

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 507 096**

51 Int. Cl.:

H02P 9/00 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H02P 9/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2006 E 06255443 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.09.2014 EP 1780861**

54 Título: **Detección de formación de islas en redes eléctricas**

30 Prioridad:

26.10.2005 US 259673

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

14.10.2014

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 RIVER ROAD
SCHENECTADY, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

WALLING, REIGH ALLEN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 507 096 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

Detección de formación de islas en redes eléctricas

Antecedentes de la invención

5 La presente invención versa en general sobre la generación eléctrica y, más específicamente, sobre procedimientos y aparatos para detectar la formación de islas (aislamientos) en una instalación de generación eléctrica conectada a una red. Los procedimientos y los aparatos son particularmente aplicables a los parques eólicos, pero no están necesariamente limitados a los mismos.

10 Un circuito abierto, tal como el causado por la apertura de un conmutador, un disyuntor o un fusible, en una conexión radial entre un parque eólico y una red eléctrica, puede dejar el parque eólico aislado de la red. Este aislamiento se denomina "operación en isla", y está prohibido en varias normativas de la red eléctrica. Asimismo, la apertura de un disyuntor o un conmutador en una subestación de parque eólico, que da como resultado el aislamiento de un circuito colector de la subestación, aísla la turbina eólica de ese circuito colector de la subestación y de la red. Aunque el parque eólico esté aislado de la red, podría seguir conectado a consumidores fuera del parque eólico. La formación de islas puede dar como resultado un intenso esfuerzo en los equipos, incluyendo altas tensiones, y puede resultar peligroso para el personal de mantenimiento. La evitación del esfuerzo intenso de los equipos puede requerir una detección muy rápida de la condición en isla.

20 La patente estadounidense nº 6.810.339 B2 describe algunos procedimientos conocidos para eliminar el problema del aislamiento. Estos incluyen procedimientos pasivos, tales como disparos de parada del equipo convertidor por tensión insuficiente o sobretensión y por frecuencia insuficiente o excesiva si la tensión o la frecuencia superan ciertos límites predefinidos. Esquemas adicionales usan una "frecuencia inestable" o una "deriva activa de frecuencia" o un cambio de la salida de potencia real o reactiva de un convertidor. Se da a conocer un procedimiento que se dice que es superior a estos en el que un convertidor detecta un cambio de frecuencia, ascendente o descendente, y provoca un desplazamiento acelerado de la frecuencia en la misma dirección para disparar rápidamente un límite de frecuencia insuficiente/excesiva.

25 La patente estadounidense nº 6.815.932 B2 describe un procedimiento para controlar un sistema de generadores conectado a un sistema de energía eléctrica para evitar el aislamiento no intencional del generador. El procedimiento usa una combinación de umbrales de características de frecuencia y una técnica de desestabilización activa del ángulo de fase para desestabilizar islas bien o perfectamente adaptadas.

30 El documento US 3.710.188 (véase el preámbulo de la reivindicación 1) describe un sistema de distribución de red de alta tensión que incluye un disyuntor protector que comprende un relé.

El documento US 2003/0080741 versa sobre técnicas anti-aislamiento para la generación de energía distribuida usando una detección de alteraciones relacionadas con impulsos.

35 No obstante, la detección fiable del aislamiento mediante la observación pasiva de la tensión, la corriente, la frecuencia y/o el cambio del ángulo de fase ha resultado difícil. Estos procedimientos de detección son, a menudo, incapaces de una detección muy rápida, son susceptibles a una operación espuria causada por incidencias en la red, y pueden verse confundidos por el equilibrio o el cuasiequilibrio entre la energía generada por el parque eólico y la demanda de energía en la zona de la red que está en isla con el parque eólico. La detección mediante la monitorización del estado de conmutación es complicada, requiriendo un caro sistema de comunicaciones. A menudo, se necesita el estado de múltiples dispositivos de conmutación, junto con lógica para tener en cuenta múltiples vías de interconexión.

Breve descripción de la invención

Las reivindicaciones adjuntas definen diversos aspectos y realizaciones de la presente invención.

45 Se apreciará que las configuraciones de la presente invención proporcionan una detección rápida y fiable de condiciones de aislamiento de generadores, incluyendo generadores individuales de turbinas eólicas en parques eólicos.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirán realizaciones de la presente invención, únicamente a título de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

50 La Figura 1 es un dibujo de una configuración ejemplar de una turbina eólica.
La Figura 2 es una vista recortada en perspectiva de una góndola de la configuración ejemplar de turbina eólica mostrada en la Figura 1.
La Figura 3 es un diagrama de bloques de una configuración de un sistema anti-aislamiento instalado en una estación generadora.

La Figura 4 es un diagrama esquemático parcial de una configuración de un acoplamiento de transformador de fase a tierra de un generador de señales (o un receptor de señales) adecuado para la configuración ilustrada en la Figura 3. Aunque los ejemplos de las Figuras 4, 5 y 6 muestran el acoplamiento únicamente a una fase (o a una combinación de fases), la señal también puede ser acoplada a dos o más fases (por ejemplo, las tres fases en un sistema trifásico).

La Figura 5 es un diagrama esquemático parcial de una configuración de un acoplamiento de transformador de fase a tierra de un generador de señales (o un receptor de señales) adecuado para la configuración ilustrada en la Figura 3.

La Figura 6 es un diagrama esquemático parcial de una configuración de un acoplamiento capacitivo de fase a tierra de un generador de señales (o un receptor de señales) adecuado para la configuración ilustrada en la Figura 3.

Descripción detallada de la invención

En algunas configuraciones de la presente invención, se detecta el aislamiento de una estación generadora con respecto a la red eléctrica usando una señal superpuesta a la tensión de la frecuencia industrial en un punto adecuado. En el caso de que la estación generadora sea un parque eólico, esta señal es monitorizada continuamente (o casi continuamente) en cada turbina eólica. La ausencia de la señal monitorizada implica que la turbina eólica está aislada eléctricamente del punto de inyección de la señal, lo que puede ser interpretado como evidencia de aislamiento. El generador de turbina eólica puede dispararse como respuesta, o el modo de control del generador puede cambiar de un modo apropiado para la operación con conexión a la red (por ejemplo, el control de la fuente de la corriente) a un modo apropiado para la operación aislada (es decir, en isla) (por ejemplo, el control de la fuente de tensión de frecuencia fija).

La frecuencia y las características de la señal inyectada son escogidas de modo que la detección del aislamiento pueda ser rápida, fiable y segura, sin interferir en la calidad de potencia o en otros sistemas de comunicaciones. En muchas configuraciones, difiere sustancialmente de las tensiones y/o las corrientes transitorias y armónicas generadas en un parque eólico para evitar detectar erróneamente una condición conectada cuando se ha producido un aislamiento. Se fomenta la seguridad inyectando dos frecuencias, simultáneamente, ninguna de las cuales es un múltiplo entero de la frecuencia industrial.

En algunas configuraciones de la presente invención, la señal es monitorizada en el nivel de baja tensión al que está conectada la turbina eólica. Normalmente, la señal se conectaría en el bus colector de media tensión o en el sistema de transmisión de alta tensión. En tales configuraciones, el sistema se configura de modo que la señal se propague por transformadores de alta tensión y media tensión sin excesiva atenuación. En algunas configuraciones, la señal es monitorizada en el lado de media tensión de los transformadores elevadores de la turbina eólica, usando acopladores capacitivos o transformadores de tensión.

En algunas configuraciones y con referencia a la Figura 1, una turbina eólica 100 comprende una góndola 102 que aloja un generador (no mostrado en la Figura 1). La góndola 102 está montada encima de una torre elevada 104, de la que solo se muestra una porción en la Figura 1. La turbina eólica 100 también comprende un rotor 106 que incluye una o más palas 108 de rotor unidas a un cubo giratorio 110. Aunque la turbina eólica 100 ilustrada en la Figura 1 incluye tres palas 108 de rotor, no hay ningún límite específico al número de palas 108 de rotor requeridas por la presente invención.

En algunas configuraciones y con referencia a la Figura 2, hay diversos componentes alojados en la góndola 102 encima de la torre 104 de la turbina eólica 100. La altura de la torre 104 se selecciona en función de factores y condiciones conocidos en la técnica. En algunas configuraciones, uno o más microcontroladores dentro del panel 112 de control comprenden un sistema de control usado para la monitorización y el control de todo el sistema. En algunas configuraciones se usan arquitecturas alternativas de control distribuido o centralizado.

En algunas configuraciones, se proporciona un control variable 114 de paso de la pala para controlar el paso de las palas 108 (no mostradas en la Figura 2) que impulsan el cubo 110 como consecuencia del viento. En algunas configuraciones, los pasos de las palas 108 son controlados individualmente por el control 114 de paso de la pala. El cubo 110 y las palas 108 comprenden conjuntamente el rotor 106 de la turbina eólica.

La transmisión de la turbina eólica incluye un eje principal 116 del rotor (también denominado "eje de baja velocidad") conectado al cubo 110 a través del cojinete principal 130 y (en algunas configuraciones), en un extremo opuesto del eje 116, a una caja 118 de engranajes. La caja 118 de engranajes acciona un eje de alta velocidad del generador 120. En otras configuraciones, el eje principal 116 del rotor está directamente acoplado al generador 120. El eje de alta velocidad (no identificado en la Figura 2) se usa para accionar el generador 120, que está montado en el bastidor principal 132. En algunas configuraciones, se transmite par rotor por medio de un embrague 122. En configuraciones de la presente invención, el generador 120 es un generador de imán permanente de transmisión directa.

El control 124 de guiñada y la plataforma 126 de guiñada proporcionan un sistema de orientación de la guiñada para la turbina eólica 100. Un mástil meteorológico 128 proporciona información para un sistema de control de la turbina

(que está situado en el panel 112 de control). Esta información puede incluir la dirección del viento y/o la velocidad del viento. En algunas configuraciones, el sistema de guiñada está montado en un saliente proporcionado encima de la torre 104.

5 Con referencia a la Figura 3, algunas configuraciones de la presente invención proporcionan un aparato 300 para detectar condiciones de aislamiento en una red eléctrica 302 que tiene una tensión de red eléctrica. El aparato 300 incluye un generador 304 de señales configurado para superponer una señal detectable 306 distinta de la tensión de la red eléctrica sobre la tensión de la red eléctrica en un punto 308 de red fuera de la estación generadora 310. (El punto en el que se superpone la señal detectable 306 puede ser, por ejemplo, una estación generadora diferente de la estación generadora 310, o cualquier otro punto de red adecuado). También está incluido en el aparato 300 un detector o monitor 312 que está configurado para monitorizar la señal detectable 306 en la estación generadora 310. Además, se proporciona un conmutador 314 que está configurado para disparar la estación generadora 310 o una porción de la misma (tal como una única turbina eólica 100 o varias turbinas eólicas 100) cuando el detector 312 determina que está ausente la señal detectable monitorizada. Más en general, el modo de control de la estación generadora 310 pasa de un modo apropiado para una operación conectada a la red (por ejemplo, el control de la fuente de la corriente) a un modo apropiado para la operación aislada (es decir, en isla) (por ejemplo, el control de la fuente de tensión de frecuencia fija).

20 En algunas configuraciones, la señal detectable 306 difiere de las tensiones y/o las corrientes transitorias y armónicas que puede generar la estación generadora 310 o que pueden estar presentes de otra manera en la red eléctrica 302. La señal detectable 306 comprende una o, en algunas configuraciones, al menos dos frecuencias simultáneas que no son un múltiplo entero de la frecuencia de la tensión de la red eléctrica. En algunas configuraciones, el detector o monitor 312 está configurado, además, para monitorizar la señal detectable 306 a un nivel de baja tensión al que está conectado el generador 304. Además, en diversas configuraciones de la presente invención, el generador 304 está configurado, además, para inyectar la señal detectable en un bus colector 316 de media tensión o en un sistema 318 de transmisión de alta tensión.

25 La estación generadora 310 puede ser, pero no es preciso que lo sea necesariamente, un parque eólico que comprenda varias turbinas eólicas 100 que generen energía eléctrica, y el detector 312 puede estar configurado, además, para monitorizar la señal detectable 306 a un nivel de baja tensión al que está conectada una turbina eólica 100 de un parque eólico. En algunas configuraciones, el detector 312 comprende, además, ya sea un acoplador capacitivo 322 o un transformador 324 de tensión (o ambos) eléctricamente acoplados al lado 316 de media tensión del transformador elevador 326 de una turbina eólica. En las Figuras 4, 5 y 6 se muestran ejemplos de acoplamientos de transformador 324 y capacitivo 322 para un sistema trifásico. Pueden usarse tipos de acoplamiento esencialmente similares para inyectar una señal procedente de un transmisor. Además, en algunas configuraciones, la estación generadora 310 puede ser un solo generador, tal como una sola turbina eólica 100, una sola unidad de generación eléctrica de otro tipo, o varias unidades generadoras, de las cuales todas, o cierta porción, o ninguna, son turbinas eólicas. Así, la estación generadora 310 puede ser, en diversas configuraciones, un solo generador o unidad generadora, o varios generadores o unidades generadoras (que pueden estar dispersos), y no es preciso que el tipo de generador o unidad generadora (o de los generadores o unidades generadoras) sea una turbina eólica, y ni siquiera es preciso que sean idénticas entre sí. Así, las configuraciones de la invención también son aplicables de forma más general a "parques energéticos", y no están restringidas a tipos particulares de parques energéticos, tales como parques eólicos o huertos de energía solar.

40 En algunas configuraciones de la presente invención y con referencia a las Figuras 1, 2 y 3, se proporciona una estación generadora, tal como la turbina eólica 100. La estación generadora (por ejemplo, la turbina eólica 100) está eléctricamente acoplada a una red eléctrica 302, y está dotada de un detector 312 sensible a una señal 306 eléctricamente acoplada desde la red eléctrica 302 al generador, y un conmutador 314 sensible al detector 312 para disparar (desconectar) el generador 120 de turbina eólica cuando se determina que está ausente la señal 306 a la que es sensible el detector. La señal 306, en algunas configuraciones, difiere de las tensiones y/o las corrientes transitorias y armónicas generadas y puede comprender una frecuencia o, al menos, dos frecuencias simultáneas que no es o son múltiplos enteros de la frecuencia de la tensión de la red eléctrica.

45 Un procedimiento para detectar condiciones de aislamiento en una red eléctrica 302 que tiene una tensión de red eléctrica incluye, así, superponer una señal detectable 306 diferente de la tensión de la red eléctrica en la tensión de la red eléctrica en un punto 308 de red fuera de la estación generadora 310, monitorizar la señal detectable 306 en la estación generadora 310 y disparar la estación generadora 310 o una porción de la misma (por ejemplo, una turbina eólica 100) cuando se determina que está ausente la señal detectable monitorizada. En algunas configuraciones, la señal detectable 306 difiere de las tensiones y/o las corrientes transitorias y armónicas generadas y/o comprende una o, en algunas configuraciones, al menos dos frecuencias simultáneas que no son múltiplos enteros de la frecuencia de la tensión de la red eléctrica. La monitorización de la señal detectable 306 en algunas configuraciones comprende, además, monitorizar la señal detectable 306 a un nivel de baja tensión al que se conecta el generador 310. La superposición de la señal detectable 306 comprende, además, en algunas configuraciones, inyectar la señal detectable 306 en un bus colector 316 de media tensión o en un sistema 318 de transmisión de alta tensión. La estación generadora 310 es, en algunas configuraciones, un parque eólico que comprende varias turbinas eólicas 100. La monitorización de la señal detectable puede comprender usar ya sea un

acoplador capacitivo 322 o un transformador 324 de tensión (o ambos) para monitorizar un lado 316 de media tensión del transformador elevador 326 de una turbina eólica.

5 Se apreciará así que se proporciona una detección fiable del aislamiento por medio de diversas configuraciones de la presente invención. Los procedimientos de detección y las configuraciones de los aparatos de la presente invención proporcionan una detección muy rápida que evita la operación espuria causada por incidencias en la red, y que no se ve confundida por el equilibrio o el cuasiequilibrio entre la energía generada (por ejemplo) por un parque eólico y la demanda de energía en la zona de la red que está en isla con el parque eólico. No se requiere la detección mediante la monitorización del estado de conmutación ni un caro sistema de comunicaciones.

10 Aunque se ha descrito la invención en términos de diversas realizaciones específicas, los expertos en la técnica reconocerán que la invención puede ser puesta en práctica con modificación dentro del alcance de las reivindicaciones.

Lista de partes

100	turbinas eólicas
102	góndola
104	torre
106	rotor
108	palas de rotor
110	cubo
112	panel de control
114	control de paso de la pala
116	eje principal del rotor
118	caja de engranajes
120	generador
122	embrague
124	control de guiñada
126	plataforma de guiñada
128	mástil meteorológico
130	cojinete principal
132	bastidor principal
300	aparato
302	red eléctrica
304	generador
306	señal detectable
308	punto de red
310	estación generadora
312	detector
314	conmutador
316	bus colector de media tensión
316	lado de media tensión
318	sistema de transmisión
322	acoplador capacitivo
324	transformador de tensión
326	transformador elevador

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (300) para detectar condiciones de formación de islas (aislamiento) en una red eléctrica (302) que tiene una tensión de red eléctrica, comprendiendo dicho aparato (300):
 - 5 un detector (312) configurado para monitorizar una señal detectable (306) diferente de la tensión de la red eléctrica en una estación generadora (310), incluyendo la estación generadora (310) al menos una turbina eólica (100) y al menos uno de un acoplador capacitivo (322) y un transformador (324) de tensión; y un generador (304) de señales configurado para superponer la señal detectable (306) sobre la tensión de la red eléctrica en un punto (308) de red fuera de la estación generadora (310) de monitorización; **caracterizado porque:**
 - 10 dicha estación generadora (310) comprende un conmutador (314) configurado para conmutar dicha estación generadora (310) de un modo de operación conectado a la red a un modo de operación en isla cuando se determina que está ausente la señal detectable (306), comprendiendo dicha señal detectable (306) al menos dos frecuencias simultáneas que no son múltiplos enteros de una frecuencia de la tensión de la red eléctrica.
- 15 2. Un aparato (300) según la Reivindicación 1, en el que la señal detectable (306) difiere de las tensiones transitorias y armónicas generadas, de las corrientes o de ambas.
3. Un aparato (300) según las Reivindicaciones 1 o 2, en el que dicho detector (312) está configurado, además, para monitorizar la señal detectable (306) a un nivel de baja tensión al que está conectado el generador (304).
- 20 4. Un aparato (300) según la Reivindicación 3, en el que dicho generador (304) está configurado, además, para inyectar la señal detectable (306) ya sea en un bus colector (316) de media tensión o en un sistema (318) de transmisión de alta tensión.
5. Un aparato (300) según cualquier Reivindicación precedente, en el que la estación generadora (310) es un parque eólico que comprende varias turbinas eólicas (100).
- 25 6. Un aparato (300) según cualquier Reivindicación precedente, en el que dicho detector (312) comprende un acoplador capacitivo (322) o un transformador (324) de tensión acoplado eléctricamente al lado de media tensión de un transformador elevador (326) de la turbina eólica.

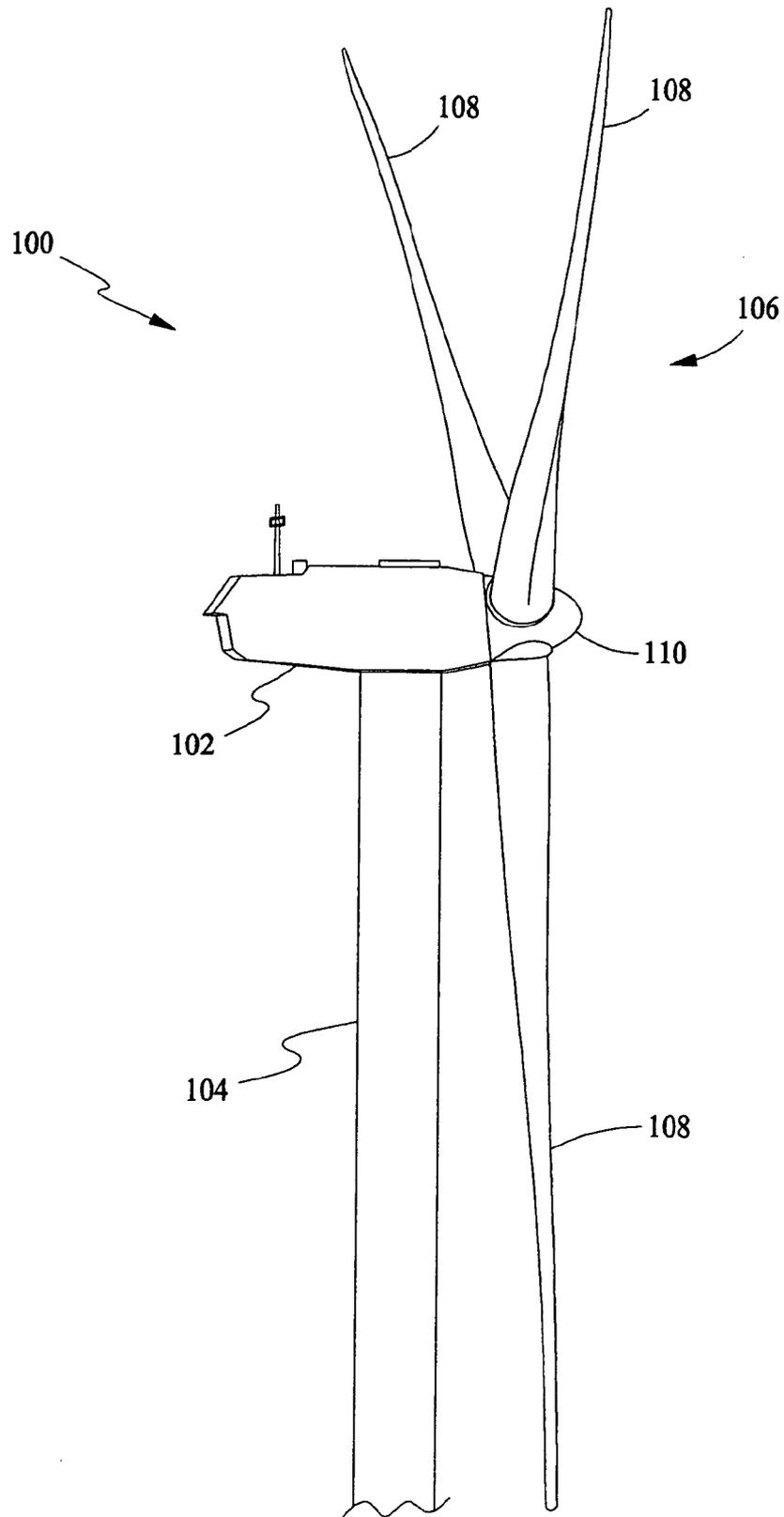


FIG. 1

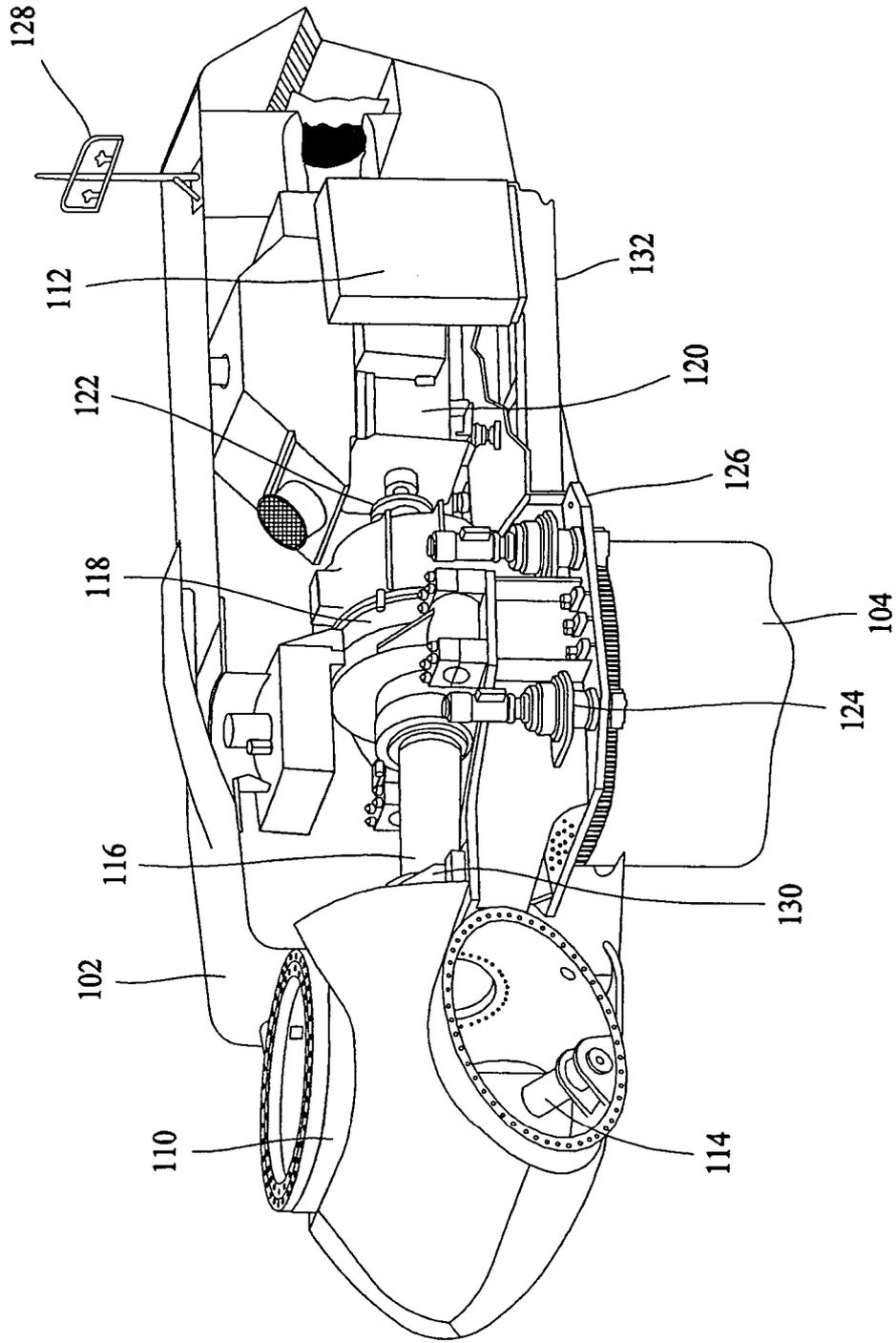


FIG. 2

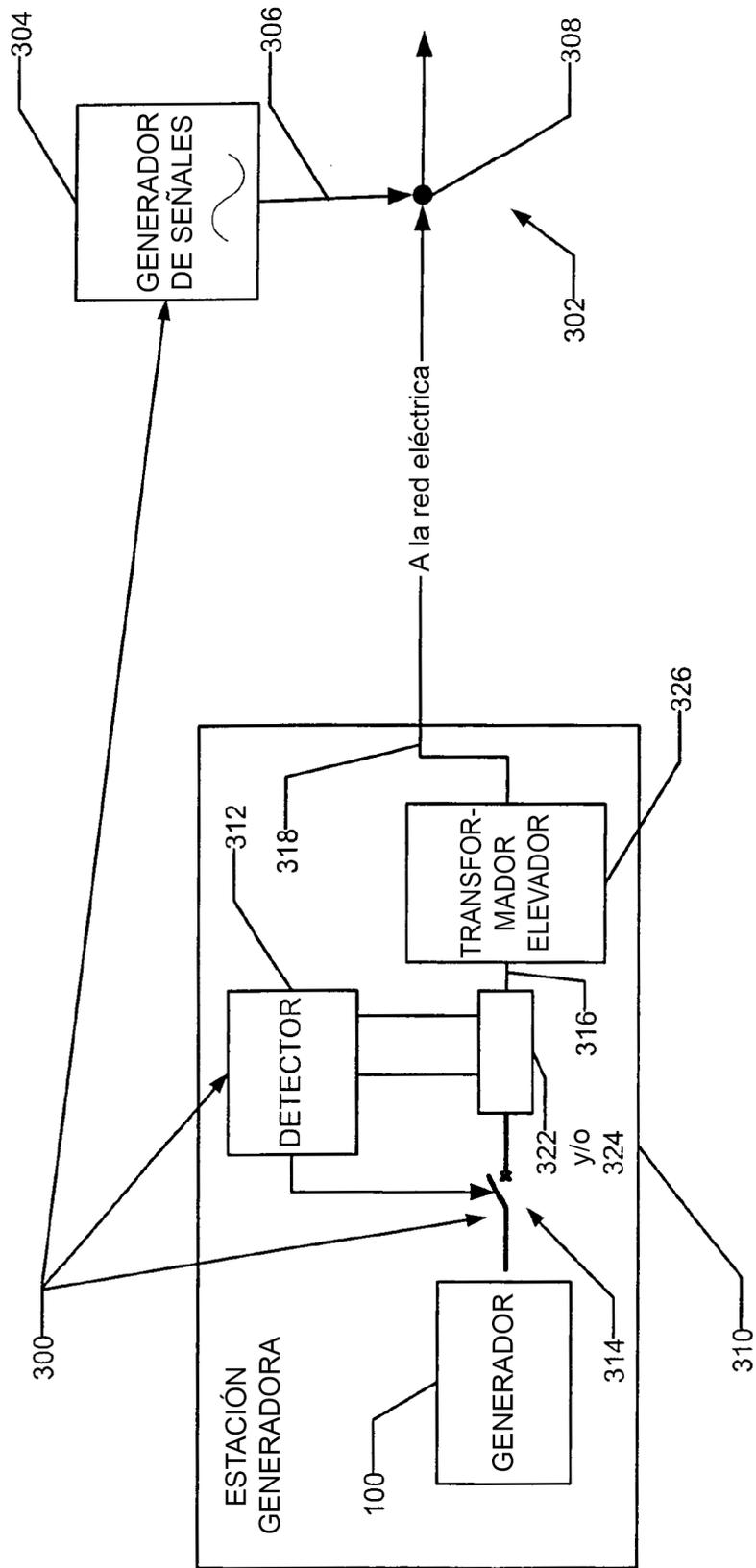


Fig. 3

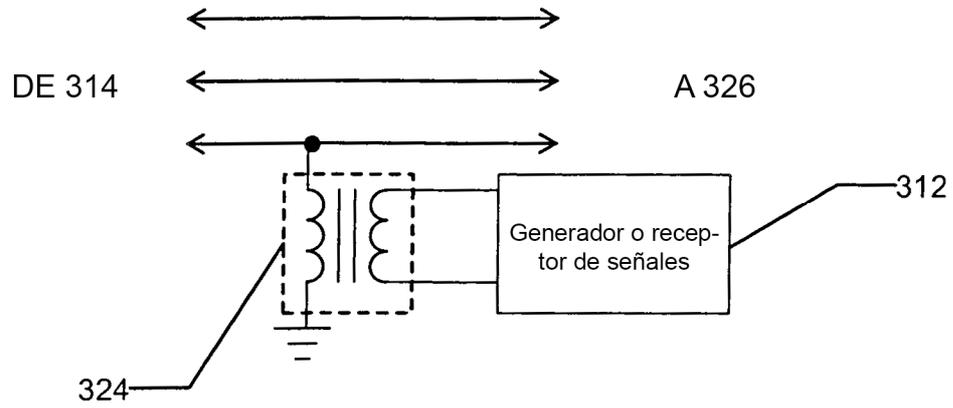


Fig. 4

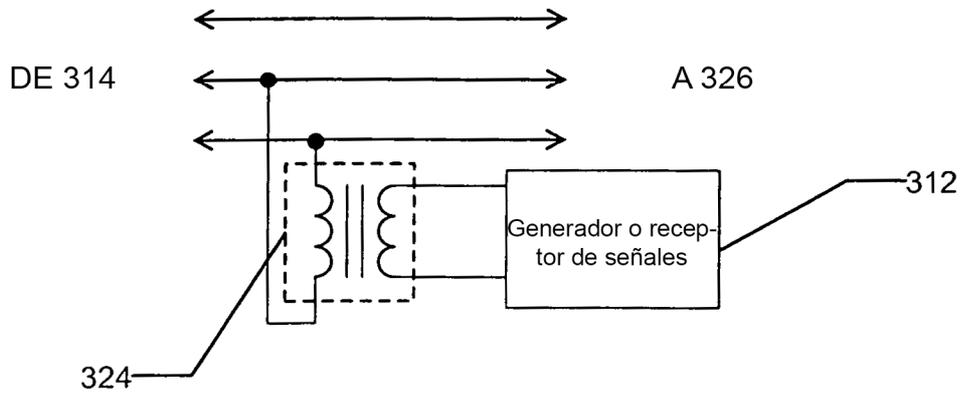


Fig. 5

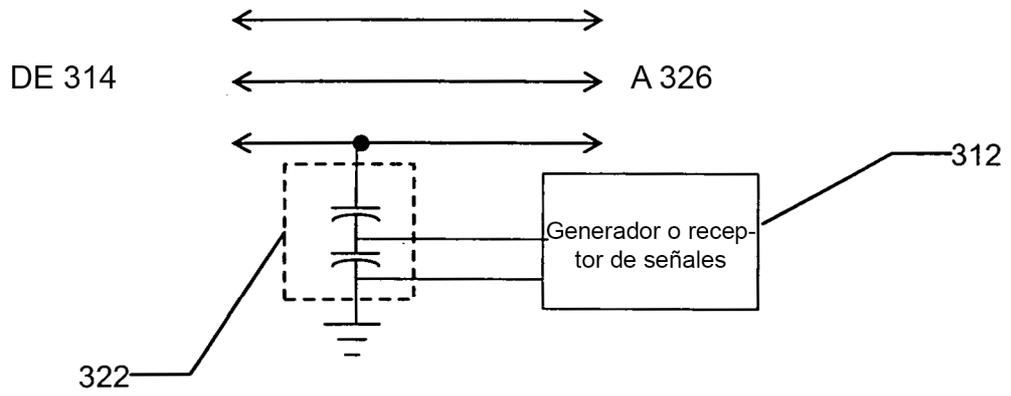


Fig. 6