

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 771**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2007** **E 07100766 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 1819023**

54 Título: **Sistema y procedimiento de carga de derivación de aerogenerador**

30 Prioridad:

19.01.2006 US 334575

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.09.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LUETZE, HENNING;
EDENFELD, THOMAS y
GAUCHEL, PETER

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 545 771 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

Sistema y procedimiento de carga de derivación de aerogenerador

La invención se refiere generalmente a la generación y distribución de energía eléctrica generada mediante aerogeneradores. Más en particular, la invención se refiere a la adaptación a rápidas pérdidas de cargas de energía eléctrica en un aerogenerador, tales como la pérdida de una carga de red de energía eléctrica.

Las redes de transmisión y distribución de energía ("redes de energía") transmiten energía eléctrica desde instalaciones de generación de aerogeneradores a clientes de energía eléctrica. La red eléctrica proporciona una carga eléctrica para el generador de un aerogenerador. La carga eléctrica en el generador impone un par de torsión en el rotor del generador. El rotor se hace girar mediante el aerogenerador que a su vez se hace rotar mediante el viento. El par de torsión en el rotor desde la carga de red tiene como resultado un par de torsión aplicado al aerogenerador. El aerogenerador se equilibra basándose en el par de torsión desde la carga de red. Si se pierde la carga de red, el aerogenerador puede desequilibrarse.

La pérdida de la red descarga el generador y normalmente tiene como resultado una rápida pérdida de una carga de par de torsión en el generador. Esta rápida pérdida de par de torsión puede conducir a una rápida y dramática aceleración del rotor del aerogenerador. Para evitar un exceso de velocidad del rotor, debe iniciarse un severo procedimiento de frenado, que conduce a altas fuerzas de carga y momentos que actúan en la estructura del aerogenerador, tales como grandes momentos de flexión de aplicación en la torre de un aerogenerador.

Se describen plantas de energía eólica convencionales, por ejemplo, en los documentos WO 03/065567 y WO 2004/040748.

Los aerogeneradores se diseñan tradicionalmente para resistir las fuerzas que son resultado de una pérdida de red. Por ejemplo, las torres para aerogeneradores tienen paredes gruesas y grandes pernos de conexión para, en parte, resistir grandes momentos de flexión que son resultado de una pérdida abrupta de red. La base para un aerogenerador se diseña tradicionalmente para absorber las fuerzas aplicadas a la torre mediante una pérdida de carga de red. Desde hace tiempo existe una necesidad de estructuras y procedimientos que admitan la pérdida de red sin aplicar grandes fuerzas al aerogenerador.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, tal como se define en la reivindicación 1, se incluye un resistor de carga de derivación en el circuito de energía de un aerogenerador. Cuando ocurre una pérdida de red, el resistor de carga de derivación aplica inmediatamente una carga eléctricamente absorbente en el generador y, por tanto, evita descargar excesivamente el generador y el aerogenerador. El resistor de carga de derivación aplica una carga al generador durante al menos unos segundos hasta que la velocidad del rotor se reduce, por ejemplo, modificando el ángulo de ataque de las palas. Este procedimiento evita una fuerte aceleración del rotor. También pueden usarse otros dispositivos de almacenamiento de energía, por ejemplo, un volante.

El resistor de carga de derivación evita el rápido incremento de la velocidad del rotor conduciendo a un severo procedimiento de frenado que de nuevo conduce a la aplicación de grandes y rápidas fuerzas, por ejemplo, un momento de flexión, en aerogeneradores cuando ocurre una pérdida de red. El resistor de carga de derivación permite que el aerogenerador se diseñe para resistir cargas de pérdida de red mucho más pequeñas de lo requerido en los diseños de aerogeneradores habituales.

En las reivindicaciones adjuntas se definen diversos aspectos y realizaciones de la presente invención.

Ahora se describirán diversos aspectos y realizaciones de la presente invención en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

La FIGURA 1 es un diagrama esquemático de un aerogenerador que tiene un resistor de carga de derivación.

La FIGURA 2 es un diagrama de bloques de componentes eléctricos del aerogenerador.

La FIGURA 3 es un diagrama eléctrico esquemático del resistor de carga de derivación formado de un banco de resistores, y circuitos de control asociados.

La FIGURA 4 es un diagrama eléctrico esquemático del resistor de carga de derivación formado de un banco de resistores, y circuitos de control asociados.

La FIGURA 5 es un diagrama de flujo de un procedimiento de pérdida de red para un aerogenerador.

La FIGURA 1 es una vista esquemática de un sistema 10 de aerogenerador. El aerogenerador puede incluir una torre 12 montada en una base 14 y coronada con un aerogenerador 16 que tiene una pluralidad de grandes palas 18. El viento hace girar las palas que accionan el generador. El ángulo de ataque de las palas del aerogenerador puede ajustarse mediante un dispositivo de accionamiento convencional.

La FIGURA 2 es un diagrama de bloques de gran nivel de determinados componentes del aerogenerador 10. El generador 20 incluye un rotor que se acciona rotativamente mediante un árbol 21 girado mediante las palas del aerogenerador. La energía eléctrica desde el generador se transfiere a través de un conector 22 a un convertidor 24 del generador. El convertidor 24 del generador puede acoplarse a un convertidor 25 de energía de red de utilidad

que a su vez se acopla a una red 26 de energía de una manera convencional. El convertidor de energía de red de utilidad puede montarse en el suelo cerca de la base 14 del aerogenerador y prestar servicio a uno o más aerogeneradores 10.

- 5 El excitador 31 para el rotor del generador puede accionarse mediante un suministro 33 de energía ininterrumpida (UPS), para asegurar que el excitador recibe energía durante una pérdida de energía de red. Como alternativa, el generador puede ser un generador de imán permanente (PMG) que no necesita un excitador alimentado.

- 10 Un controlador 28 monitoriza y controla el aerogenerador. El controlador incluye un detector 29 de pérdida de red que monitoriza la red 26 de energía y detecta cuándo ocurre una pérdida de energía en la red. Una pérdida de energía puede indicarse mediante una condición de baja tensión en la red o una condición de fuera de frecuencia en la red. Una pérdida de energía reduce rápidamente la carga de energía en el generador y en el aerogenerador. Cuando se detecta una pérdida de red, el controlador activa el conector 22 para acoplar el resistor 32 de carga de derivación al generador 20 y al convertidor 24 del generador. El controlador también puede ordenar el accionamiento del aerogenerador para ajustar el ángulo de ataque de las palas para reducir la velocidad rotativa del aerogenerador. Además, el controlador puede activar el conector 22 para acoplar el generador a otra carga 32 de almacenamiento de energía, tal como un volante, batería u otro dispositivo de almacenamiento. La conexión del resistor de carga de derivación ocurre rápido, por ejemplo, entre 0,1 y 1 segundo. Ajustar el ángulo de ataque de las palas y/o acoplar otro dispositivo de almacenamiento es relativamente lento, por ejemplo, de 3 segundos a varios minutos.

El resistor de carga de derivación se conecta al conector 22. El resistor de carga de derivación puede estar dispuesto en paralelo al convertidor y conectado a una salida del generador.

- 20 La FIGURA 3 es un diagrama esquemático del generador, convertidores, red, resistor 32 de carga de derivación y los circuitos de control para el resistor de carga de derivación. El resistor de carga de derivación disipa la energía producida por el generador 20. Los ejemplos de resistores de carga de derivación son cables de resistencia enrollados alrededor de disipadores térmicos sólidos, elementos de resistencia en un disipador térmico de agua u otro líquido u otro dispositivo de disipación de calor. El resistor de carga de derivación tiene una resistencia comparable a la carga aplicada al generador 20 mediante la red eléctrica. Por ejemplo, el resistor de carga de derivación puede tener una capacidad nominal para absorber energía en el intervalo de 1 000 a 4 000 kilovatios (kW) y más preferentemente alrededor de 3 000 kW.

- 30 El resistor 32 de carga de derivación mostrado en la Figura 3 se incorpora como un resistor 34 nominal para cada fase de una salida de energía de tres fases de un generador 36 de imán permanente (PMG) que se acciona mediante un aerogenerador. Mientras que la red 26 de energía está conectada, la energía del PMG se transfiere a través de un convertidor 24 de generador convencional y grande y de un convertidor 25 de red convencional y grande para convertir la energía de tres fases del PMG en energía de tres fases que tiene el ajuste de fase, tensión y corriente adecuadas para la red 26 de energía.

- 35 Un circuito 42 lógico programable (PLC), que puede ser el controlador para el aerogenerador, monitoriza la conexión para la red y detecta una pérdida de la carga de energía de red. Cuando se detecta una pérdida de red, el PLC activa un puente 44 de tiristor para conectar cada uno de los resistores 34 de carga de derivación a una de las fases de la salida de energía del PMG 36. Los resistores de carga de derivación disipan la energía del PMG hasta que la carga de red vuelve a conectarse a los convertidores 38, 40, la velocidad de las palas del aerogenerador se reduce, o hasta que un dispositivo de almacenamiento de energía (no se muestra en la Figura 3) se conecta al PMG y/o a los convertidores. Unos dispositivos 46 de impedancia, por ejemplo, filtros y/o inductores, hacen coincidir el resistor 32 de carga de derivación con la salida de tres fases del generador 36.

- 45 Tal como se muestra en la Figura 4, el resistor 32 de carga de derivación puede ser múltiples bancos 48 de resistores dispuestos en paralelo. Cada banco 48 de resistor puede ser un conjunto de tres resistores nominales de 750 kW para cada fase de la salida del PMG. El PLC controla cuándo y cuáles, en su caso, de los bancos 48 de resistor se conectan a la salida del PMG. La resistencia total del banco de resistores puede controlarse en tiempo real, o casi en tiempo real, mediante el PLC 42 para que sea la misma o comparable a la carga que se aplica al generador mediante el convertidor del generador como resultado de la carga de red. Por ejemplo, si todos los bancos 48 de resistor se aplican a la salida del PMG, la carga total del resistor de derivación se establecería para disipar 3 000 kW, asumiendo cuatro bancos de resistor y que cada banco se forma de resistores nominales de 750 kW. El PLC puede aplicar uno, dos o tres (pero menos de todos) de los bancos 48 de resistor para aplicar una carga de derivación parcial al PMG en caso de que la carga de red caiga por debajo de niveles de carga predeterminados. Por ejemplo, el PLC puede aplicar sucesivamente bancos de resistor para incrementar progresivamente la carga de derivación a medida que la carga de red cae hacia una pérdida total de red. La aplicación sucesiva de bancos de resistor permite una aplicación relativamente fluida y gradual de una carga de resistor de derivación.

- 55 La FIGURA 5 es un diagrama de flujo ejemplar de un procedimiento para ajustarse a una pérdida de energía de red. En la etapa 60, el aerogenerador 10 genera energía aplicada a la red 26 de energía (Figura 2). En particular, la energía producida mediante el generador se aplica al convertidor del generador que transforma la energía en una frecuencia, ajuste de fase y niveles de tensión adecuados para su uso en la red eléctrica. Esta transformación puede realizarse mediante una combinación del convertidor del generador y el convertidor 25 de red eléctrica de servicio

público (Figura 2).

El controlador 28 y, particularmente el detector 29 de pérdida de red, monitoriza la red 26 de energía tal como monitorizando la frecuencia, fase y niveles de tensión en la conexión entre los convertidores 24 y/o 26 y la red 26 de energía. El controlador 28 ajusta la resistencia total del resistor 32 de carga de derivación para que coincida con la carga aplicada mediante la red eléctrica. El controlador puede retrasar el ajuste, por ejemplo, un minuto, una hora o un día, para asegurar que el resistor no se ajuste tras detectarse una pérdida de red.

En la etapa 66 ocurre una pérdida de red, tal como mediante un cambio súbito en la frecuencia, fase o niveles de tensión en la carga aplicada por la red a los convertidores 24, 25. El controlador 28 se programa para determinar que ha ocurrido una pérdida de red cuando surge una condición predeterminada, tal como un cambio súbito en la frecuencia, fase o niveles de tensión en la carga aplicada por la red. La condición predeterminada puede indicar que una pérdida de red es inminente y no tiene que ser una pérdida total de la carga de red.

En la etapa 68, el detector 29 de pérdida de red detecta la condición predeterminada almacenada en el controlador y el controlador determina que existe una condición de pérdida de red. Tras detectar una pérdida de red, el resistor de carga de derivación se activa sustancialmente de manera inmediata, por ejemplo, entre 0,1 y 1 segundo, para ser una carga en el generador en la etapa 70. El resistor de carga de derivación se activa para ser una carga en el generador rápidamente para que no se apliquen fuerzas sustanciales al aerogenerador como resultado de la pérdida de red, incluyendo la aplicación de excesivos momentos de flexión en la torre. La carga de derivación puede activarse para ser una carga para el generador sustancialmente de manera inmediata y posiblemente antes de que se pierda totalmente la carga de red.

El controlador también puede reducir la velocidad de las palas del aerogenerador y/o cambiar a un dispositivo de almacenamiento de energía, en la etapa 72. Ajustar la velocidad rotativa de la turbina requiere generalmente varios minutos. Un dispositivo de almacenamiento de energía puede ser un volante 72, por ejemplo, en el suelo cerca de la base del aerogenerador, que puede almacenar energía generada mediante el aerogenerador para que pueda volver a usarse más tarde. El resistor de carga de derivación puede configurarse para que la energía se disipe y no se almacene. Sin embargo, los conmutadores electromecánicos relativamente lentos, por ejemplo, relés, pueden conectar el volante con el conector 22. Durante el retraso en la activación de estos relés, el resistor 32 de carga de derivación aplica una carga al generador y, por tanto, evita aplicar fuerzas excesivas, por ejemplo, pares de torsión y momentos de flexión, al aerogenerador. En la etapa 74, las palas del aerogenerador también pueden desacelerarse o cambiar su ángulo de ataque en respuesta a una pérdida de energía de carga de red.

Aunque la invención se ha descrito en relación con lo que se considera actualmente como las realizaciones más prácticas y preferentes, debe entenderse que la invención no debe limitarse a la realización desvelada, sino al contrario, esta pretende cubrir diversas modificaciones incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Lista de piezas

Números de referencia	Descripción
10	Sistema de aerogenerador
12	Torre
14	Base
16	Aerogenerador
18	Palas
21	Árbol
22	Conector
24	Convertidor del generador
25	Convertidor de energía de utilidad
26	Red eléctrica
28	Controlador
29	Detector de pérdida de red
30	Volante-carga de almacenamiento de energía
32	Resistor de carga de derivación
34	Resistores de 3 000 kW
36	Generador de imán permanente (PMG)
42	Circuito lógico programable (PLC)
44	Puente de tiristor
46	Dispositivo de impedancia
48	Bancos de resistor

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) de aerogenerador que comprende:

un aerogenerador (16) que incluye palas (18) de turbina, un rotor y un sistema (28) de control;

un generador (20) acoplado a las palas de la turbina;

5 un convertidor (24) del generador acoplado al generador y que puede conectarse a una red (26) eléctrica de servicio público; caracterizado porque:

dicho sistema (28) de control comprende además un detector (29) de pérdida en la red para detectar si la red (26) eléctrica de servicio público pierde energía;

10 al menos un resistor (32) de derivación acoplado al generador y al convertidor del generador, y configurándose el sistema de aerogenerador de manera que si la red eléctrica de servicio público pierde energía, el resistor (32) de derivación aplica una carga eléctrica al convertidor del generador hasta que se reduce una velocidad del rotor.

2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el al menos un resistor (32) de derivación comprende además un banco de múltiples resistores (34) y un puente (44) de tiristor para conectar de manera conmutable el banco al generador y al convertidor del generador.

15 3. El sistema de la reivindicación 1 o 2, en el que el al menos un resistor (32) de derivación comprende además una pluralidad de bancos de múltiples resistores (48) conectados en paralelo, en el que uno o más de los bancos están conectados de manera conmutable (46) al generador y al convertidor del generador.

4. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que el resistor (32) de derivación está conectado al generador y en paralelo con un conector (22) para el generador y el convertidor del generador.

20 5. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que el resistor (32) de derivación es una pluralidad de resistores (34, 48) de derivación.

6. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que la red (26) eléctrica de servicio público incluye contactores principales, y en el que el sistema (28, 29) de control es aplicado para detectar una pérdida de energía en la red eléctrica de servicio público detectando una baja tensión o una condición de fuera de frecuencia.

25

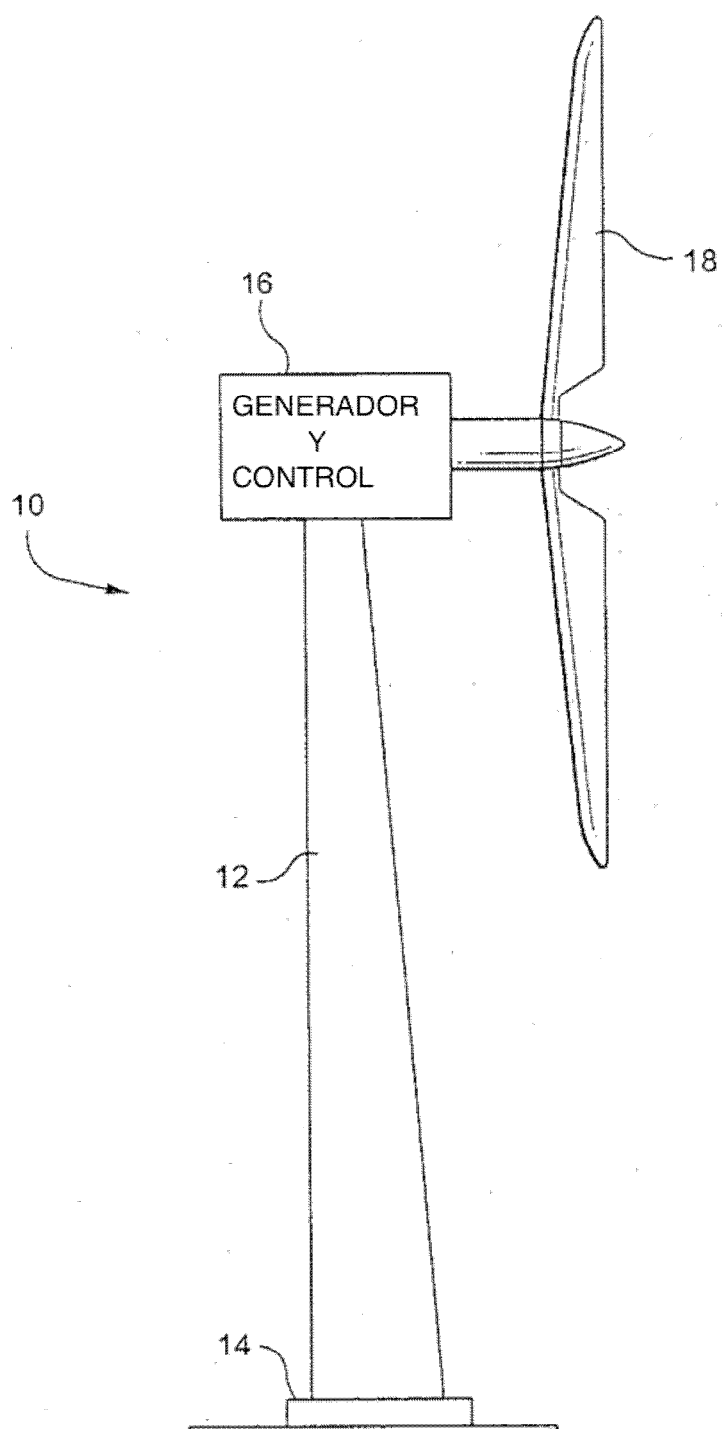


FIGURA 1

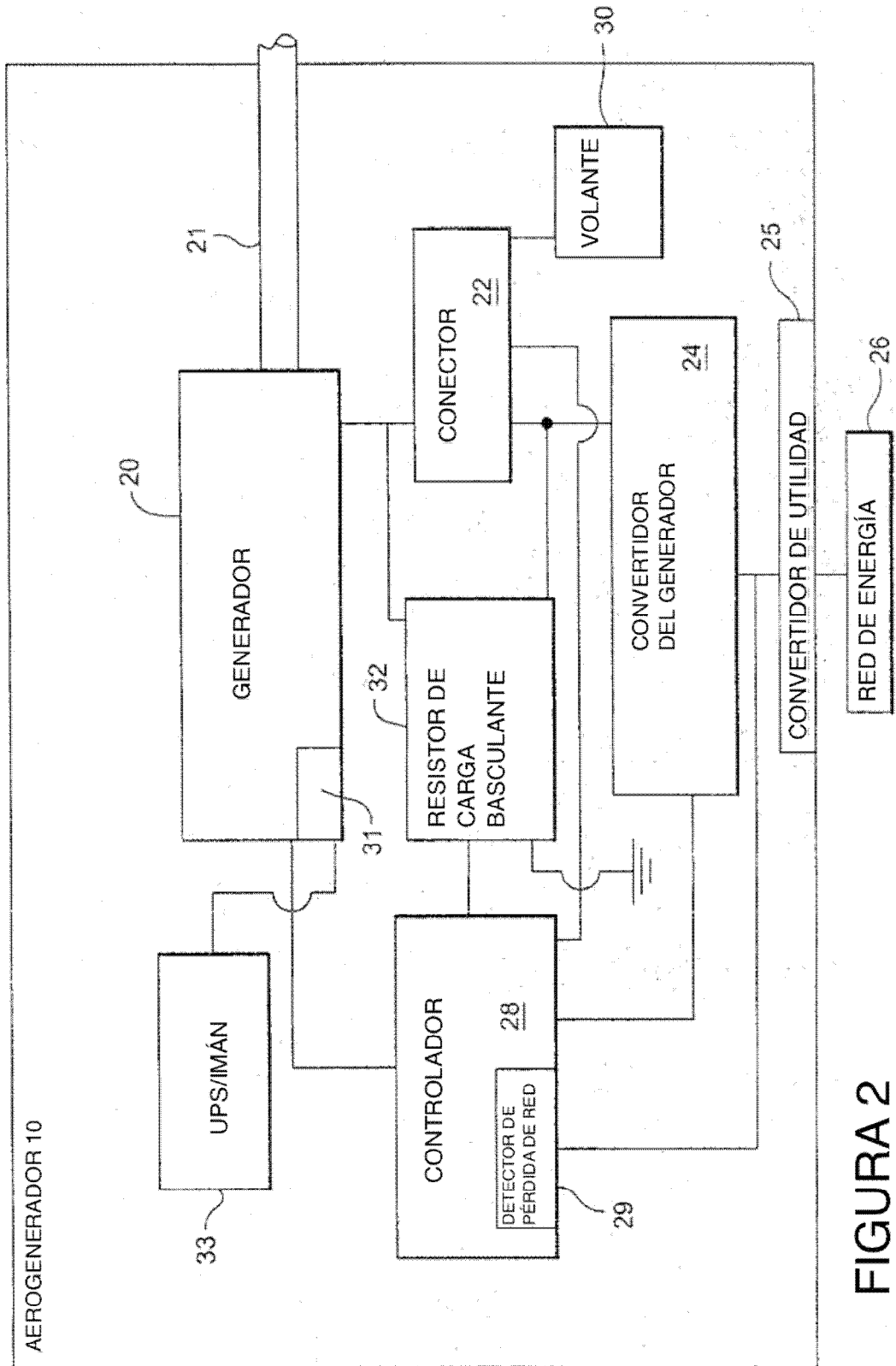
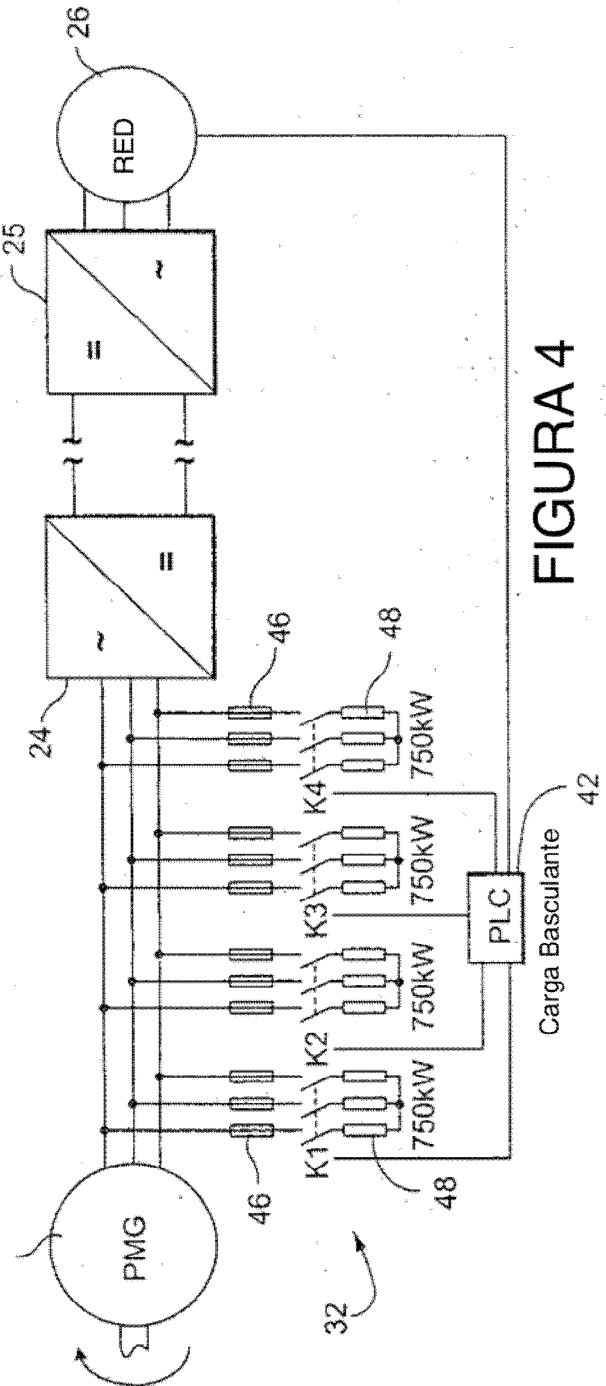
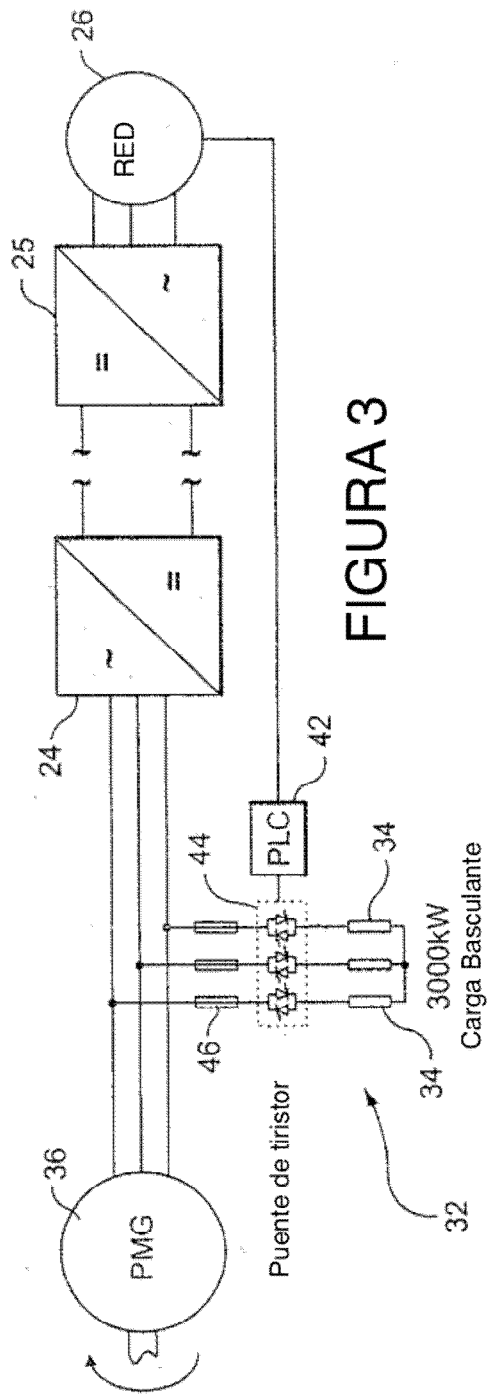


FIGURA 2



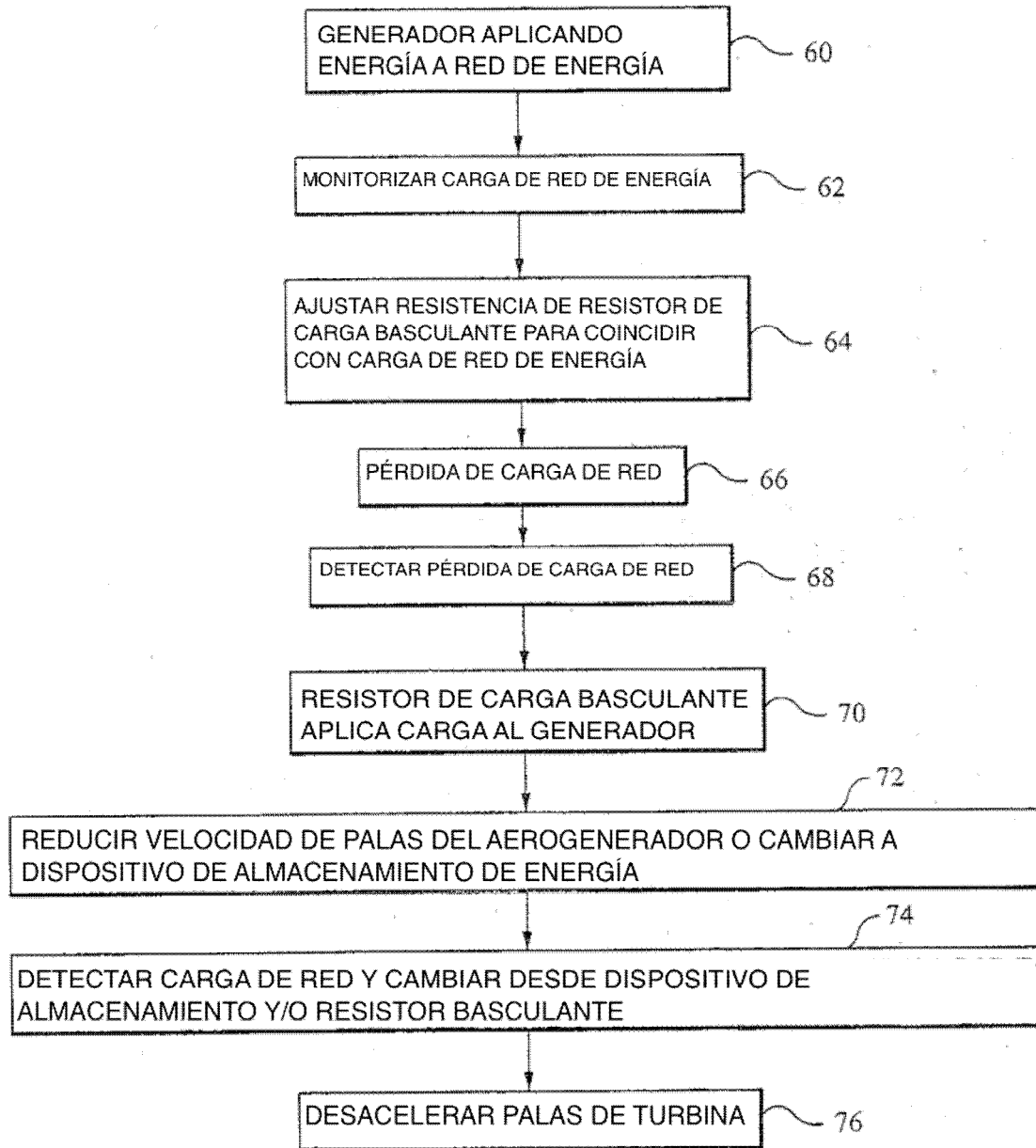


FIGURA 5