se describirán con referencia a un nodo de control 210 para facilitar la explicación. No obstante, el nodo de control 210 puede ser un nodo de control 210 o un nodo de seguridad 215. De este modo, el método 500 y el método 600 no se deberían limitar solamente a un nodo de control 210. En el bloque 505, un nodo de control 210 recibe una señal de parada de emergencia que indica que el aerogenerador necesita ser apagado. Como un ejemplo, el personal dentro del WTG 100 puede activar una parada de emergencia con el fin de apagar el WTG 100 en el caso de una emergencia. Alternativamente, el nodo de control puede recibir una señal de parada de emergencia, pero no hay ninguna emergencia dentro del WTG 100. Por ejemplo, puede haber un error de comunicación entre uno de los conmutadores de parada de emergencia 220 y uno de los nodos de control 210 de manera que el nodo de control 210 recibe una señal que indica que se activó el conmutador de parada de emergencia 220, cuando, de hecho, no se activó el conmutador de parada de emergencia 220. Como otro ejemplo, un componente del aerogenerador puede perder potencia y, como medida de seguridad, el nodo de control 210 envía una señal de parada de emergencia que indica que se debería apagar el aerogenerador. En una realización, un nodo de control de seguridad 215 recibe la señal de parada de emergencia directamente de un conmutador de parada de emergencia 220.

En el bloque 510, el nodo de control 210 apaga el aerogenerador. En una realización, el nodo de control 210 envía una señal de apagado a todos los componentes del WTG 100 para iniciar la secuencia de apagado del WTG 100. En una realización, apagar el WTG 100 comprende poner en posición de bandera las palas, detener la producción de energía del generador, apagar los diversos componentes del aerogenerador y permitir que el rotor gire libremente.

En el bloque 515, el nodo de control determina si hay una indicación de que una persona está presente dentro del aerogenerador. En una realización, el selector de modo 225 indica que una persona está presente en el WTG 100. Por ejemplo, el personal puede conmutar el selector de modo 225 a un modo de operación de servicio, que indica que personal está presente dentro del WTG 100. En otra realización, la presencia de personal se puede detectar usando un sensor (por ejemplo, un sensor óptico, una alfombra de presión, una etiqueta de RFID, etc.) dentro del WTG 100. Si hay una indicación de que una persona está presente dentro del aerogenerador, el método continúa al bloque 520 donde el nodo de control 210 envía una señal al sistema de frenado 150, lo que hace que el sistema de frenado 150 active el freno y lleve el aerogenerador a una parada. Si no hay ninguna indicación de que una persona esté presente dentro del aerogenerador, el nodo de control 210 pasa al bloque 525.

En el bloque 525, el nodo de control determina si la señal de parada de emergencia es válida, lo que se describe en detalle en la Figura 6. Si la señal de parada de emergencia es válida, el nodo de control da instrucciones al sistema de frenado 150 para activar el freno y llevar el aerogenerador a una parada. Si la señal de parada de emergencia no es válida, el nodo de control 210 pasa al bloque 530 y apaga el WTG 100 sin activar el freno, es decir, permite que el rotor gire libremente.

La Figura 6 ilustra un método 600 para validar una señal de emergencia, según una realización ejemplar descrita en la presente memoria. Específicamente, el método 600 es una descripción más detallada del bloque 525 de la Figura 5. En el bloque 605, un nodo de control 210 determina si hay un fallo en el nodo de control asociado con el conmutador de parada de emergencia. Si hay un fallo en el nodo de control asociado con el conmutador de parada de emergencia (por ejemplo, falla un componente dentro del nodo de control), el nodo de control 210 pasa al bloque 530 y no aplica el freno. Por ejemplo, el nodo de control 210 puede realizar periódicamente una comprobación de estado o comprobación de salud de los componentes dentro del nodo de control 210. Si uno de los componentes no responde o responde con un error, el nodo de control 210 reconoce que cualquier señal enviada puede no ser exacta debido al componente fallido. De este modo, el nodo de control 210 puede proporcionar una señal de estado al sistema de comunicación 200 indicando que hay un fallo dentro del nodo de control 210. Por lo tanto, el WTG 100 determina que la parada de emergencia fue resultado del nodo de control 210 fallido y no de que el personal activase el conmutador de parada de emergencia y, de este modo, no es necesario detener el rotor. No obstante, si no hay un fallo en el nodo de control asociado con el conmutador de parada de emergencia, el nodo de control 210 pasa al bloque 610.

En el bloque 610, un nodo de control determina si hay un error de comunicación asociado con el conmutador de parada de emergencia. Por ejemplo, se puede enviar información de estado entre la pluralidad de nodos de control 210 en intervalos periódicos. Si uno de los nodos de control no responde o deja de responder a tiempo esto indica que hay un error de comunicación asociado con ese nodo de control respectivo. Como otro ejemplo, el paquete de datos enviado por un nodo de control puede no ser decodificado adecuadamente porque los datos están dañados. Si hay un error de comunicación asociado con el conmutador de parada de emergencia, el nodo de control 210 pasa al bloque 530 y no aplica el freno. De este modo, el sistema de control determina que la parada de emergencia fue resultado del error de comunicación y no de que el personal activase el conmutador de parada de emergencia y, de este modo, no es necesario detener el rotor. No obstante, si no hay un error de comunicación asociado con el conmutador de parada de emergencia, el nodo de control 210 pasa al bloque 615.

En el bloque 615, un nodo de control determina si hay un fallo de potencia asociado con el conmutador de parada de emergencia. Por ejemplo, si se pierde la comunicación total con el conmutador de parada de emergencia 220 o con el nodo de control asociado con el conmutador de parada de emergencia 220, la causa de la pérdida de comunicación total puede ser una pérdida de potencia. Si el selector de modo 225 pierde potencia, el WTG 100 puede operar en el modo en que estuvo por última vez el selector de modo. De este modo, si el selector de modo estaba en el modo de operación normal y después pierde potencia, el WTG 100 puede continuar operando en el modo de operación normal (es decir, el WTG 100 no aplicaría el freno si se envía una señal de parada de emergencia), más que suponer el escenario del caso peor de que una persona esté presente y se necesite aplicar el freno. Si hay un fallo de potencia asociado con el conmutador de parada de emergencia, el nodo de control 210 pasa al bloque 530 y no aplica el freno. Si no hay un fallo de potencia asociado con el conmutador de parada de emergencia, el nodo de control 210 pasa al bloque 620.

En el bloque 620, un nodo de control determina si la señal recibida del conmutador de parada de emergencia no es válida. Por ejemplo, puede haber un fallo de hardware asociado con el conmutador de parada de emergencia 220 de manera que solamente uno de los conmutadores 420A y 420B (pero no ambos) puede haber enviado una señal al nodo de control de seguridad 215, indicando por ello que funciona mal uno de los conmutadores 420 y, de este modo, el conmutador de parada de emergencia ha emitido una señal no válida (es decir, el conmutador de parada no se activó por el personal en el aerogenerador). Aunque se describe un fallo de hardware con referencia a los conmutadores 420A y 420B, una persona experta en la técnica apreciará que puede haber fallos de hardware adicionales asociados con el conmutador de parada de emergencia 220, tales como hardware asociado con un botón del conmutador de parada de emergencia 220, una pérdida de potencia al conmutador de parada de emergencia 220 o cualquier componente dentro del conmutador de parada de emergencia 220 que pueda fallar. En otro ejemplo, el nodo de control de seguridad 215 que recibe la señal enviada por el conmutador de parada de emergencia 220 puede ser incapaz de descifrar la señal lo que indica que la señal no es válida. Si la señal recibida del conmutador de parada de emergencia no es válida, el nodo de control 210 pasa al paso 530 y no aplica el freno. Es decir, el sistema de control determina que la señal de parada de emergencia es resultado de que funcionase mal el conmutador de parada de emergencia y no de que el personal activase el conmutador de parada de emergencia y, de este modo, no es necesario detener el rotor. No obstante, si la señal recibida del conmutador de parada de emergencia es válida, el nodo de control 210 pasa al bloque 520. En el bloque 520, el nodo de control 210 envía una señal al sistema de frenado 150 que hace que el sistema de frenado 150 active el freno y lleve el aerogenerador a una parada. De esta manera, el WTG 100 puede validar la señal de parada de emergencia para determinar si se debería activar el sistema de frenado.

En lo anterior, se hizo referencia a las realizaciones presentadas en esta descripción. No obstante, el alcance de la presente descripción no se limita a las realizaciones descritas específicas. En su lugar, cualquier combinación de características y elementos, estén o no relacionados con realizaciones diferentes, se contempla para implementar y poner en práctica las realizaciones contempladas. Además, aunque las realizaciones descritas en la presente memoria pueden lograr ventajas sobre otras soluciones posibles o sobre la técnica anterior, que se logre o no una ventaja particular por una realización dada no es limitante del alcance de la presente descripción. De este modo, los aspectos, características, realizaciones y ventajas en la presente memoria son meramente ilustrativos y no se consideran elementos o limitaciones de las reivindicaciones adjuntas excepto cuando se mencione específicamente en una reivindicación o reivindicaciones. Del mismo modo, una referencia a "la invención" no se debería interpretar como una generalización de cualquier materia objeto inventiva descrita en la presente memoria y no se debería considerar que sea un elemento o limitación de las reivindicaciones adjuntas excepto cuando se mencione explícitamente en una reivindicación o reivindicaciones.

Como se apreciará por un experto en la técnica, las realizaciones descritas en la presente memoria se pueden encarnar como un sistema, método o productos de programa de ordenador. Por consiguiente, los aspectos pueden tomar la forma de una realización completamente de hardware, una realización completamente de software (incluyendo microprograma, software residente, microcódigo, etc.) o una realización que combine aspectos de software o hardware a todos los que se puede hacer referencia en general en la presente memoria como "circuito", "módulo" o "sistema". Además, los aspectos pueden tomar la forma de un producto de programa de ordenador encarnado en uno o más medios legibles por ordenador que tengan un código de programa legible por ordenador encarnado en los mismos.

La presente invención puede ser un sistema, un método y/o un producto de programa de ordenador. El producto de programa de ordenador puede incluir un medio (o medios) de almacenamiento legible por ordenador que tiene instrucciones de programa legibles por ordenador en el mismo para hacer que un procesador lleve a cabo aspectos de la presente invención.

Se puede utilizar cualquier combinación de uno o más medios legibles por ordenador. El medio legible por ordenador puede ser un medio de señal legible por ordenador o un medio de almacenamiento legible por ordenador. Un medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser, por ejemplo, pero no limitado a, un sistema, aparato o dispositivo electrónico, magnético, óptico, electromagnético, de infrarrojos o semiconductor o cualquier combinación adecuada de los anteriores. Ejemplos más específicos (una lista no exhaustiva) del medio de almacenamiento legible por ordenador incluirían los siguientes: una conexión eléctrica que tiene uno o más cables, un disquete de ordenador portátil, un disco duro, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una

5 memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM o memoria Rápida), una fibra óptica, una memoria de solo lectura de disco compacto portátil (CD-ROM), un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento magnético o cualquier combinación adecuada de los anteriores. En el contexto de este documento, un medio de almacenamiento legible por ordenador es cualquier medio tangible que pueda contener, o almacenar, un programa para su uso por o en conexión con un sistema, aparato o dispositivo de ejecución de instrucciones.

10 Un medio de señal legible por ordenador puede incluir una señal de datos propagada con código de programa legible por ordenador encarnada en el mismo, por ejemplo, en banda de base o como parte de una onda portadora. Tal señal propagada puede tomar cualquiera de una variedad de formas, incluyendo, pero no limitado a, electromagnética, óptica o cualquier combinación adecuada de las mismas. Un medio de señal legible por ordenador puede ser cualquier medio legible por ordenador que no sea un medio de almacenamiento legible por ordenador y que pueda comunicar, propagar o transportar un programa para su uso por o en conexión con un sistema, aparato o dispositivo de ejecución de instrucciones.

15 Un código de programa encarnado en un medio legible por ordenador se puede transmitir usando cualquier medio apropiado, incluyendo, pero no limitado a, inalámbrico, alámbrico, de cable de fibra óptica, de RF, etc. o cualquier combinación adecuada de los anteriores.

20 Un código de programa de ordenador para llevar a cabo operaciones para aspectos de la presente descripción se puede escribir en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación, incluyendo un lenguaje de programación orientado a objetos tal como Java, Smalltalk, C++ o similares y lenguajes de programación de procedimiento convencional, tales como el lenguaje de programación "C" o lenguajes de programación similares. El código de programa se puede ejecutar completamente en el ordenador del usuario, parcialmente en el ordenador del usuario, como un paquete de software autónomo, parcialmente en el ordenador del usuario y parcialmente en un ordenador remoto o completamente en el ordenador o servidor remoto. En este último escenario, el ordenador remoto se puede conectar al ordenador del usuario a través de cualquier tipo de red, incluyendo una red de área local (LAN) o una red de área extensa (WAN) o se puede hacer la conexión a un ordenador externo (por ejemplo, a través de Internet usando un Proveedor de Servicios de Internet).

30 Los diagramas de flujo y de bloques en las Figuras ilustran la arquitectura, funcionalidad y operación de posibles implementaciones de sistemas, métodos o productos de programa de ordenador según diversas realizaciones. A este respecto, cada bloque en los diagramas de flujo o diagramas de bloques puede representar un módulo, segmento o parte de código, que comprende una o más instrucciones ejecutables para implementar la función o funciones lógicas especificadas. También se debería observar que, en algunas implementaciones alternativas, las funciones señaladas en el bloque pueden ocurrir fuera del orden señalado en las figuras. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden, de hecho, ejecutarse sustancialmente de manera concurrente o los dos bloques se pueden ejecutar algunas veces en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad implicada. También se observará que cada bloque de los diagramas de bloques y/o ilustración de diagrama de flujo, y las combinaciones de bloques en los diagramas de bloques y/o la ilustración de diagrama de flujo, se pueden implementar por sistemas basados en hardware de propósito especial que realicen las funciones o actos especificados, o combinaciones de de hardware de propósito especial e instrucciones de ordenador.

35 En vista de lo anterior, el alcance de la presente descripción se determina por las reivindicaciones que siguen.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para validar una señal de parada de emergencia dentro de un aerogenerador, en donde el aerogenerador comprende una pluralidad de nodos de control (210) distribuidos a lo largo del aerogenerador, el método que comprende:
  - 5 recibir una señal de parada de emergencia de un primer nodo de control de la pluralidad de nodos de control, en donde la señal de parada de emergencia indica que se debería apagar el aerogenerador;
   
 apagar el aerogenerador transmitiendo una señal de apagado a la pluralidad de nodos de control;
   
 tras determinar que no hay ninguna indicación de que una persona esté presente dentro del aerogenerador, validar la señal de parada de emergencia; y
  - 10 tras determinar que la señal de parada de emergencia es válida, activar un freno (150) para llevar el rotor (120) a una parada.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el aerogenerador comprende además un conmutador de parada de emergencia acoplado con un nodo de seguridad, en donde el nodo de seguridad gestiona situaciones de emergencia dentro del aerogenerador y es uno de la pluralidad de nodos de control.
- 15 3. El método de la reivindicación 2, en donde validar la señal de parada de emergencia comprende determinar que no hay ningún error asociado con la señal de parada de emergencia, en donde el error es al menos uno de un error de comunicación asociado con el nodo de seguridad, un fallo de potencia dentro del generador y un fallo de hardware del conmutador de emergencia.
- 20 4. El método de la reivindicación 2, en donde validar la señal de parada de emergencia comprende confirmar que un operario humano activó el conmutador de parada de emergencia.
5. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la indicación de que una persona está presente se recibe de al menos uno de un selector de modo que dicta un modo de operación del aerogenerador, un sensor óptico que detecta la presencia de una persona dentro del aerogenerador, una alfombra de presión, una cortina de luz que detecta cuándo una persona pasa a través de la cortina de luz y un transceptor de RFID.
- 25 6. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el apagado del aerogenerador comprende poner en posición de bandera las palas y permitir que el rotor gire libremente.
7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
  - recibir una segunda señal de parada de emergencia de un segundo nodo de control; y
  - 30 tras determinar que la segunda señal de parada de emergencia no es válida, apagar el aerogenerador sin activar el freno.
8. Un generador de aerogenerador que comprende:
  - un rotor que comprende una pluralidad de palas;
  - un freno; y
  - 35 una pluralidad de nodos de control distribuidos a lo largo del aerogenerador, en donde un primer nodo de control de la pluralidad de nodos de control está configurado para:
    - recibir una señal de parada de emergencia de un conmutador de parada de emergencia, en donde la señal de parada de emergencia indica que se debería apagar el aerogenerador;
    - apagar el aerogenerador transmitiendo una señal de apagado a la pluralidad de nodos de control;
    - 40 tras determinar que no hay ninguna indicación de que una persona está presente dentro del aerogenerador, validar la señal de parada de emergencia; y
    - tras determinar que la señal de parada de emergencia es válida, activar un freno para llevar el rotor a una parada.
9. El generador de aerogenerador de la reivindicación 8, que comprende además un nodo de seguridad acoplado con el conmutador de parada de emergencia, en donde el nodo de seguridad maneja situaciones de emergencia dentro del aerogenerador y es uno de la pluralidad de nodos de control.
- 45 10. El generador de aerogenerador de la reivindicación 9, en donde validar la señal de parada de emergencia comprende determinar que no hay ningún error asociado con la señal de parada de emergencia, en donde el error

es al menos uno de entre un error de comunicación asociado con el nodo de seguridad, un fallo de potencia dentro del aerogenerador y un fallo de hardware del conmutador de emergencia.

11. El generador de aerogenerador de la reivindicación 9, en donde validar la señal de parada de emergencia comprende confirmar que un operario humano activó el conmutador de parada de emergencia.
- 5 12. El generador de aerogenerador de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en donde la indicación de que una persona está presente se recibe de al menos uno de un selector de modo que dicta un modo de operación del aerogenerador, un sensor óptico que detecta la presencia de una persona dentro del aerogenerador, una alfombra de presión, una cortina de luz que detecta cuándo una persona pasa a través de la cortina de luz y un transceptor de RFID.
- 10 13. El generador de aerogenerador de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en donde el apagado del aerogenerador comprende poner en posición de bandera las palas y permitir que el rotor gire libremente.
14. El generador de aerogenerador de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en donde el nodo de control está configurado además para:
  - recibir una segunda señal de parada de emergencia de un segundo nodo de control; y
- 15 tras determinar que la segunda señal de parada de emergencia no es válida, apagar el aerogenerador sin activar el freno.
15. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene un código de programa legible por ordenador encarnado con el mismo, el código de programa legible por ordenador que es ejecutable por uno o más procesadores de ordenador para realizar una operación, en donde la operación comprende:
  - 20 recibir una señal de parada de emergencia de un primer nodo de control de la pluralidad de nodos de control, en donde la señal de parada de emergencia indica que se debería apagar el aerogenerador;
  - apagar el aerogenerador transmitiendo una señal de apagado a la pluralidad de nodos de control;
  - tras determinar que no hay ninguna indicación de que una persona está presente dentro del aerogenerador, validar la señal de parada de emergencia; y
- 25 tras determinar que la señal de parada de emergencia es válida, activar un freno para llevar el rotor a una parada.

FIG. 1

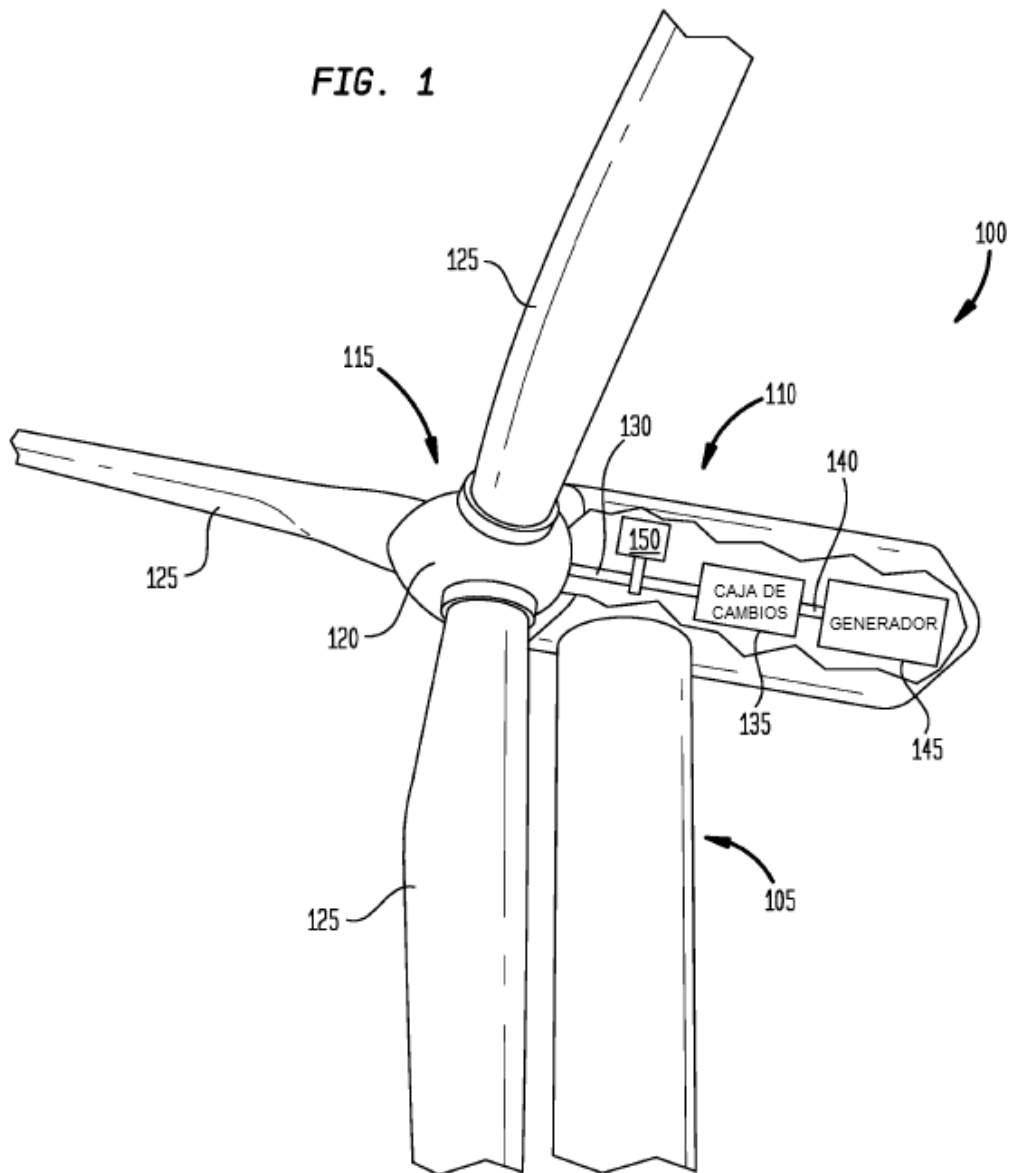


FIG. 2

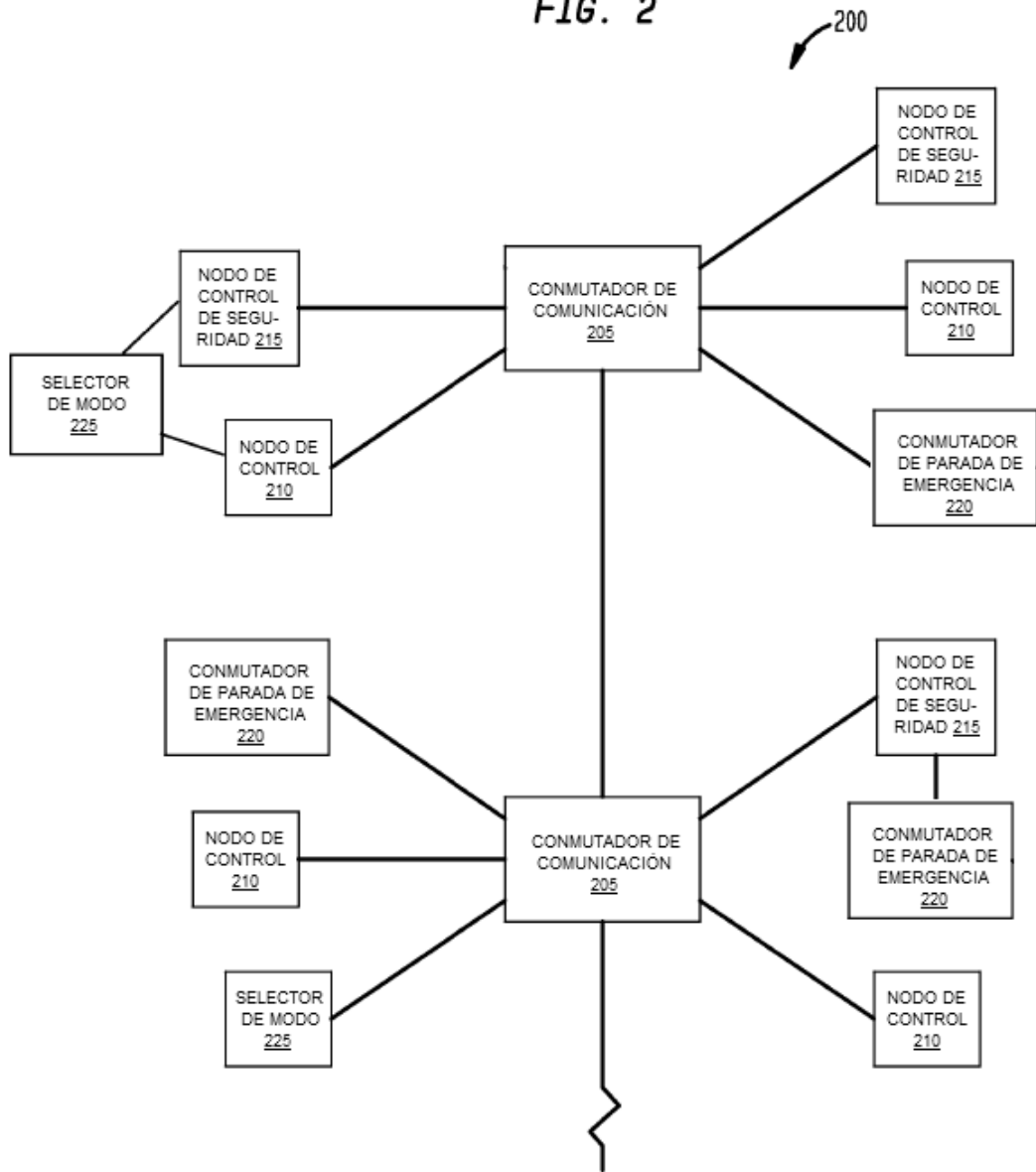


FIG. 3

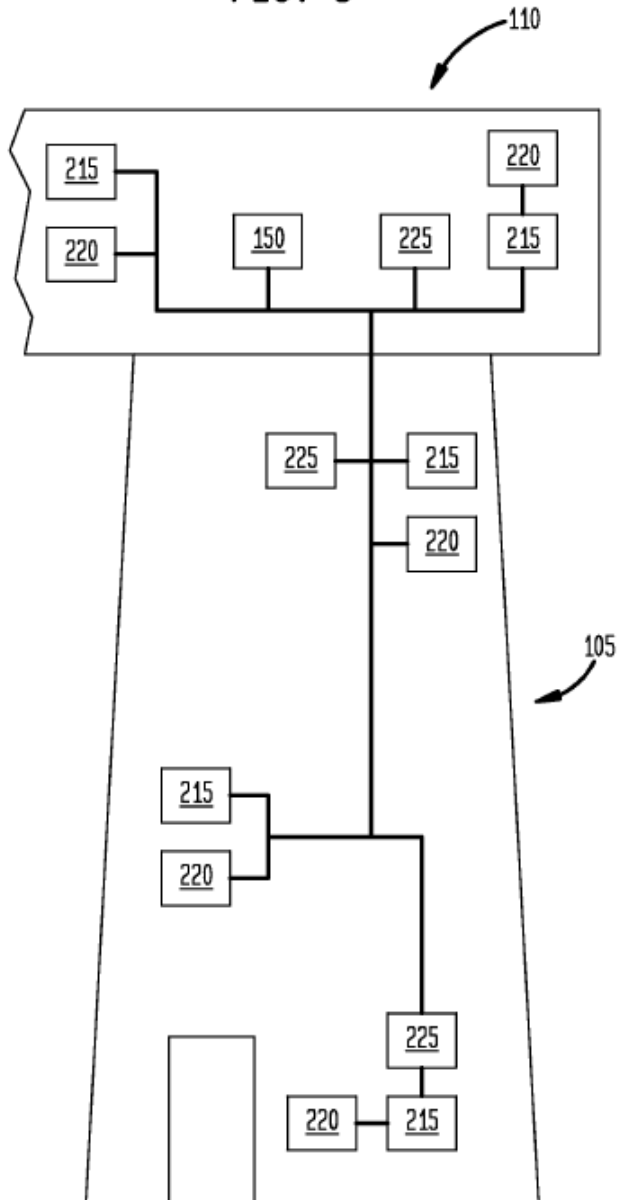
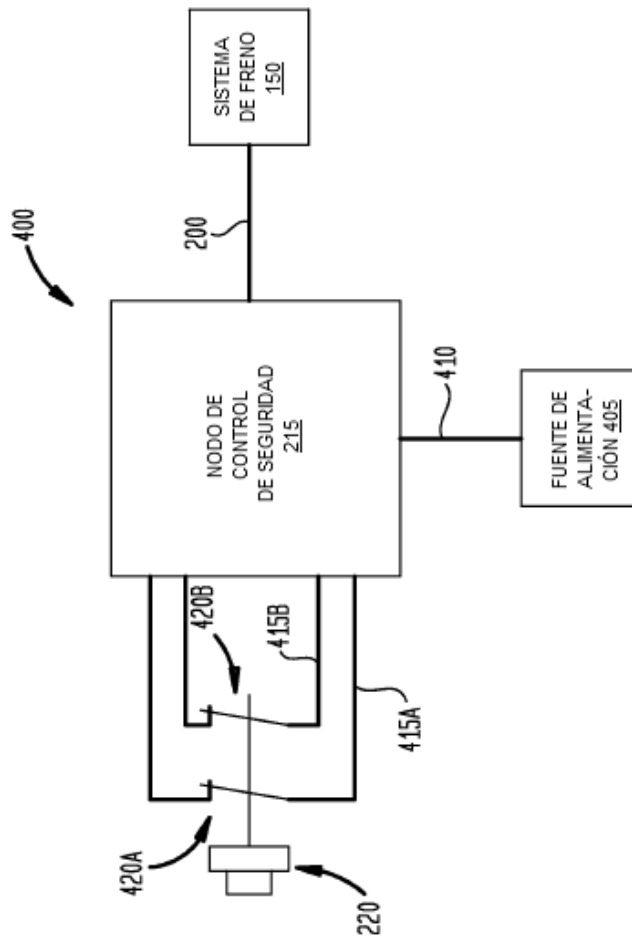


FIG. 4



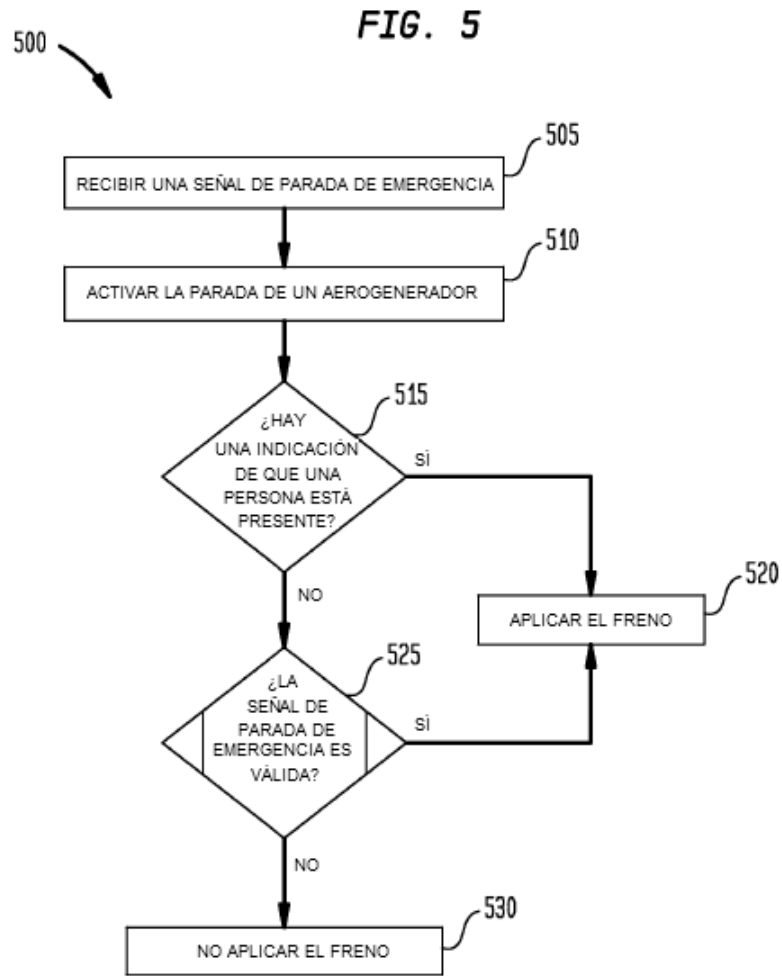


FIG. 6

