



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 340 867**

51 Int. Cl.:  
**H02J 3/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06255501 .6**

96 Fecha de presentación : **26.10.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1780860**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.05.2007**

54 Título: **Sistema y procedimiento para controlar el flujo de potencia de un sistema de generación de energía eléctrica.**

30 Prioridad: **31.10.2005 US 264192**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.06.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.06.2010**

73 Titular/es: **GENERAL ELECTRIC COMPANY**  
**1 River Road**  
**Schenectady, New York 12345, US**

72 Inventor/es: **Teichmann, Ralph**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 340 867 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).

# ES 2 340 867 T3

## DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento para controlar el flujo de potencia de un sistema de generación de energía eléctrica.

5 La presente invención versa generalmente acerca de un sistema para controlar el flujo de energía de un sistema de generación de energía eléctrica y particularmente acerca de un sistema y un procedimiento para controlar el flujo de energía de un sistema de generación de energía.

10 Los sistemas de generación de energía que comprenden un convertidor de potencia constituyen una gran parte de la cantidad global de aparatos para la generación de energía. Los sistemas de generación de energía que comprenden un convertidor de potencia incluyen turbinas eólicas, turbinas de gas, sistemas de generación solares, sistemas de energía hidráulica o pilas de combustible. Típicamente, los sistemas de generación de energía complementan los equipos convencionales de generación de energía, como los generadores diésel o grandes turbogeneradores acoplados directamente con la red sin una etapa de estado sólido para la conversión de potencia.

15 Típicamente, los convertidores de potencia acoplados a los equipos de generación de energía tienen elementos disipadores integrados que tienen funciones protectoras. Estos elementos disipadores disipan energía del sistema eléctrico, típicamente mediante una conversión a energía térmica. Por ejemplo, las cargas disipativas conectadas al convertidor de potencia en las turbinas eólicas protegen la etapa de conversión de la potencia y el generador durante las averías en la red. Durante el funcionamiento normal, estas cargas disipativas quedan sin uso.

20 Un desequilibrio de potencia en un sistema de suministro de corriente alterna (CA) da como resultado una desviación de la frecuencia y/o del voltaje con respecto a los valores nominales o a frecuencias y voltajes fuera de una banda de tolerancia preestablecida. Si los voltajes y/o las frecuencias del sistema de suministro están fuera de la banda de tolerancia preestablecida, los equipos de carga y los equipos de generación pueden averiarse. Por ejemplo, las bandas de tolerancia para los voltajes pueden estar en el intervalo de +/- 10% de un valor de voltaje nominal, aunque pueden permitirse valores más altos, dependiendo del sistema de suministro. De forma similar, la banda de tolerancia para frecuencias puede estar, por ejemplo, en el intervalo de +/- 5% de un valor de frecuencia nominal.

30 Específicamente en redes menores, que no se acoplan a un gran sistema de suministro (también denominadas “redes aisladas”), es preciso que se igualen la demanda de energía y la producción de energía para proporcionar estabilidad a la red. En las redes aisladas con equipos de generación de energía que comprenden un convertidor de potencia que a menudo presenta una proporción mayoritaria del total del sistema de generación, los cambios repentinos de carga, como la desconexión de carga, pueden dar como resultado un voltaje y una frecuencia transitorios que están fuera de la banda de tolerancia. Esto se debe al hecho de que tanto los equipos convencionales de generación de energía (por ejemplo, los generadores diésel) o los equipos alternativos de generación de energía, como las turbinas eólicas, las pilas de combustible o similares son demasiado lentos para ajustar de forma instantánea la generación de energía. Además, las variaciones de carga repentinas ponen un esfuerzo adicional en todas las unidades giratorias de generación de energía de la red, lo que lleva a la avería prematura de los generadores, de los rodamientos y de los cambios.

40 El documento US-A-6 252 753 da a conocer un sistema de distribución de energía eléctrica que tiene múltiples centrales generadoras separadas geográficamente y cargas separadas geográficamente que es mejorado equilibrando dinámicamente un punto operativo nominal de potencia real de un sistema de control principal accionando un elemento de control de la potencia que suministra de forma variable energía eléctrica a una red de líneas de transporte entre centrales y las cargas en respuesta a desviaciones en la frecuencia y/o la fase de la potencia de la corriente alterna de la red. Preferentemente, el sistema incluye además medios para monitorizar un nivel umbral de las desviaciones y medios para inhibir los medios de equilibrio dinámico hasta que las desviaciones superen el nivel umbral. En el documento WO-A-2004/059814, una interfaz para el control de la potencia entre una fuente inestable de energía, como una granja eólica, y una línea de transporte emplea un Almacenamiento de Energía Eléctrica, un Sistema de Control y un Módulo Electrónico de Compensación que actúan conjuntamente como un “amortiguador electrónico” para almacenar la energía sobrante durante periodos de generación aumentada de energía y, durante periodos de generación disminuida de energía debida a las fluctuaciones del viento, liberar la energía almacenada.

55 En consecuencia, existe la necesidad de una técnica que permita un control más rápido del equilibrio de la potencia eléctrica de un sistema de generación de energía eléctrica. Además, también es deseable un sistema que permita el control de la potencia eléctrica de salida de un sistema de generación de energía.

60 Conforme a un aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para el control del flujo de energía de un sistema de generación de energía eléctrica. El procedimiento incluye generar o disipar energía eléctrica para mantener un voltaje y una frecuencia predeterminados en la red. La energía eléctrica se transmite a una red; y se detectan la corriente y el voltaje de la energía eléctrica así transmitida. La frecuencia de la energía eléctrica transmitida a la red se determina en base a la corriente o el voltaje detectados. A continuación, se controla un convertidor de lado de red para regular el voltaje y la frecuencia de la red eléctrica planificando el flujo de energía a un circuito compensador cuando el voltaje detectado está fuera de un intervalo deseado de voltaje o la frecuencia determinada está fuera de un intervalo deseado de frecuencia. La etapa de generar o disipar energía eléctrica comprende generar o disipar energía eléctrica mediante un generador de energía que comprende una pluralidad de sistemas de energía, con lo que el circuito compensador actúa como receptor de carga para disipar el exceso de energía generando un flujo inverso de energía desde la red hasta al menos uno de los sistemas de energía.

## ES 2 340 867 T3

Conforme a otro aspecto de la presente realización, se proporciona un sistema para el control del flujo de energía de un sistema de generación de energía eléctrica. El sistema incluye un convertidor de lado de red configurado para producir energía eléctrica con un voltaje y una frecuencia predeterminados y para transmitir la energía eléctrica a una red. Un sensor de corriente está acoplado en comunicación a la red y configurado para detectar la corriente en una ubicación predeterminada en la red. Un sensor de voltaje está acoplado en comunicación a la red y configurado para detectar el voltaje en una ubicación predeterminada en la red. Un circuito de control está configurado para determinar la frecuencia de la energía eléctrica transmitida a la red en base a la corriente o el voltaje detectados en la red. El circuito de control también está configurado para controlar el convertidor de lado de red para que regule el voltaje y la frecuencia de la energía eléctrica transmitida a la red por medio de un circuito compensador cuando el voltaje detectado está fuera de un intervalo deseado de voltaje o la frecuencia determinada está fuera de un intervalo deseado de frecuencia. El sistema de generación de energía eléctrica comprende un generador de energía que comprende una pluralidad de sistemas de energía. El circuito de control comprende un circuito compensador que actúa como receptor de carga para disipar el exceso de energía generando un flujo inverso de energía desde la red hasta al menos uno de los sistemas de energía.

Se entenderán mejor características, aspectos y ventajas diversos de la presente invención cuando se lee la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que características similares representan partes homólogas en todos los dibujos, en los que:

la Fig. 1 es una vista esquemática de un sistema de generación de energía conforme a un aspecto ejemplar de la presente realización;

la Fig. 2 es una vista esquemática de un sistema de generación de energía eólica que tiene una pluralidad de turbinas eólicas dentro de una granja eólica conforme a un aspecto ejemplar de la presente realización;

la Fig. 3 es una vista esquemática de un sistema de control de la estabilidad de la red conforme a un aspecto ejemplar de la presente realización;

la Fig. 4 es una vista esquemática adicional de un sistema de control de la estabilidad de la red conforme a aspectos de la Fig. 2; y

la Fig. 5 es un diagrama de flujo que ilustra etapas ejemplares implicadas en el control de la estabilidad de la red de un sistema de generación de energía conforme a un aspecto ejemplar de la presente realización.

Tal como se expone con detalle más abajo, los aspectos de la presente realización proporcionan un sistema y un procedimiento para regular el voltaje y la frecuencia de la energía transmitida a una red durante las fluctuaciones de carga para controlar la potencia neta de salida de un sistema de generación de energía. En las realizaciones ilustradas, el sistema de generación de energía incluye un circuito compensador proporcionado dentro del sistema de generación de energía. En lo que sigue se presentan realizaciones específicas de la presente técnica con referencia en general a las Figuras 1-5.

Con referencia a la Fig. 1, se ilustra un sistema de generación de energía y se representa en general mediante el número de referencia 10. En la realización ilustrada, el sistema 10 de generación de energía incluye un generador 11 de energía que tiene un sistema 13 de generación a base de turbinas eólicas, o un sistema 15 de energía hidráulica, o un sistema 17 de turbina de gas, o un sistema 19 de pila de combustible, o un sistema 21 de energía solar o una combinación de los mismos adaptado para suministrar colectivamente energía eléctrica a una red 20. El generador 11 de energía produce una potencia eléctrica 23.

En la realización ilustrada, se proporciona una pluralidad de fuentes de energía auxiliares, como un generador diésel 38, un pila 40 de combustible, una turbina 41 de gas, un generador 45 de energía hidráulica o similares para suministrar energía eléctrica a la red 20. Los niveles de salida de potencia prevista a la red 20 pueden basarse en la capacidad de arranque/parada de las fuentes auxiliares de energía que suministran conjuntamente energía eléctrica a la red 20.

En la realización ilustrada, el sistema 10 incluye un convertidor 42 de potencia de lado de red acoplado al generador 11 de energía. El convertidor 42 está configurado para convertir la potencia transmitida desde el generador 11 de energía y transmitir la potencia a la red 20. Tal como aprecian las personas expertas en la técnica, el convertidor 42 puede incluir un inversor monofásico, un inversor polifásico, o inversor multinivel, o una configuración paralela o una combinación de los mismos. En la realización ilustrada, aunque se ilustra una red 20, el sistema 10 puede suministrar energía a una pluralidad de redes, o, más en general, a diversas cargas. De modo similar, en ciertas realizaciones distintas, puede usarse una pluralidad de convertidores de potencia para convertir las señales de energía de CC a señales de energía de CA y transmitir las señales a la red 20.

El sistema 10 incluye un sistema 43 de control de estabilidad de la red adaptado para controlar el voltaje y/o la frecuencia de la red de energía eléctrica por la potencia inyectada en la red 20 o recibida de la misma. El sistema 43 de control de estabilidad de la red incluye una circuitería 44 sensora dotada de un sensor 46 de corriente y de un sensor 48 de voltaje acoplados en comunicación a la red 20. Un circuito 50 de control está configurado para recibir señales de corriente y de voltaje procedentes del sensor 46 de corriente y del sensor 48 de voltaje, y para determinar la frecuencia

## ES 2 340 867 T3

y los flujos de potencia de la red 20 en base a la corriente detectada y/o el voltaje detectado en la red 20 de cualquier manera adecuada generalmente conocida para las personas expertas en la técnica.

El circuito 50 de control puede incluir un procesador que tiene circuitería física y/o *software* que facilitan el tratamiento de las señales procedentes de la circuitería sensora 44 y el cálculo de la frecuencia de la red 20. Como apreciarán las personas expertas en la técnica, el procesador 36 incluye una gama de tipos de circuitería, como un microprocesador, un controlador lógico programable, un módulo lógico, así como circuitería de apoyo, como dispositivos de memoria, interfaces de señales, módulos de entrada/salida, etcétera.

En una realización ejemplar, un circuito compensador 52, dotado de una resistencia 54 de la carga de derivación y de un condensador 56 de la carga de derivación, está integrado en el generador 11 de energía. El circuito compensador 52 está adaptado para disipar energía eléctrica. Cuando la frecuencia detectada de la red 20 está fuera de un intervalo predeterminado de frecuencias, el circuito 50 de control hace que el convertidor 52 de potencia genere un flujo inverso de energía desde la red 20 hasta los generadores de energía. El exceso de energía se disipa por medio de la resistencia 54 de la carga de derivación. La energía sobrante puede almacenarse temporalmente en el condensador 56 de la carga de derivación. Con ello se equilibra la diferencia instantánea entre la demanda de energía y la energía generada. Por ejemplo, durante estados de corta duración con fluctuación de carga, el circuito compensador 52 disipa el exceso de energía eléctrica para estabilizar el voltaje y la frecuencia de la energía eléctrica en la red 20 sin ajustar la generación de energía ni la generación del sistema de generación de energía auxiliar. Especialmente durante estados de poco viento, está disponible la capacidad total del convertidor 42 de energía con fines de regulación de la carga. En la realización ilustrada, existe la ventaja adicional de que también hace falta la presencia del circuito compensador 52 para parar el generador en caso de una emergencia; por ejemplo, en generadores de imán permanente.

Con referencia ahora a la Fig. 2, se ilustra un sistema 13 de generación de energía eólica. En la realización ilustrada, el sistema 13 de generación de energía eólica incluye una granja eólica 12 que tiene una pluralidad de generadores 14, 16, 18 de turbina eólica adaptados para suministrar colectivamente energía eléctrica a una red 20. Los generadores 14, 16, 18 de turbina eólica incluyen, respectivamente, rotores 22, 24 y 26 con palas que transforman la energía del viento en un movimiento rotativo que es utilizado para accionar generadores eléctricos acoplados de forma accionable a los rotores 22, 24, 26 para producir potencias eléctricas 28, 30 y 32.

En la realización ilustrada, las salidas de potencia de los generadores individuales de turbina eólica están acopladas a una red 34 de distribución de CA o CC de voltaje bajo o medio para producir una salida 36 de potencia colectiva de la granja eólica. Tal como apreciarán las personas expertas en la técnica, la red 34 de distribución es, preferentemente, una red de CC. La salida de potencia puede aumentar en voltaje por medio de un transformador (no mostrado) antes de ser suministrada a la red 20. La salida 36 colectiva de potencia puede variar significativamente en base a las condiciones del viento experimentadas por los generadores individuales de turbina eólica. Las realizaciones de la presente técnica funcionan para controlar la salida neta de potencia transmitida a la red 20 a un nivel aceptable por la red 20, sin restringir necesariamente la salida 36 total de potencia de la granja eólica 12.

En la realización ilustrada, el sistema 10 incluye el convertidor 42 de potencia de lado de red acoplado a la red 34. El convertidor 42 está configurado para convertir la potencia transmitida desde la red 34 y transmitir la potencia a la red 20 de energía eléctrica. Si la red 34 es una red de CA, hace falta un convertidor CA-CA. El sistema 10 incluye el sistema 43 de control de estabilidad de la red adaptado para controlar el voltaje y/o la frecuencia de la red por medio de la energía eléctrica inyectada en la red 20 o recibida de la misma. El sistema 43 de control de estabilidad de la red incluye el circuito compensador 52 que tiene la resistencia 54 de la carga de derivación y el condensador 56 de la carga de derivación integrados en al menos uno de los generadores 14, 16, 18 de turbina eólica o localizados de forma central más cerca del convertidor 42 de potencia. La función del sistema 43 de control de estabilidad de la red es similar a lo descrito anteriormente.

Con referencia a la Fig. 3, esta figura ilustra el sistema 43 de control de estabilidad de la red. Con referencia general a la Fig. 3, el sistema de turbina eólica incluye una porción 58 de turbina que está adaptada para convertir la energía mecánica del viento en un par de rotación (PAero) y una porción generadora 60 que está adaptada para convertir el par de rotación producido por la porción 58 de turbina en energía eléctrica. Se proporciona una transmisión 62 para acoplar la porción 32 de turbina a la porción generadora 34.

La porción 58 de turbina incluye el rotor 22 y un eje 64 del rotor de turbina acoplado al rotor 22. El par de rotación es transmitido desde el eje 64 del rotor a un eje 66 de generador por medio de la transmisión 62. En ciertas realizaciones, como la realización ilustrada en la Fig. 3, la transmisión 62 incluye una caja 68 de cambios configurada para transmitir el par desde un eje 70 de baja velocidad acoplado al eje 64 del rotor a un eje 72 de alta velocidad acoplado al eje 66 del generador. El eje 66 del generador está acoplado al rotor de un generador eléctrico 74. Al fluctuar la velocidad del rotor 22 de la turbina, también varía la frecuencia de la potencia de salida del generador 74. El generador 74 produce un par del entrehierro, también denominado par generador (PGen), que se opone al par aerodinámico (PAero) del rotor 22 de la turbina.

Tal como se ha expuesto anteriormente, el sistema 43 de control de la estabilidad de la red está adaptado para controlar el voltaje y la frecuencia de la red mediante la energía eléctrica transmitida a la red 20. La circuitería sensora 44 está configurada para detectar la corriente y el voltaje transmitidos a la red 20. El circuito 50 de control está configurado para recibir señales de corriente y de voltaje procedentes de la circuitería sensora 44 y para determinar la

## ES 2 340 867 T3

frecuencia de la energía eléctrica transmitida a la red 20 en base a la corriente detectada y/o al voltaje detectado en la red 20.

El circuito compensador 52 está integrado en el convertidor 42 y adaptado para disipar energía eléctrica. En un ejemplo, cuando el voltaje detectado supera un voltaje predeterminado y/o la frecuencia detectada de la energía eléctrica en la red 20 supera una frecuencia predeterminada, el circuito 50 de control provoca que el convertidor 42 de potencia genere un flujo inverso de energía desde la red 20 hasta los generadores eólicos. Tal como saben las personas expertas en la técnica, la frecuencia predeterminada puede ser una frecuencia umbral o una frecuencia nominal. La energía sobrante se disipa por medio del circuito compensador 52.

Con referencia a la Fig. 4, se ilustra un sistema 43 de control de la estabilidad de la red conforme a aspectos de la Fig. 3. En la realización ilustrada, el convertidor 42 está configurado para convertir la señal de energía de CA transmitida desde la fuente de energía a otra señal de energía de CA, y para transmitir la señal de CA resultante a la red 20. El circuito 50 de control está configurado para recibir señales de corriente y de voltaje procedentes de la circuitería sensora 44, y para determinar la frecuencia de la energía eléctrica transmitida a la red 20 en base a la corriente y/o el voltaje detectados.

El circuito 50 de control puede además incluir una base 76 de datos, un algoritmo 78 y un procesador 80. La base 76 de datos puede estar configurada para almacenar información predefinida sobre el sistema de generación de energía. Por ejemplo, la base 76 de datos puede almacenar información relativa al número de generadores de energía eólica, la salida de potencia de cada generador de energía eólica, el número de fuentes auxiliares de energía, la salida de potencia de cada fuente auxiliar de energía, la demanda de energía, la energía generada, la velocidad del viento o similares. Además, la base 76 de datos puede estar configurada para almacenar la información real captada/detectada procedente de los sensores de corriente y voltaje mencionados anteriormente, así como datos de frecuencia. El algoritmo 78, que típicamente estará almacenado como un programa ejecutable en la memoria apropiada, facilita el tratamiento de señales procedentes de los sensores de corriente y voltaje mencionados anteriormente (por ejemplo, para el cálculo de la frecuencia).

El procesador 80 puede incluir una gama de tipos de circuitería, como un microprocesador, un controlador lógico programable, un módulo lógico o similares. En combinación con el algoritmo 78, el procesador 80 puede usarse para llevar a cabo las diversas operaciones de cálculo relativas a la determinación del voltaje, la corriente y la frecuencia de la energía eléctrica transmitida a la red 20. En ciertas realizaciones, el circuito 50 de control puede exportar datos a una interfaz de usuario (no mostrada). La interfaz de usuario facilita las entradas procedentes de un usuario al circuito 50 de control y proporciona un mecanismo mediante el cual un usuario puede manipular los datos y las propiedades detectadas del circuito 50 de control. Como apreciarán las personas expertas en la técnica, la interfaz de usuario puede incluir una interfaz de línea de instrucciones, una interfaz accionada por menú o una interfaz gráfica de usuario.

En la realización ilustrada, cuando la frecuencia detectada de la energía eléctrica en la red 20 está fuera de un intervalo predeterminado de frecuencias, el circuito 50 de control hace que el convertidor 42 genere un flujo inverso de energía desde la red 20 hasta los generadores eólicos. En una implementación ejemplar, se activa un circuito 82 de control de la carga de derivación del circuito compensador, facilitando la disipación del exceso de energía por medio de la resistencia 54 de la carga de derivación. En otra realización, cuando la frecuencia detectada de la energía eléctrica en la red 20 supera una frecuencia predeterminada, el circuito 50 de control hace que el convertidor 42 genere un flujo inverso de energía desde la red 20 hasta los generadores eólicos, y los generadores eólicos son accionados de forma efectiva como una carga para disipar energía. Con ello se disipa el exceso de energía y se regulan la potencia y la frecuencia de la energía eléctrica de la red. En otra realización adicional, cuando la frecuencia detectada está por debajo de la frecuencia predeterminada, se suministra a la red 20 una cantidad mayor de potencia.

Con referencia a la Fig. 5, se ilustra un diagrama de flujo que ilustra etapas ejemplares implicadas en el control de la estabilidad de la red de un sistema de generación de energía eólica. El procedimiento incluye suministrar colectivamente energía eléctrica a una red por medio de una pluralidad de generadores eólicos, tal como representa la etapa 84. Los generadores de turbina eólica transforman la energía del viento en un movimiento rotatorio, que es utilizado para accionar generadores eléctricos. También se suministra energía eléctrica a la red por medio de una pluralidad de fuentes auxiliares de energía. Tal como apreciarán las personas expertas en la técnica, tales “fuentes auxiliares de energía” pueden ser, de hecho, los recursos fundamentales de suministro de energía de la red, y pueden incluir centrales de energía basadas en los combustibles fósiles, centrales de energía nuclear, centrales de energía hidroeléctrica, centrales de energía geotérmica, etcétera.

Tal como se representa en la etapa 86, se detectan el voltaje y la frecuencia de la energía eléctrica transmitida a la red o a una ubicación predeterminada en la red. En particular, en la realización contemplada aquí, un sensor separado de corriente detecta la corriente transmitida a la red, y un sensor de voltaje detecta el voltaje transmitido a la red. El circuito de control recibe señales de corriente y de voltaje procedentes del sensor de corriente y del sensor de voltaje, y determina la frecuencia de la energía eléctrica transmitida a la red en base a la corriente y/o el voltaje detectados. A continuación, el voltaje detectado se compara con un voltaje predeterminado, y la frecuencia detectada de la energía eléctrica se compara con una frecuencia predeterminada, tal como representa la etapa 88. Cuando el voltaje detectado cae fuera de un intervalo predeterminado de voltajes y/o la frecuencia detectada de la energía eléctrica en la red 20 cae fuera de un intervalo predeterminado de frecuencias, el circuito 50 de control hace que el convertidor 42 genere un flujo inverso de energía desde la red 20 hasta los generadores eólicos. En la realización ejemplar ilustrada, cuando

## ES 2 340 867 T3

el voltaje detectado supera el voltaje predeterminado (o supera el voltaje predeterminado en una cierta cantidad y/o durante un cierto periodo de tiempo) y/o la frecuencia detectada de la energía eléctrica en la red supera una frecuencia predeterminada (o, más generalmente, cuando la diferencia entre las frecuencias supera una tolerancia), el circuito de control hace que el convertidor de potencia genere un flujo inverso de energía desde la red hasta los generadores eólicos, tal como representa la etapa 90. El exceso de potencia se disipa por medio de la resistencia 54 de la carga de derivación, tal como representa la etapa 92. Con ello se equilibra la diferencia instantánea entre la demanda de potencia y la potencia generada. La potencia y la frecuencia de la energía eléctrica transmitida a la red se regulan disipando el exceso de potencia, tal como representa la etapa 94. Tal como se ha hecho notar anteriormente, en ciertas realizaciones, la diferencia instantánea entre la demanda de potencia y la potencia generada puede equilibrarse generando un flujo inverso de energía desde la red a los generadores de viento, haciendo funcionar a los generadores eólicos de forma efectiva como motores eléctricos para accionar otros dispositivos.

Cuando el voltaje detectado y/o la frecuencia detectada están dentro de los intervalos deseados, se repite el ciclo tal como se ha descrito en lo que antecede. Es decir, puede proseguir la producción y el suministro normales de energía desde la turbina eólica. Las etapas mencionadas anteriormente también son igualmente aplicables a sistemas de generación de energía eólica que tienen una pluralidad de generadores eólicos que suministran energía eléctrica a redes separadas. Dependiendo de las condiciones de carga, puede ser necesario que algunas turbinas suministren o consuman energía eléctrica, mientras que puede no hacer falta que los restantes generadores eléctricos suministren o consuman energía eléctrica. Así, como apreciarán las personas expertas en la técnica, los circuitos compensadores de los generadores eólicos de los que no se requiera un suministro de energía eléctrica pueden funcionar como receptores de carga para disipar el exceso de energía, mientras que los generadores eólicos restantes funcionan en condiciones operativas óptimas. El modelo de control resultante facilita la estabilización del voltaje y de la frecuencia de la energía eléctrica en la red. Aunque, en la realización ilustrada, el modelo de control se describe con respecto a una turbina eólica, en ciertas otras realizaciones pueden ser igualmente aplicables aspectos de la presente realización a otros generadores de energía.

Aunque en el presente documento únicamente se han ilustrado y descrito ciertas características de la invención, a las personas expertas en la técnica se les ocurrirán muchas y modificaciones y cambios. Por lo tanto, debe entenderse que se contempla que las reivindicaciones adjuntas abarquen todas las modificaciones y los cambios de ese tipo que caigan dentro del auténtico espíritu de la invención.

### Lista de partes

- 10 sistema de generación de energía
- 11 generador de energía
- 12 granja eólica
- 13 sistema de generación de energía eólica
- 14 generador de turbina eólica
- 15 sistema de generación de energía hidráulica
- 16 generador de turbina eólica
- 17 sistema de turbina de gas
- 18 generador de turbina eólica
- 19 sistema de pila de combustible
- 20 red
- 21 sistema de energía solar
- 22 rotor con palas
- 23 salida de potencia
- 24 rotor con palas
- 26 rotor con palas
- 28 potencia eléctrica

## ES 2 340 867 T3

	30	potencia eléctrica
	32	potencia eléctrica
5	34	red de distribución de voltaje medio
	36	salida de potencia
	38	generador diésel
10	40	pila de combustible
	41	turbina de gas
15	42	convertidor de potencia
	43	sistema de control de la estabilidad de la red
	44	circuitería sensora
20	45	generador de energía hidráulica
	46	sensor de corriente
25	48	sensor de voltaje
	50	circuito de control
	52	circuito compensador
30	54	resistencia de la carga de derivación
	56	condensador de la carga de derivación
35	58	porción de turbina
	60	porción de generador
	62	transmisión
40	64	eje del rotor de la turbina
	66	eje del generador
45	68	caja de cambios
	70	eje de baja velocidad
	72	eje de alta velocidad
50	74	generador
	76	base de datos
55	78	algoritmo
	80	procesador
	82	circuito de control de la carga de derivación
60	84	etapa de producción de la potencia deseada de salida en la red
	86	etapa de detección de la frecuencia y el voltaje de la potencia de salida en la red
65	88	etapa de comparación del voltaje detectado con un voltaje predeterminado y de la frecuencia detectada con una frecuencia predeterminada

## ES 2 340 867 T3

90 etapa de conmutación del convertidor para que proporcione un flujo inverso de energía eléctrica

92 etapa de suministro de energía eléctrica desde la red a la carga de derivación

5 94 etapa de regulación de la frecuencia y el voltaje de la potencia de salida de la red.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para controlar el flujo de energía de un sistema (10) de generación de energía eléctrica que comprende:

generar o disipar energía eléctrica para mantener un voltaje y una frecuencia predeterminados de red;

transmitir la energía eléctrica a la red (20);

detectar la corriente o el voltaje de la energía eléctrica transmitida a la red (20);

determinar la frecuencia de la red (20) y la energía transmitida a la red (20) en base a la corriente detectada del voltaje; y

controlar un convertidor (42) de lado de red para regular el voltaje y la frecuencia de la red (20) mediante la planificación del flujo de energía a un circuito compensador (52) cuando el voltaje detectado está fuera de un intervalo deseado de voltaje o la frecuencia determinada está fuera de un intervalo deseado de frecuencia;

**caracterizado** porque:

dicha generación o disipación de energía eléctrica comprende generar o disipar energía eléctrica por un generador (11) de energía que comprende una pluralidad de sistemas (13, 15, 17, 19, 21) de energía; y

dicho circuito compensador (52) actúa como un receptor de carga para disipar de la red la energía excedente cuando el voltaje detectado supera un voltaje predeterminado o la frecuencia detectada supera una frecuencia predeterminada, generando un flujo inverso desde la red hasta al menos uno de los sistemas (13, 15, 17, 19, 21) de energía.

2. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende la generación de energía eléctrica mediante una pluralidad de generadores eólicos (14, 16, 18).

3. Un sistema (43) para controlar el flujo de energía de un sistema (10) de generación de energía eléctrica que comprende:

un convertidor (42) de lado de red configurado para producir energía eléctrica a un voltaje y una frecuencia predeterminados y para transmitir la energía eléctrica a una red (20);

un sensor (46) de corriente acoplado en comunicación a la red (20) y configurado para detectar la corriente en un emplazamiento predeterminado en la red (20);

un sensor (48) de voltaje acoplado en comunicación a la red (20) y configurado para detectar el voltaje en dicho emplazamiento predeterminado en la red (20); y

un circuito (50) de control configurado para determinar la potencia y la frecuencia de la energía eléctrica transmitida a la red (20) en base a la corriente o el voltaje detectados transmitidos a la red (20);

**caracterizado** porque:

dicho circuito (50) de control está configurado para controlar el convertidor (42) de lado de red para regular el voltaje y la frecuencia de la energía eléctrica transmitida a la red (20) mediante un circuito compensador (52) cuando el voltaje detectado está fuera de un intervalo deseado de voltaje o la frecuencia determinada está fuera de un intervalo deseado de frecuencia; y

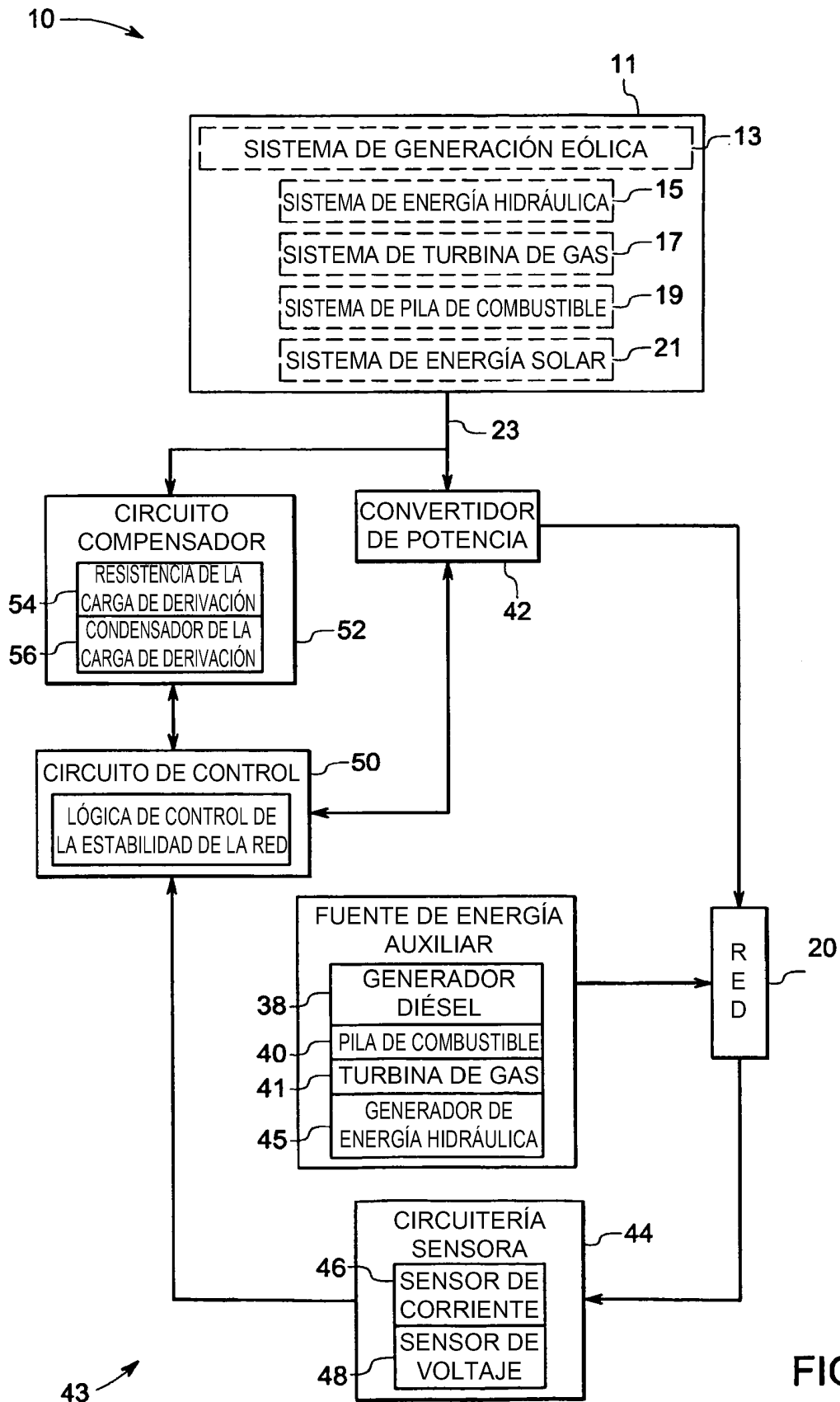
dicho sistema (10) de generación de energía eléctrica comprende un generador (11) de energía que comprende una pluralidad de sistemas (13, 15, 17, 19, 21) de energía;

dicho circuito (50) de control comprende un circuito compensador (52) que actúa como un receptor de carga para disipar de la red la energía excedente generando un flujo inverso desde la red hasta al menos uno de los sistemas (13, 15, 17, 19, 21) de energía.

4. El sistema (43) de la reivindicación 3 en el que la red (20) está acoplada a una turbina eólica.

5. El sistema (43) de la reivindicación 4 en el que el circuito compensador (52) está integrado en la turbina eólica.

6. El sistema (43) de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5 en el que el sistema (10) de generación de energía eléctrica comprende al menos una fuente de energía auxiliar acoplada a la red (20) y configurada para generar energía.



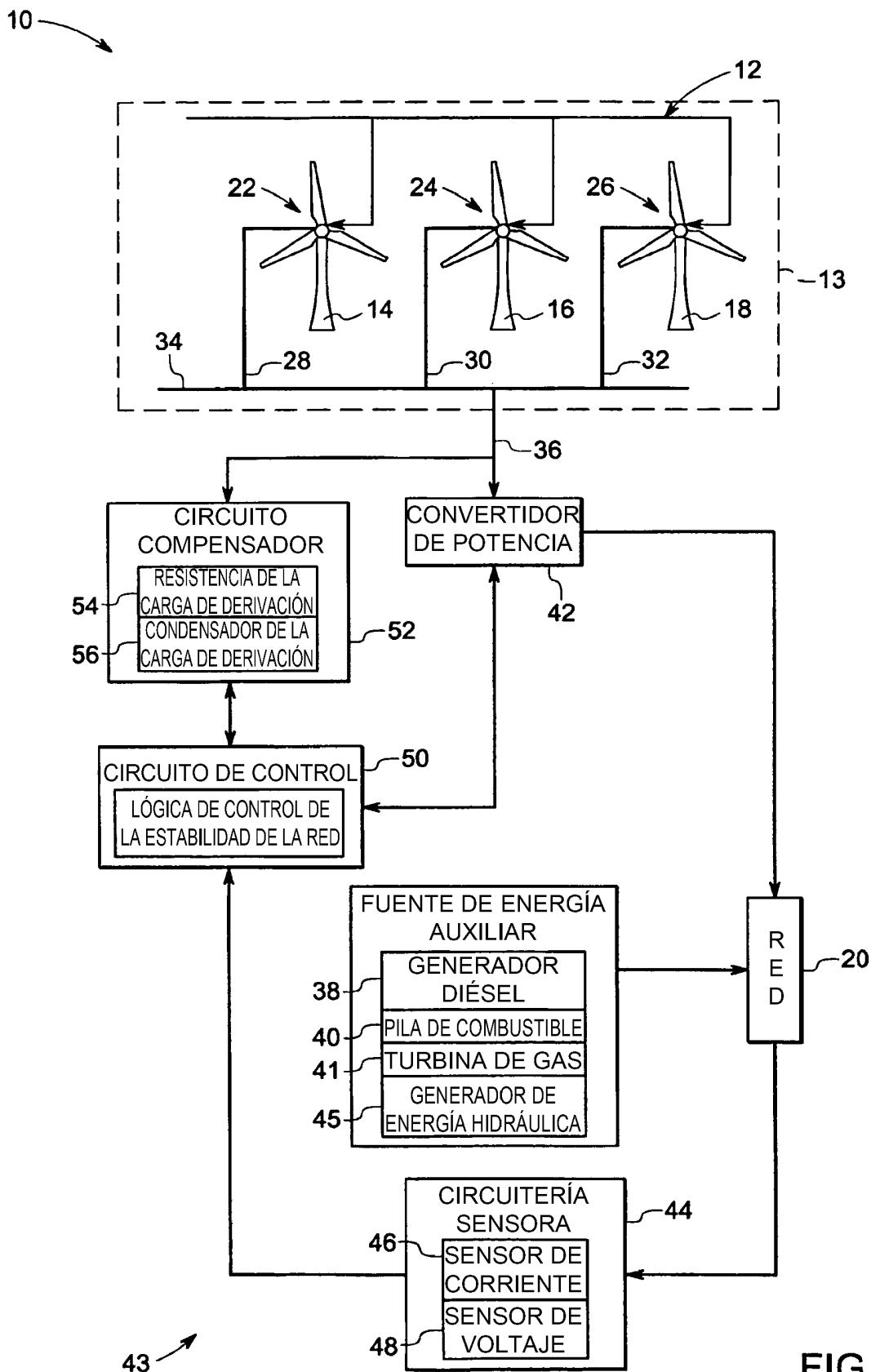


FIG. 2

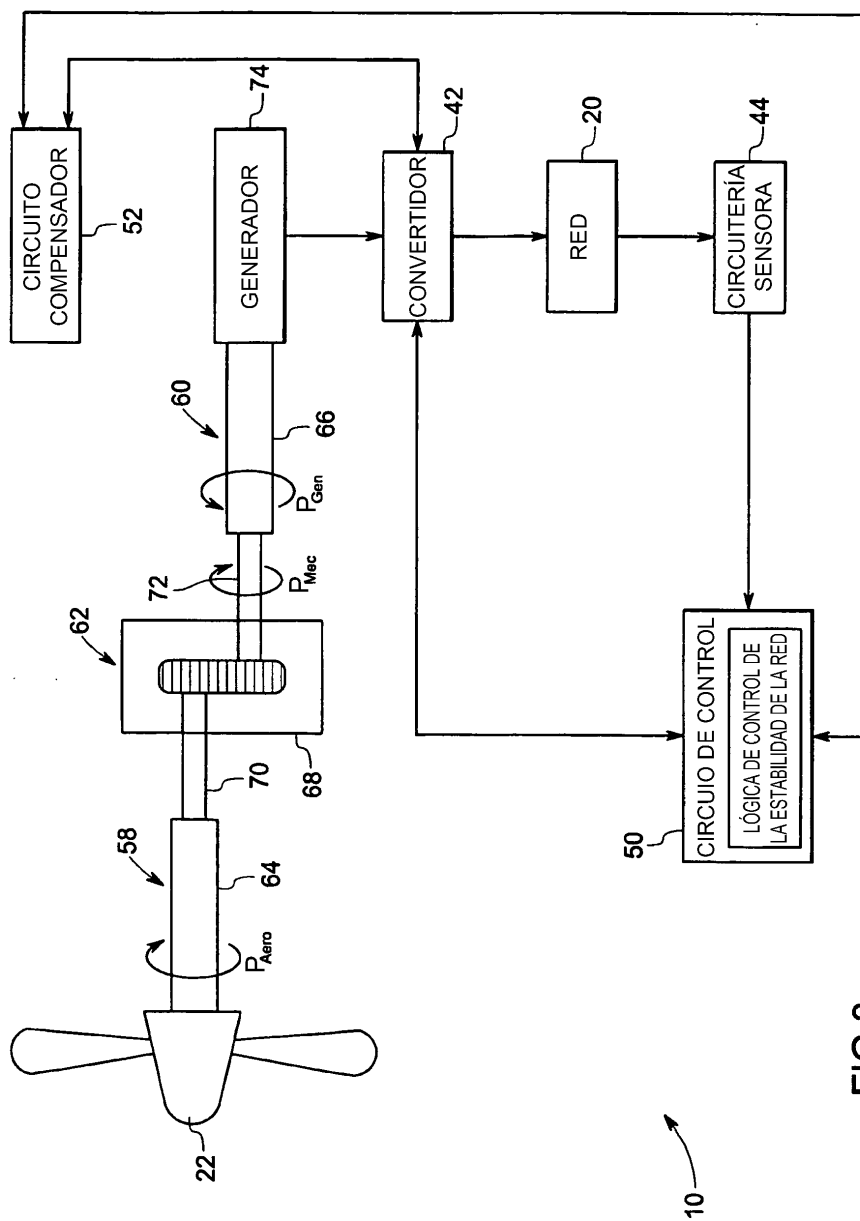


FIG.3

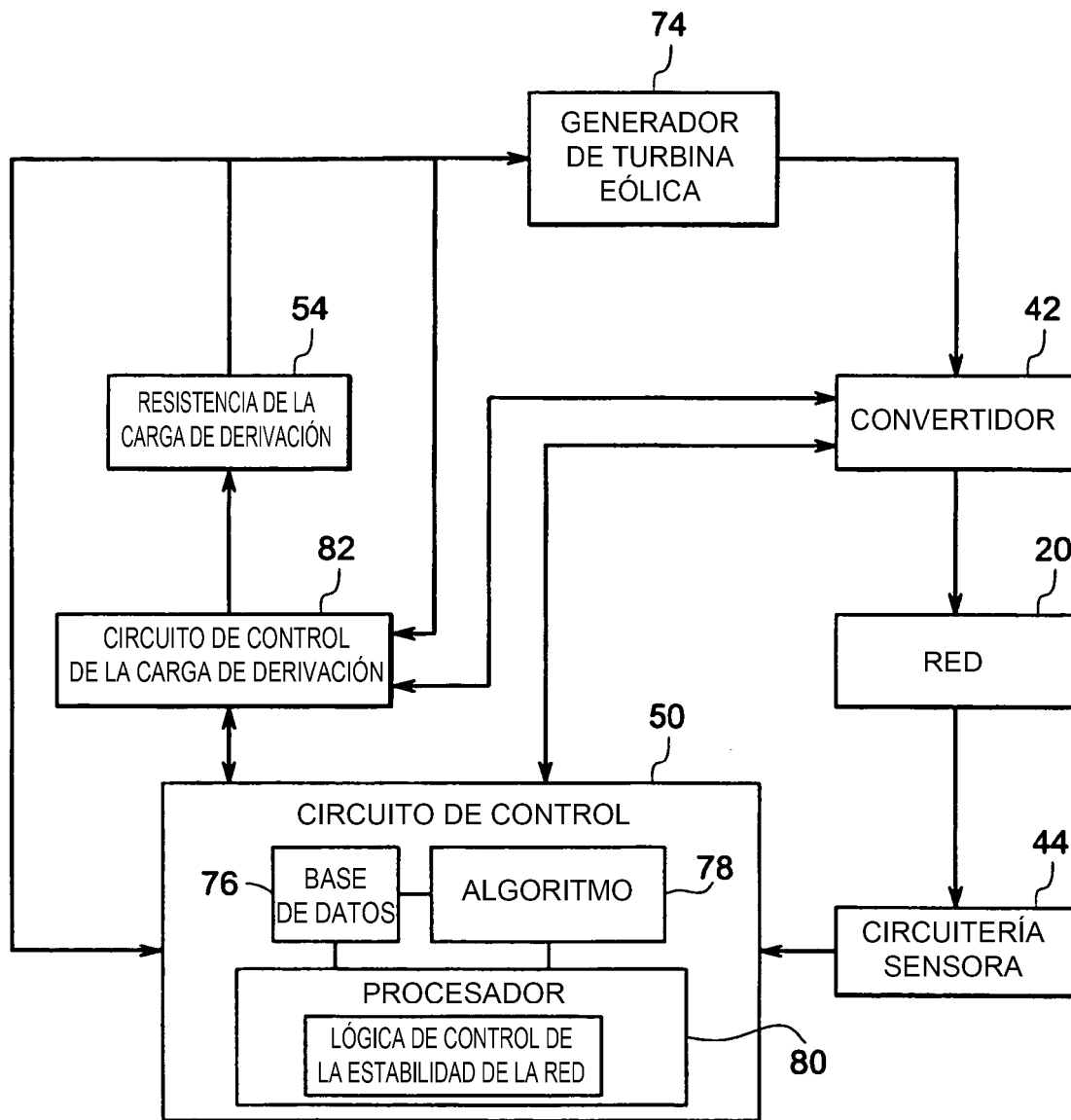


FIG. 4

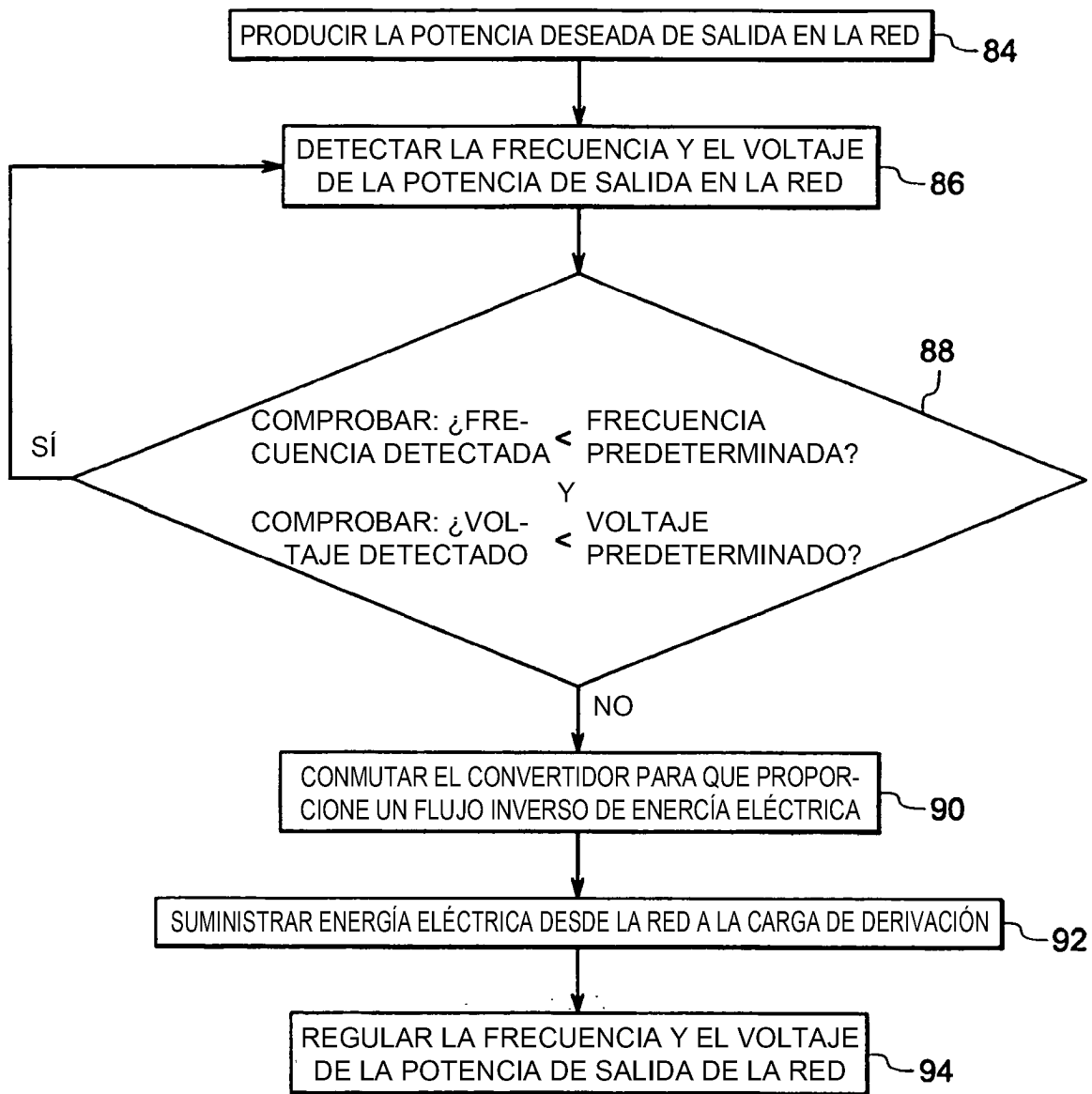


FIG. 5