

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 741**

51 Int. Cl.:

**H02P 9/42** (2006.01)

**H02M 5/458** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

**H02P 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2011 E 11169879 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 2400655**

54 Título: **Sistema de conversión de energía y procedimiento para sistema de generación de energía giratorio**

30 Prioridad:

**22.06.2010 US 820354**

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

**14.07.2020**

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)  
1 River Road  
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**DELMERICO, ROBERT WILLIAM y  
YUAN, XIAOMING**

74 Agente/Representante:

**CONTRERAS PÉREZ, Yahel**

ES 2 773 741 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 de conversión de energía y procedimiento para sistema de generación de energía giratorio

5 La presente invención se refiere, en general, a sistemas de conversión de energía. Más particularmente, la invención se refiere a un sistema de conversión de energía utilizado en un sistema rotativo de generación de energía para convertir corriente alterna de frecuencia variable producida por un generador de energía giratorio de velocidad variable en corriente alterna con amplitud o frecuencia controlada para alimentar una red eléctrica.

10 Un tipo de sistema de generación de energía comprende un generador de energía giratorio para generar corriente alterna con una frecuencia variable mediante la rotación de un rotor generador y un sistema de conversión de energía para convertir la corriente alterna de frecuencia variable en corriente alterna con amplitud o frecuencia controlada que se suministra a una red eléctrica. Un ejemplo de dicho sistema de generación de energía comprende un sistema de generación de energía de un aerogenerador de velocidad variable.

15 Los sistemas de generación de energía de un aerogenerador de velocidad variable incluyen generadores con velocidades de rotación que varían con la velocidad del viento y generan corriente alterna con una frecuencia variable. Los generadores de aerogeneradores de velocidad variable pueden proporcionar más energía en un rango de velocidades del viento en comparación con los generadores de aerogeneradores que requieren una velocidad de funcionamiento constante.

20 Los sistemas de conversión de energía para aerogeneradores de velocidad variable generalmente incluyen un convertidor de energía electrónico del lado del generador ("convertidor del lado del generador") para convertir la corriente alterna de frecuencia variable en corriente continua en un enlace de CC y un convertidor de energía electrónico del lado de la línea (o red) ("convertidor del lado de la línea") para convertir la corriente continua en el enlace de CC en corriente alterna con amplitud o frecuencia controlada para alimentar la red. Es deseable transmitir tanta energía eólica a la red como sea posible mientras se protege el sistema de generación de energía en diferentes condiciones de viento y red.

25 Uno de dichos sistemas convencionales se describe, por ejemplo, en GB 2 432 267.

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

30 Diversas características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor al leer la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos en los que elementos similares representan partes similares en todos los dibujos, en los cuales:

35 La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de generación de energía convencional conectado eléctricamente a una red eléctrica.

40 La figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema de generación de energía conectado eléctricamente a una red eléctrica de acuerdo con una realización de la presente invención.

45 La figura 3 es un diagrama de bloques de ejemplo de un controlador de lado de la línea de acuerdo con una realización.

La figura 4 es un diagrama de bloques de ejemplo de un controlador del lado del generador de acuerdo con una realización.

50 Diversas realizaciones descritas aquí se refieren a un sistema de control de conversión de energía eléctrica para controlar el funcionamiento de un módulo de conversión de energía eléctrica para convertir corriente alterna de frecuencia variable generada por un generador de energía eléctrica rotativo en corriente alterna con amplitud o frecuencia controlada para alimentar una red eléctrica. Tal como se utiliza aquí, se pretende que "amplitud o frecuencia controlada" sea inclusivo de modo que incluya amplitud controlada, frecuencia controlada o tanto amplitud controlada como frecuencia controlada. El módulo de conversión de energía eléctrica comprende un convertidor del lado del generador, un convertidor del lado de la línea y un enlace de CC entre los convertidores del lado del generador y del lado de la línea. El sistema de control de conversión de energía eléctrica utiliza un comando de control de par para controlar el funcionamiento del convertidor del lado de la línea y utiliza un comando de control de enlace de CC para controlar el funcionamiento del convertidor del lado del generador. Aunque las figuras de ejemplo ilustran sistemas de generación de energía eólica a modo de ejemplo, las realizaciones de la invención son aplicables a cualquier sistema de generación de energía rotativa que tenga un generador de energía rotativa que funcione a una velocidad variable y un módulo de conversión de energía para convertir energía eléctrica que tenga corriente alterna de frecuencia variable generada por el generador de energía giratoria a energía eléctrica que tiene

corriente alterna de frecuencia diferente, un ángulo de fase diferente o ambos. Los generadores de energía rotativos pueden incluir, por ejemplo, aerogeneradores de velocidad variable, turbinas de gas, micro-turbinas y dispositivos hidrocineéticos marinos.

5 Se hace referencia en primer lugar a un sistema convencional de generación de energía rotativa que es un sistema convencional de energía eléctrica de un aerogenerador de velocidad variable 10 (denominado en lo sucesivo "sistema 10") tal como se ilustra en la figura 1. El sistema 10 comprende un generador de un aerogenerador de velocidad variable 12 (denominado en lo sucesivo "turbina 12") para generar corriente alterna en conductores de fase 14 con una frecuencia variable, un módulo de conversión de energía eléctrica 16 para convertir la corriente alterna de frecuencia variable en conductores de fase 14 en corriente alterna en conductores de fase 18, y un sistema de control de conversión de energía convencional 20 para recibir varias señales y comandos de referencia para generar señales de control para controlar el funcionamiento del módulo de conversión de energía eléctrica 16. La corriente alterna en los conductores de fase 18 se envía adicionalmente a un red eléctrica 22.

15 La turbina 12 comprende una pluralidad de palas de turbina 26, y un generador 28 que tiene un rotor generador (no mostrado) y un estator generador (no mostrado). La inclinación de las palas de la turbina 26 es variable y puede controlarse. Las palas de turbina 26 están acopladas a un primer eje giratorio 24 que, en algunas realizaciones, está acoplado mecánicamente a un multiplicador 30. El multiplicador 30 está acoplado adicionalmente al rotor del generador a través de un segundo eje giratorio 25 para accionar el rotor del generador para que gire. El multiplicador 30 incluye típicamente una transmisión de aumento de velocidad con una relación fija de modo que el rotor del generador gira a una velocidad que es un múltiplo fijo del primer eje giratorio. El espacio de aire del generador se distribuye con un campo de flujo magnético (F), y una rotación del rotor del generador induce la corriente alterna en conductores de fase 14 de los devanados en el estator del generador. En consecuencia, la corriente alterna en los conductores de fase 14 tiene una frecuencia variable y una magnitud variable que es proporcional a la velocidad de rotación del primer eje giratorio 24 (o el segundo eje giratorio o el rotor del generador) y el flujo magnético F.

Tal como se ilustra, el módulo de conversión de energía eléctrica 16 comprende un convertidor del lado del generador 32, un enlace de CC 34 y un convertidor del lado de la línea 36. Los convertidores del lado del generador y del lado de la línea 32, 36 incluyen cada uno una pluralidad de interruptores de semiconductores 35, tales como IGBTs, IGCTs, MOSFETs, y similares. El convertidor del lado del generador 32 recibe corriente alterna de frecuencia variable en conductores de fase 14 del generador 28 y convierte corriente alterna en conductores de fase 14 en corriente CC en un enlace de CC 34. El convertidor del lado de la línea 24 recibe la corriente CC en el enlace de CC 34 y convierte la corriente CC en corriente alterna 18 con una magnitud y/o una frecuencia controlada para alimentar la red eléctrica 22.

35 El sistema de control de conversión de energía convencional 20 ilustrado incluye un controlador del lado del generador 38 y un controlador del lado de la línea 40. Los controladores del lado del generador y del lado de la línea 38, 40 reciben respectivamente una serie de señales y comandos de referencia y generan respectivamente señales de control de modulación por anchura de pulso (PWM) para los convertidores del lado del generador y del lado de la línea 32, 36. Tal como se ilustra, el sistema de control de conversión de energía eléctrica convencional 20 utiliza un dispositivo generador de referencia de par (TRG) 41 para dirigir la trayectoria de la corriente de la turbina 26 y generar una señal de comando de par  $T_{comm}$ . El controlador del lado del generador 38 recibe la señal de comando de par  $T_{comm}$  y utiliza una interrelación entre la señal de comando de par y la corriente alterna en conductores de fase 14 (tal como una señal de corriente y tensión trifásica medida  $i_a, i_b, i_c$  y  $v_a, v_b, v_c$ ) para generar una señal de control de PWM para controlar operaciones de conmutación de interruptores de semiconductores 35 del convertidor del lado del generador 32. En una realización, el controlador del lado del generador 38 utiliza la corriente alterna en conductores de fase 14 para generar una señal de retroalimentación de par  $T_{feedback}$  y después utiliza el comando de par  $T_{comm}$  y la señal de retroalimentación de par  $T_{feedback}$  para generar la señal de control de PWM para interruptores del lado del generador para controlar el par del generador. En ciertas realizaciones, la señal de realimentación de par  $T_{feedback}$  puede obtenerse buscando en una tabla de búsqueda, observando los resultados medidos o observando una función de correlación del par del generador y la corriente alterna.

50 El convertidor del lado de la línea 40 recibe una señal de comando de tensión de enlace de CC  $V_{dc,comm}$ , y una señal de retroalimentación de tensión CC medida  $V_{dc,feedback}$  del enlace de CC 34 y utiliza estas señales para controlar las operaciones de conmutación de los interruptores de semiconductores 35 del convertidor del lado de la línea 40 y mantener la tensión del enlace de CC al nivel deseado.

60 Utilizando un sistema de control de conversión de energía convencional de este tipo 20, el rendimiento del convertidor del lado de la línea 40, para mantener la tensión del enlace de CC, puede verse comprometido por una red con mal comportamiento. Por ejemplo, si la red 22 es muy débil o tiene una resonancia eléctrica, debido a una capacitancia en derivación o conectada en serie, el control de la tensión del enlace de CC del convertidor del lado de la línea 40 puede volverse inestable.

Haciendo referencia a la figura 2, se ilustra un sistema de generación de energía eléctrica giratorio de ejemplo 42 que comprende un sistema de control de conversión de energía eléctrica 50 de acuerdo con una realización de la invención. El sistema de generación de energía eléctrica giratorio de ejemplo 42 ("sistema 42") incluye un generador de energía eléctrica giratorio que, en una realización, comprende un generador de un aerogenerador 12 ("turbina 12"), un módulo de conversión de energía eléctrica 48 conectado eléctricamente tanto a la turbina 12 como a la red 44, y el sistema de control de conversión de energía eléctrica 50 para controlar el funcionamiento del módulo de conversión de energía eléctrica 48. En la realización ilustrada, la turbina 12 tiene una configuración similar a la turbina convencional descrita anteriormente con referencia a la figura 1. En otras realizaciones, la turbina 12 puede comprender cualquier generador de energía eléctrica giratorio que incluya, por ejemplo, otros tipos de aerogeneradores de velocidad variable, turbinas de gas, micro-turbinas y dispositivos hidrocineéticos marinos.

En la realización ilustrada, el módulo de conversión de energía 48 comprende un convertidor del lado del generador 52, un enlace de CC 54 y un convertidor del lado de la línea 56. El enlace de CC 54 comprende por lo menos un condensador 55. Los convertidores del lado del generador y del lado de la línea 52, 56 pueden comprender convertidores bidireccionales, y cada uno incluye una pluralidad de interruptores de semiconductores 57, tales como IGBTs, IGCTs, y similares. El convertidor del lado del generador 52 recibe corriente alterna de frecuencia variable en conductores de fase 46 de la turbina 12 y convierte la corriente alterna en conductores de fase 46 en corriente CC en el enlace de CC 54. El convertidor del lado de la línea 56 recibe la corriente CC en el enlace de CC 54 y convierte la corriente CC en corriente alterna en conductores de fase 58 con amplitud y/o frecuencia controladas para alimentar la red eléctrica 44.

En la realización ilustrada, el sistema de control de conversión 50 comprende un controlador del lado del generador 60 y un controlador del lado de la línea 62 para controlar operaciones de los convertidores del lado del generador y del lado de la línea 52, 56. En ciertas realizaciones de la invención, el controlador del lado del generador 60 y el controlador del lado de la línea 62 regulan respectivamente el control de tensión del enlace de CC y el control de par del generador. Los controladores del lado del generador y del lado de la línea 60, 62 pueden estar físicamente separados o pueden estar situados dentro de una unidad de control integrada.

En la realización ilustrada de la figura 2, el controlador del lado del generador 60 recibe un comando de tensión de enlace de CC  $V_{dc\_comm}$  que representa una tensión de CC deseada en el enlace de CC 54, y una señal de retroalimentación de tensión de enlace de CC medida  $V_{dc\_feedback}$ . El controlador del lado del generador 60 utiliza una diferencia de tensión del enlace de CC (la diferencia de la señal de comando de tensión del enlace de CC y la señal de retroalimentación de tensión del enlace de CC) para generar una señal de control de PWM 64 para controlar las operaciones de conmutación de los interruptores semiconductores 57 del convertidor del lado del generador 52. Si existe una disminución de la tensión de CC en el enlace de CC y la señal de retroalimentación de tensión de enlace de CC medida  $V_{dc\_feedback}$  disminuye, el controlador del lado del generador 60 controla el convertidor del lado del generador 52 para aumentar el paso de corriente de la turbina 12. Si existe un aumento de la retroalimentación de tensión de enlace de CC medida, se produce la acción de control contraria. En cualquier caso, es útil proporcionar la señal de control de PWM 64 de manera que se garantice que la tensión de enlace de CC de salida se mantenga en un nivel nominal deseado.

En la realización ilustrada de la figura 2, el controlador del lado del generador 60 también recibe una señal de comando VAR ( $VAR_{comm}$ ) indicativa de una salida VAR deseada del generador y una señal de límite de tensión ( $VAR_{limm}$ ) indicativa de un nivel máximo deseado de tensión permitida en los terminales del estator del generador. En ciertas realizaciones, el generador funciona con salida VAR cero para minimizar la corriente de salida. En ciertas realizaciones, la salida VAR puede regularse durante el funcionamiento a alta velocidad para limitar la tensión de CA del generador.

Siguiendo con referencia a la figura 2, el controlador del lado de la línea 62 recibe la señal de comando de par  $T_{comm}$  que representa el par deseado y una señal de retroalimentación de par medida o calculada  $T_{feedback}$  para generar una señal de control de PWM 65 para el convertidor del lado de la línea 56. La figura 3 ilustra una realización del controlador del lado de la línea 62 con más detalle. El controlador del lado de la línea 62 ilustrado comprende un regulador de par 66 para recibir la señal de comando de par  $T_{comm}$  y la señal de retroalimentación de par  $T_{feedback}$  para generar una señal de control de par 68, y un modulador de PWM 70 para recibir la señal de control de par 68 para generar señales de control de PWM 65. En una realización, el regulador de par 66 utiliza una señal de error de par  $\Delta T$ , que es una diferencia entre la señal de comando de par  $T_{comm}$  y la señal de retroalimentación de par  $T_{feedback}$ , para generar la señal de control de par 68. La señal de realimentación de par  $T_{feedback}$  puede obtenerse por cualquier método apropiado. En un ejemplo, la señal de realimentación de par  $T_{feedback}$  se calcula a partir de corriente medida en conductores de fase 46 y el flujo del generador en función de la tensión medida y la velocidad de rotación del rotor del generador. El controlador del lado de la línea 62 utiliza las señales de control de par y de retroalimentación de par  $T_{comm}$ ,  $T_{feedback}$  para generar señales de control de PWM para controlar operaciones de los interruptores de semiconductores 57 del convertidor del lado de la línea 56.

En la realización ilustrada de la figura 3, el controlador del lado de la línea 62 comprende, además, un módulo de ajuste de ganancia del regulador 72 para generar una señal de ajuste de ganancia del regulador 74 para regular una ganancia de control del regulador de par 66. En la realización ilustrada de la figura 3, el módulo de ajuste de ganancia del regulador 72 utiliza una velocidad de rotación del generador medida ( $\omega$ ) para regular la ganancia de control del regulador de par 66. En una realización de ejemplo, la señal de control de par 68 puede obtenerse mediante:

$$T = K \times \Delta T$$

donde "T" es la señal de control de par, "K" es la ganancia de control, y " $\Delta T$ " es el error de par. La ganancia de control K se ajusta mediante la velocidad de rotación  $\omega$ . En ciertas realizaciones, una mayor velocidad de rotación  $\omega$  representa un mayor nivel de energía eléctrica y, en consecuencia, se selecciona una mayor ganancia de control K para el control de par.

En la realización ilustrada de la figura 3, el controlador del lado de la línea 62 comprende, además, el regulador de tensión 74 para recibir el comando de tensión  $V_{comm}$ , que representa la magnitud de tensión de salida del convertidor del lado de la red deseada y una señal de retroalimentación de tensión medida  $V_{feedback}$ , y para generar una señal de control de tensión 76. En una realización, el regulador de tensión 74 utiliza una señal de error de tensión  $\Delta V$ , que es una diferencia entre la señal de comando de tensión  $V_{comm}$  y la señal de retroalimentación de tensión  $T_{feedback}$ , para generar la señal de control de tensión 76. La señal de control de tensión 76 define la magnitud de la tensión de salida deseada que se aplicará a conductores de fase 58 (mostrados en la figura 2) mientras que la señal de control de par 68 define el ángulo de tensión de salida deseado. En la realización de la figura 3, el modulador de PWM 70 utiliza la combinación de magnitud y ángulo de tensión deseado para generar señales de control para controlar la tensión de salida aplicada a conductores de fase 58. Cuando se produce una variación de la tensión de salida debido a cambios en la red o el nivel de par del generador, la señal de tensión trifásica medida  $V_{feedback}$  varía, y el controlador del lado de la línea 62 controla el convertidor del lado de la línea 56 para mantener una tensión de salida nominalmente igual al comando de tensión  $V_{comm}$ . En ciertas realizaciones, el controlador del lado de la línea 62 regula, además, la corriente reactiva o la salida VAR.

Con referencia a la figura 4, en una realización más específica, el controlador del lado del generador 60 recibe, además, la señal de comando de par  $T_{comm}$ . En una realización, el comando de par  $T_{comm}$  se aplica a un bloque de filtrado 78. Para generar la señal de control de PWM 64 se utiliza un comando de par filtrado 80 desde el bloque de filtrado 78 que aumentará o disminuirá el flujo de energía eléctrica de salida del generador en el enlace de CC 54, y se mejorará, de este modo, la respuesta de par del generador para seguir mejor el comando de par  $T_{comm}$ . Por ejemplo, en una realización, si existe un aumento de la velocidad del viento, la señal de comando de par  $T_{comm}$  aumenta, y el controlador del lado del generador 60 controla ese convertidor del lado del generador para que envíe más corriente al enlace de CC 54 mientras mantiene la tensión del enlace de CC dentro de un nivel deseado. En la realización ilustrada, el controlador del lado del generador 60 comprende, además, un regulador de tensión de CC 84 para recibir la señal de comando de tensión de CC  $V_{dc\_comm}$  y la señal de retroalimentación de tensión de CC  $V_{dc\_feedback}$  y para generar una señal de control de tensión de CC 86 que es función de la diferencia de tensión de CC entre  $V_{dc\_comm}$  y  $V_{dc\_feedback}$ . En la realización ilustrada, el comando de par filtrado 80 se utiliza como variable para regular la señal de control de tensión de CC 86 antes de alimentar un control de corriente activa 88 para generar las señales de control de PWM 64. Un comando de par filtrado 80 más elevado aumenta la señal de control de corriente activa 87 mientras se mantiene la tensión de CC generada en el enlace de CC 34 dentro de un valor deseado. Un aumento de la señal de control de corriente activa 87 hará que vaya más corriente eléctrica al enlace de CC 54 para equilibrar el flujo de energía eléctrica de salida a la red 44.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, el módulo de conversión de energía eléctrica 48 puede comprender, además, un circuito protector o circuito de frenado dinámico 90 ("circuito de DB 90"). En la realización ilustrada, el circuito de DB 90 está conectado al enlace de CC 54 para evitar que el generador 28 y el multiplicador 30 experimenten grandes pares transitorios que puedan dañar el multiplicador durante eventos de fallo de la red cuando la red no puede aceptar la energía eléctrica generada. En una realización, el circuito de DB 90 comprende un elemento de absorción de energía 92 conectado al enlace de CC 54, y por lo menos un interruptor de DB 94. En una realización, el elemento de absorción de energía 92 comprende una o más resistencias.

En una realización, el sistema de control de conversión de energía eléctrica 50 comprende un controlador de DB 96 para controlar las operaciones del circuito de DB 90. En ciertas realizaciones, el controlador de DB 96 utiliza el error de par  $\Delta T$ , que es una diferencia de la señal de comando de par y la señal de retroalimentación de par  $T_{comm}$ ,  $T_{feedback}$ , para generar una señal de control de DB 98 que controla la operación de conmutación del circuito de DB 90. En una realización, cuando el error de par  $\Delta T$  es mayor que un valor umbral  $\Delta T_0$ , se transmite una señal de habilitación para accionar el interruptor 94. Cuando se activa el interruptor 94, el elemento de absorción de energía consume energía del enlace de CC 54 para aumentar la carga del generador y la retroalimentación de par correspondiente  $T_{feedback}$  a un nivel determinado por el comando de par  $T_{comm}$ . En consecuencia, si se produce un fallo en la red que reduce la potencia de salida del convertidor del lado de la red, el convertidor 52 del lado del

generador reducirá rápidamente el par del generador para mantener una tensión de enlace de CC constante lo que inducirá un aumento en el  $\Delta T$  y hará que el elemento de absorción de energía 92 opere y restaure la carga de par del generador a un nivel nominal para minimizar el desgaste del multiplicador.

- 5 Aunque sólo se han ilustrado y descrito aquí ciertas características de la invención, los expertos en la materia apreciarán muchas modificaciones y cambios. Debe entenderse, por lo tanto, que las reivindicaciones adjuntas definen la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de generación de energía (42) para un sistema de generación de energía de un aerogenerador (10), que comprende:
- 5 un generador de energía eléctrica giratorio (12) para generar corriente alterna de frecuencia variable;  
un convertidor del lado del generador (52) para convertir la corriente alterna de frecuencia variable en corriente continua;  
10 un enlace de CC (54) conectado al convertidor del lado del generador para recibir la corriente continua del convertidor del lado del generador;  
un convertidor de lado de la línea (56) conectado al enlace de CC para convertir la corriente continua en corriente alterna con amplitud o frecuencia controlada;  
un controlador del lado del generador (60) para recibir una señal de comando de tensión del enlace de CC y una señal de retroalimentación de tensión del enlace de CC y generar señales de control para el convertidor del lado del generador; caracterizado por:
- 15 un controlador del lado de la línea (62) para recibir una señal de comando de par del generador y una señal de retroalimentación de par del generador y generar señales de control para el convertidor del lado de la línea; y  
20 un circuito de frenado dinámico (90) conectado al enlace de CC (54).
2. Sistema (42) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el controlador del lado del generador (60) está configurado para recibir la señal de comando de par del generador y utilizar la señal de comando de par del generador además del comando de tensión del enlace de CC y señales de retroalimentación para generar las señales de control para el convertidor del lado del generador.
- 25 3. Sistema (42) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el controlador del lado de la línea (62) está configurado para recibir una velocidad de giro del generador medida para ajustar ganancias de las señales de control generadas por el controlador del lado de la línea.
- 30 4. Sistema (42) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el controlador del lado de la línea (62) está configurado, además, para recibir un comando de magnitud de tensión de salida del convertidor del lado de la red y señales de retroalimentación para generar una señal de control de tensión para utilizarse en la generación de las señales de control para el convertidor del lado de la línea.
- 35 5. Sistema (42) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el circuito de frenado dinámico (90) comprende un elemento de absorción de energía del enlace de CC y por lo menos un interruptor de frenado dinámico en conexión en serie con el elemento de absorción de energía del enlace de CC.
- 40 6. Sistema (42) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende, además, un controlador de frenado dinámico (96) para controlar operaciones del circuito de frenado dinámico (90) utilizando una diferencia de la señal de comando de par y la señal de retroalimentación de par para controlar la operación de conmutación del interruptor de frenado dinámico.
- 45 7. Sistema (42) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el generador de energía eléctrica giratorio (12) comprende un aerogenerador, una turbina de gas, una micro-turbina, o un dispositivo hidrocínético marino.

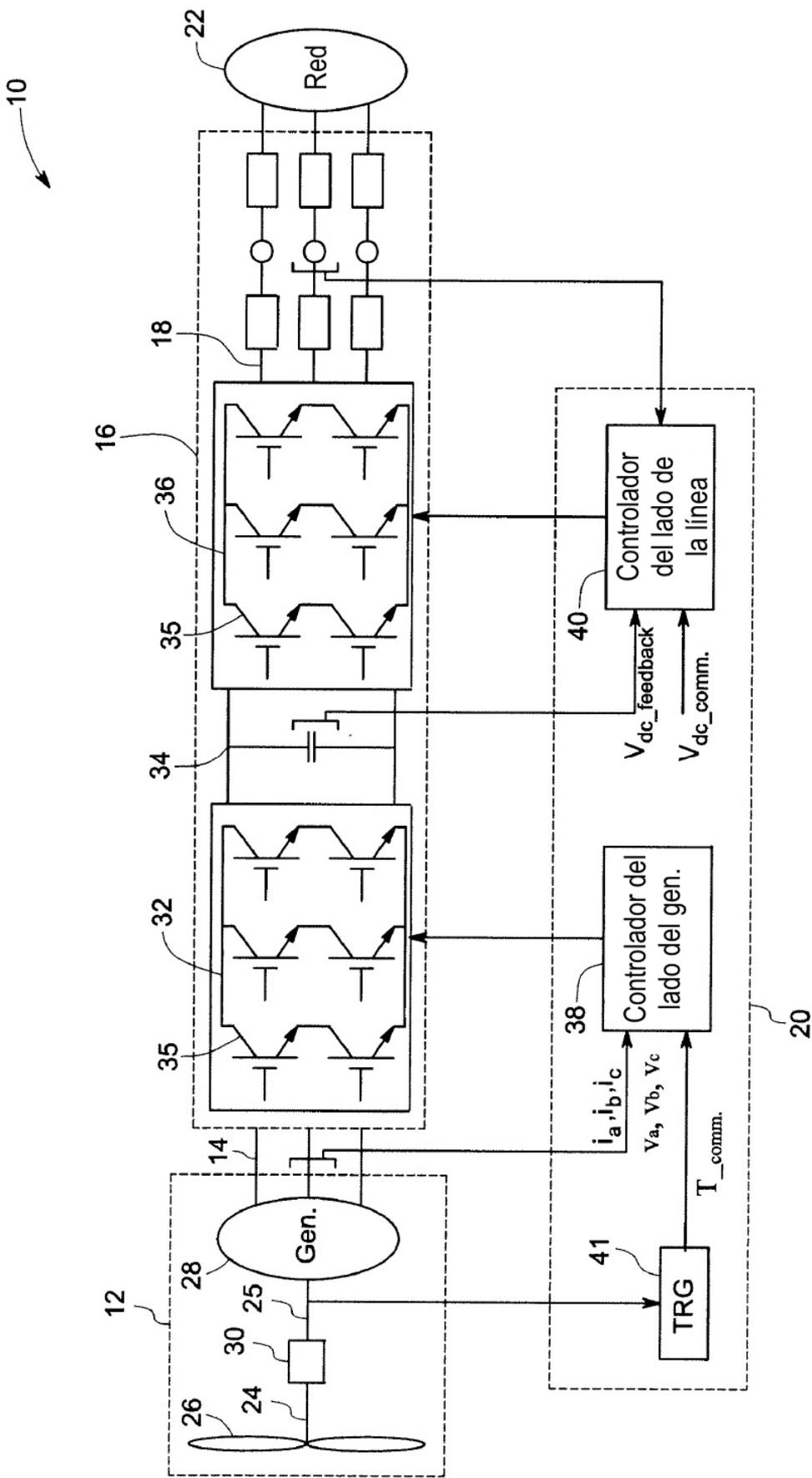


FIG. 1  
TÉCNICA ANTERIOR

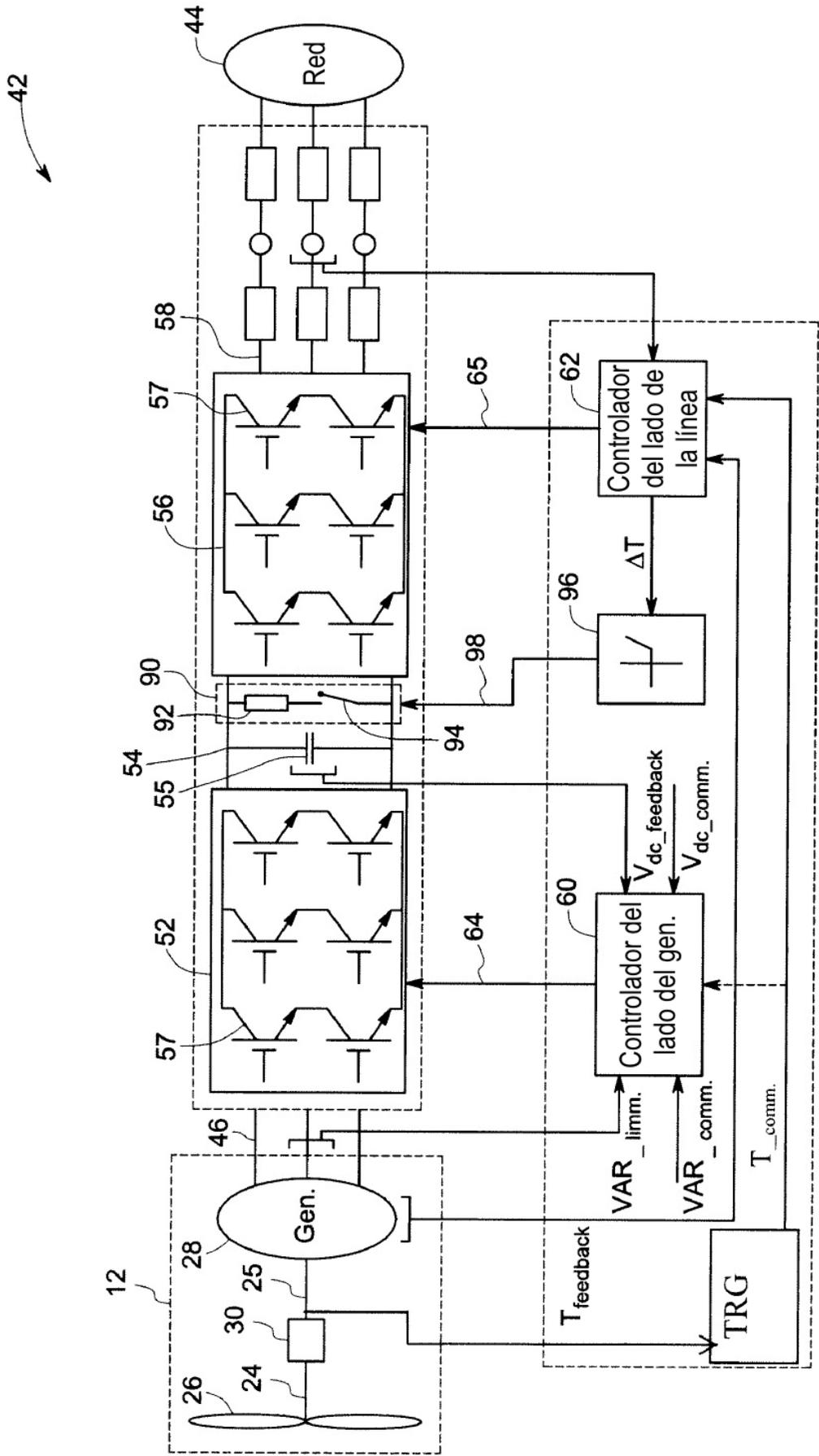


FIG. 2

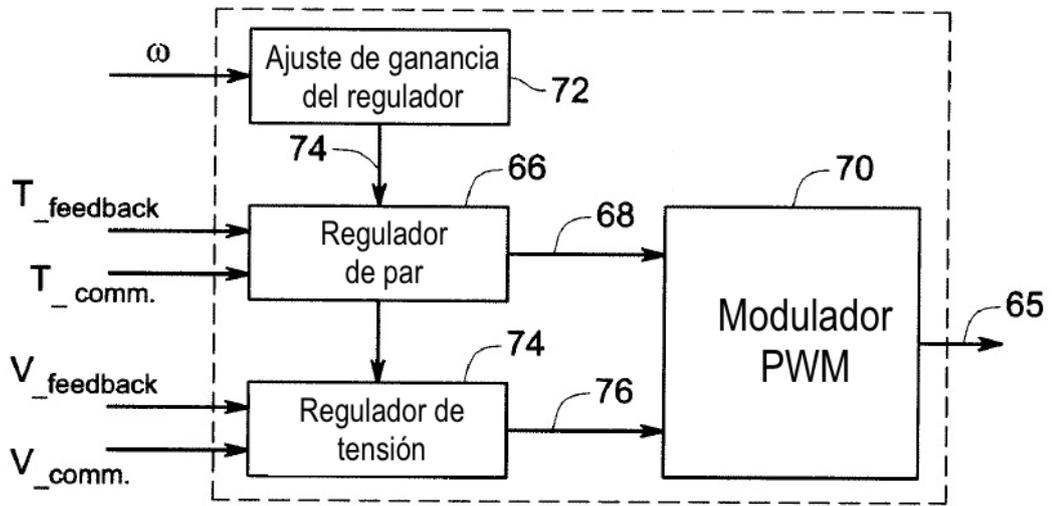


FIG. 3

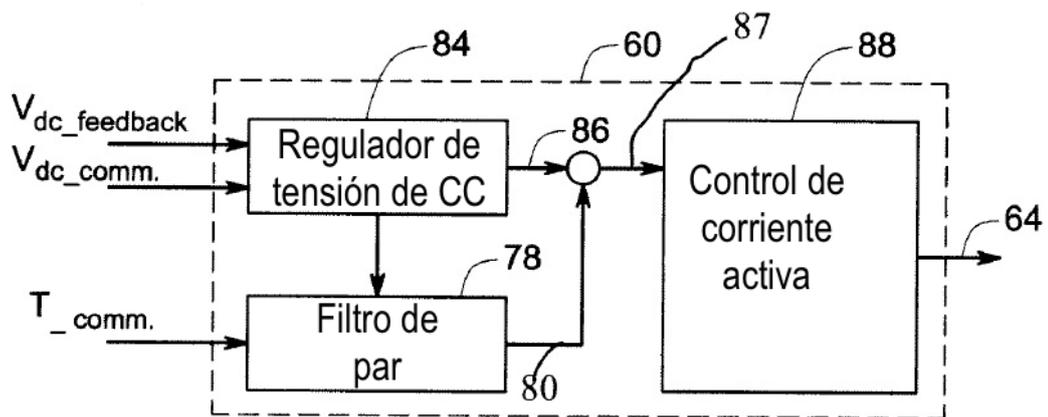


FIG. 4

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

**Documentos de patentes citados en la descripción**

10 • GB 2432267 A [0005]