

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 336**

51 Int. Cl.:

H02P 9/00	(2006.01)
F03D 7/00	(2006.01)
F03D 7/04	(2006.01)
F03D 9/00	(2006.01)
H02J 3/38	(2006.01)
H02M 7/217	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.09.2010 PCT/JP2010/065845**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2011 WO11034056**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2010 E 10817169 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 2479884**

54 Título: **Aparato de generación de energía eólica**

30 Prioridad:

16.09.2009 JP 2009214165

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

13.12.2017

73 Titular/es:

**ZEPHYR CORPORATION (100.0%)
4F, Kokusai Hamamatsu-cho Bldg. 1-9-18,
Kaigan, Minato-ku
Tokyo 105-0022, JP**

72 Inventor/es:

**ITO, RYOSUKE;
OKUBO, TAKANORI;
CHIKASHIGE, TADAAKI;
YAMAZAKI, TAKASHI y
MATSUMIYA, HIKARU**

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 646 336 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).

APARATO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA**DESCRIPCIÓN****5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato de generación de energía eólica.

Antecedentes de la técnica

10 Recientemente ha habido frecuentes casos de condiciones meteorológicas anómalas asociadas con el calentamiento global. Se ha informado de que muchos glaciares en las regiones polares se están derritiendo debido al calentamiento global. Se ha previsto que las condiciones meteorológicas anómalas destruirán o cambiarán el ecosistema global en gran medida. Para mantener ambientes seguros y aptos para la vida para las generaciones futuras, es necesario evitar tales alteraciones ambientales que se deben al calentamiento global. Se considera que una razón principal del calentamiento global es la emisión de gran cantidad de dióxido de carbono a la atmósfera. Esto ocurre porque, en la civilización moderna, la energía se obtiene principalmente quemando combustibles fósiles tales como el carbón o el petróleo. Por consiguiente, para obtener energía mientras se evita el calentamiento global, es necesaria una fuente de energía que no dependa de combustibles fósiles convencionales.

20 Como tales nuevas fuentes de energía, se ha prestado especial atención a la energía eólica y la luz solar. En consideración a esto, se están investigando y desarrollando activamente la generación de energía eólica y la generación de energía solar en varios países.

25 Mientras tanto, para usar la electricidad generada como suministro de energía comercial, se requieren inversores para la generación de energía eólica y la generación de energía solar. Sin embargo, la generación de energía eólica y la generación de energía solar están adaptadas a diferentes tensiones nominales, y por lo tanto existía la necesidad de desarrollar un inversor dedicado para cada método de generación de energía. Esto causa retrasos en la salida al mercado de generadores de energía eólica recién desarrollados y reduce la compatibilidad entre generadores de energía eólica y generadores de energía solar. Por consiguiente, se necesitan ideas para aplicar inversores de propósito general a generadores y, en particular, a generadores de energía eólica.

Técnica anterior

35 La memoria de la patente estadounidense US 2003/071467 describe un controlador para una turbina eólica que puede poner en funcionamiento un modo de potenciación para permitir un rendimiento óptimo en condiciones de poco viento y proporcionar entrada en pérdida aerodinámica en condiciones de mucho viento. La memoria de la patente estadounidense US 2007/024059 describe un método para dispositivos de conmutación en un componente de conversión de energía de un sistema de turbina eólica para proporcionar flujo de energía a través del componente de conversión y para evitar el flujo de energía a través del componente de conversión de energía. La memoria de la patente estadounidense US 2007/0013194 describe una turbina eólica con un inversor bidireccional. La solicitud internacional WO 2007/109048 describe un generador de turbina eólica y un circuito de control de frenado PWM que tiene un circuito de detección de velocidad.

45 Sumario de la invención**Problemas a resolver por la invención**

50 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato de generación de energía eólica al que se pueden aplicar inversores de propósito general.

Medios para resolver los problemas

55 La presente invención proporciona un aparato de generación de energía eólica que comprende un generador que comprende un imán y un devanado de inducido y que tiene una pala de rotación de aerogenerador y una unidad de conmutación para controlar la velocidad de rotación de la pala de rotación de aerogenerador mediante la producción de cortocircuito en el devanado de inducido en ciclos de trabajo controlados y una unidad de control que, en uso, cuando un inversor está conectado como carga, controla y mantiene la velocidad de rotación de la pala de rotación de aerogenerador a un valor predeterminado mediante la producción de cortocircuito por parte de la unidad de conmutación en el devanado de inducido en ciclos de trabajo controlados, caracterizado por una unidad de derivación para controlar una tensión de salida del generador conectando intermitentemente una resistencia a una salida del generador, y la unidad de control, antes de que se encienda el inversor, conecta intermitentemente la resistencia a la salida del generador para evitar que se aplique una tensión que es demasiado alta al inversor, y después de que se encienda el inversor, usa la unidad de conmutación para controlar la velocidad de rotación de la pala de rotación de aerogenerador para mantener una tensión constante aplicada al inversor.

Preferiblemente, en uso, la unidad de conmutación controla la velocidad de rotación de la pala de rotación de aerogenerador y potencia la tensión de salida mediante la producción de cortocircuito en el devanado de inducido en el ciclo de trabajo controlado.

5 Ventajosamente, en uso, después de que se apague el inversor, la unidad de control controla y mantiene la velocidad de rotación de la pala de rotación de aerogenerador al valor predeterminado mediante la producción de cortocircuito por parte de la unidad de conmutación en el devanado de inducido en los ciclos de trabajo controlados.

Preferiblemente, en uso, el inversor funciona en un modo de tensión nominal.

10 Ventajosamente, en uso, para frenar la pala de rotación de aerogenerador, la unidad de control controla los ciclos de trabajo para extender, gradualmente, un periodo de tiempo durante el que se produce el cortocircuito en la unidad de conmutación.

15 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato de generación de energía eólica según una realización de la presente invención.

20 La figura 2 es un diagrama de flujo que indica el flujo de control de los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación en la figura 1.

Las figuras 3(a) y 3(b) son cada una un diagrama de flujo que ilustra los flujos de funcionamiento de un inversor y de un aparato de generación de energía eólica antes de la activación del inversor.

25 La figura 4 es un diagrama secuencial que ilustra las operaciones de un aparato de generación de energía eólica según la presente realización.

30 **Descripción de las realizaciones preferidas**

En la presente realización, para conectar entre sistemas (conectar a la red) la salida de un aparato de generación de energía eólica a una fuente de energía comercial usando un inversor diseñado para conexión entre sistemas, el inversor está dotado por adelantado de una característica de entrada de tensión constante, la tensión de salida de un generador de energía eólica se potencia a una tensión de entrada requerida por el inversor, y la tensión de salida de un aparato de generación de energía eólica se controla y se mantiene a una tensión constante que no depende del cambio de la velocidad del viento. En este ejemplo, una conexión entre sistemas indica la interconexión entre un generador y una carga para cada uno de los cuales se define una potencia nominal diferente.

40 Para conectar entre sistemas la salida de un aparato de generación de energía eólica a una fuente de energía comercial usando un inversor diseñado para conexión entre sistemas, la pala de un aparato de generación de energía eólica se controla y se mantiene a una frecuencia de rotación constante determinada por adelantado.

Además, para proporcionar la inductancia requerida para la potenciación de tensión y el control de frecuencia de rotación, se usa una bobina de inducido del generador.

45 Para conectar entre sistemas la salida de un aparato de generación de energía eólica a una fuente de energía comercial usando un inversor diseñado para conexión entre sistemas, la frecuencia de rotación del generador de energía eólica se reduce a un valor predeterminado para reducir la tensión de salida si el inversor se pone fuera de funcionamiento.

50 Además, para realizar la operación de freno electromagnético del generador de energía eólica, la anchura de trabajo se expande gradualmente refiriéndose a la frecuencia de rotación.

55 La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato de generación de energía eólica según una realización de la presente invención.

En la figura 1, un controlador 1 forma un aparato de generación de energía eólica que genera eficientemente electricidad controlando un generador 2 de energía eólica.

60 El generador 2 de energía eólica comprende un imán 21 permanente y un devanado 22 de inducido de tres fases, y usando un rectificador 23 convierte una corriente alterna generada mediante la rotación de una pala 20 de rotación de aerogenerador que forma un ángulo de paso fijo en una corriente continua y suministra electricidad a un inversor 30. El ángulo de paso de la pala 20 de rotación de aerogenerador es fijo, y por consiguiente, en comparación con aquellos con ángulos de paso variables y aquellos con palas retráctiles, la pala 20 de rotación de aerogenerador tiene una estructura relativamente simple y raras veces falla, y su tamaño y peso se reducen fácilmente.

65

El controlador 1 comprende una unidad 11 de conversión de corriente A/C, una unidad 12 de conversión de tensión A/C, una unidad 13 de cálculo de velocidad de rotación, una unidad 14 de computación de energía/rpm, una unidad 15 de control de cálculo, unidades 16 y 34 de modulación PWM, y una unidad 35 de control.

5 La unidad 11 de conversión de corriente A/C detecta, mediante un circuito 26 de detección de corriente, el valor de tensión de salida de una corriente emitida por el generador 2 de energía eólica y convierte el valor analógico en un valor digital. La unidad 12 de conversión de tensión A/C detecta, mediante un circuito 27 de detección de tensión, el valor de tensión de salida de una tensión emitida por el generador 2 de energía eólica y convierte el valor analógico en un valor digital.

10 La unidad 13 de cálculo de velocidad de rotación obtiene la velocidad de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador detectándola mediante un circuito 28 de detección de velocidad de rotación. La unidad 14 de computación de energía/rpm calcula un valor de salida teórico del generador 2 de energía eólica basándose en la velocidad de rotación obtenida por la unidad 13 de cálculo de velocidad de rotación y una característica aerodinámica de pala que es determinada por adelantado y es particular a la pala 20 de rotación de aerogenerador. En referencia a la característica aerodinámica de pala que es particular a la pala 20 de rotación de aerogenerador, una característica aerodinámica de pala que indica la relación entre la velocidad de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador y el par generado por el generador 2 de energía eólica puede almacenarse en una memoria como tabla de característica teórica o puede usarse una fórmula multidimensional simulada, tal como $WP=a \times x^n + b \times x^{n-1} + \dots + c \times x + d$ (WP=valor de salida teórico; x=frecuencia de rotación; a, b, c y d=coeficientes), por ejemplo, una fórmula tridimensional simulada, tal como $WP=a_1 \times x^3 + b_1 \times x^2 + c_1 \times x + d_1$ (WP=valor de salida teórico; x=frecuencia de rotación; a_1 , b_1 , c_1 y d_1 =coeficientes).

25 En referencia al control de velocidad de rotación, véase, por ejemplo, la solicitud de patente japonesa nº 2009-129111. En dicho documento se describen detalles sobre fórmulas teóricas simuladas.

Basándose en el valor de corriente de salida de la corriente de salida convertida por la unidad 11 de conversión de corriente A/C y el valor de tensión de salida de la tensión de salida convertida por la unidad 12 de conversión de tensión A/C, la unidad 15 de control de cálculo calcula el valor de electricidad de salida de la electricidad emitida por el generador 2 de energía eólica en ese momento, y basándose en el valor de electricidad de salida calculado en ese momento y el valor de salida teórico calculado por la unidad 14 de computación de energía/rpm, la unidad 15 de control de cálculo calcula los ciclos de trabajo (es decir, el factor de trabajo) de los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación del rectificador 23, de modo que se emite la electricidad que coincide con el valor de salida teórico. Es decir, como queda claro en la figura 1, los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación en el estado abierto, como es habitual, rectifican la electricidad generada en el devanado 22, y los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación en el estado cerrado producen un cortocircuito en el devanado 22. Producir un cortocircuito en el devanado 22 provoca que una sobrecorriente fluya a través del devanado 22, consiguiendo de este modo el efecto de que, cuando los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación se apagan posteriormente para suministrar electricidad al rectificador 23, la tensión generada se potenciará. Simultáneamente, la sobrecorriente que fluye a través del devanado 22 provoca que la energía de la sobrecorriente se consuma en el devanado 22. El consumo de la sobrecorriente provoca el consumo de la energía de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador, consiguiendo de este modo el efecto de frenar la rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador. Esto es lo mismo que conectar una carga a la salida del generador 2 de energía eólica para consumir la energía de modo que se reduce la velocidad de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador. Sin embargo, hay una diferencia en el sentido de que, si los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación producen un cortocircuito, el devanado 22 de inducido del generador 2 de energía eólica sirve como la carga. Controlar los ciclos de trabajo significa controlar la frecuencia de aparición de cierre y apertura de los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación, y, a medida que la frecuencia de aparición de apertura de los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación asciende, el grado del frenado de la rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador asciende.

50 Basándose en los ciclos de trabajo calculados por la unidad 15 de control de cálculo, la unidad 16 de modulación PWM controla la rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador mediante modulación en anchura de impulsos (PWM) de modo que el generador 2 de energía eólica emite electricidad que coincide con el valor de salida teórico. Un accionador 29 genera una tensión de accionamiento que va a aplicarse a conmutadores de transistor que forman los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación. En particular, para frenar la rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador, los ciclos de trabajo de aparición de cierre y apertura de los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación se cambian de modo que el periodo de tiempo durante el que se produce el cortocircuito en los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación se extiende gradualmente. Extender el periodo de tiempo de la producción de cortocircuito provoca que una sobrecorriente fluya a través del devanado 22 de inducido durante un periodo de tiempo más largo, y por consiguiente se consumirá una mayor cantidad de sobrecorriente en el devanado 22 de inducido. Por consiguiente, se consume una mayor cantidad de energía de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador, provocando de este modo acciones de frenado más eficaces.

65 Un circuito 31 de conmutación controla una tensión aplicada al inversor 30. El circuito 31 de conmutación se enciende o se apaga según ciclos de trabajo controlados para provocar que la corriente fluya a través de una resistencia 32, y el circuito 31 de conmutación conmuta entre la tensión que se introduce desde el rectificador 23 y la

tensión aplicada a la resistencia 32 para que la tensión se aplique al inversor 30, dando como resultado que una tensión predeterminada aplicada al inversor 30 se controle y se mantenga.

5 La unidad 35 de control obtiene la valor de tensión de una tensión de la unidad 12 de conversión de tensión A/C y el valor de electricidad que es el producto de este valor de tensión y el valor de corriente de una corriente de la unidad 11 de conversión de corriente A/C, determinando de este modo los ciclos de trabajo cerrados y abiertos del circuito 31 de conmutación, y la unidad 35 de control proporciona entonces una señal de control a la unidad 34 de modulación PWM. Según la señal de control de la unidad 35 de control, la unidad 34 de modulación PWM genera y proporciona, a un accionador 33 de derivación, una señal de control modulada en anchura de impulsos de un ciclo de trabajo predeterminado. Según la señal de control de la unidad 34 de modulación PWM, el accionador 33 de derivación genera y proporciona, a un transistor del circuito 31 de conmutación, una señal de accionamiento de un ciclo de trabajo predeterminado.

15 El inversor 30 puede ser uno de propósito general, pero preferiblemente es uno con modo de tensión constante. El modo de tensión constante es un modo en el que el valor nominal de la tensión de entrada del inversor 30 es un valor constante. En este caso, los ciclos de trabajo de los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación se controlan para aplicar una tensión constante predeterminada al inversor 30, y por consiguiente pueden accionarse inversores con varias tensiones nominales.

20 La figura 2 es un diagrama de flujo que indica el flujo de control de los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación en la figura 1.

25 En la etapa S301, se detectan y se obtienen el valor de corriente de salida y el valor de tensión de salida de la corriente y tensión emitidas por el generador 2 de energía eólica, y en la etapa S302, se calcula el valor de electricidad de salida (electricidad de salida = corriente × tensión) a partir de los valores obtenidos.

Al mismo tiempo, en la etapa S303, se detecta y se obtiene la velocidad de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador.

30 En la etapa S304, se determina si la velocidad de rotación obtenida en la etapa S303 es mayor que un valor predeterminado o no. El valor predeterminado puede ser, por ejemplo, una velocidad de rotación de 1000 rms que corresponde con una velocidad del viento de 10 m/s.

35 Cuando se determina que la velocidad de rotación no es mayor que el valor predeterminado, es decir, cuando la velocidad de rotación detectada está dentro del intervalo de velocidad de rotación de un intervalo de velocidad del viento predeterminado ("No" en la etapa S304), entonces, en la etapa S305, se calcula un valor de electricidad teórico a partir de la velocidad de rotación obtenida en la etapa S303. A modo de ejemplo, como valor de electricidad teórico puede usarse la característica aerodinámica de pala que indica la relación entre la velocidad de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador y el par generado por el generador 2 de energía eólica, o puede usarse una fórmula multidimensional simulada, tal como $WP = a \times x^n + b \times x^{n-1} + \dots + c \times x + d$ (WP=valor de salida teórico; x=frecuencia de rotación; a, b, c y d=coeficientes) o una fórmula tridimensional simulada, tal como $WP = a_1 \times x^3 + b_1 \times x^2 + c_1 \times x + d_1$ (WP=valor de salida teórico; x=frecuencia de rotación; a_1 , b_1 , c_1 y d_1 =coeficientes).

45 A continuación, en la etapa S306, se determina si el valor de electricidad de salida calculado en la etapa S302 es mayor que el valor de electricidad teórico calculado en la etapa S305 o no.

50 Cuando se determina que el valor de electricidad de salida es mayor que el valor de electricidad teórico ("Sí" en la etapa S306), entonces, en la etapa S307, los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación se controlan basándose en los ciclos de trabajo calculados para reducir la electricidad emitida por el generador 2 de energía eólica, reduciendo de este modo la carga sobre el generador 2 de energía eólica. Mientras tanto, cuando se determina que el valor de electricidad de salida no es mayor que el valor de electricidad teórico ("No" en la etapa S306), entonces, en la etapa S308, los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación se controlan basándose en los ciclos de trabajo calculados para aumentar la electricidad emitida por el generador 2 de energía eólica, aumentando de este modo la carga sobre el generador 2 de energía eólica.

55 Cuando se determina en la etapa S304 que la velocidad de rotación obtenida es mayor que el valor predeterminado, es decir, cuando la velocidad de rotación detectada está por encima del intervalo de velocidad de rotación del intervalo de velocidad del viento predeterminado ("Sí" en la etapa S304), se establece en la etapa S309 una velocidad de rotación de referencia, por ejemplo, 1000 rpm.

60 A continuación, en la etapa S310 se determina si la velocidad de rotación de referencia establecida en la etapa S309 es mayor que la velocidad de rotación detectada en la etapa S303 o no.

65 Cuando se determina que la velocidad de rotación de referencia es mayor que la velocidad de rotación detectada ("Sí" en la etapa S310), entonces, en la etapa S311, los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación se controlan basándose en los ciclos de trabajo calculados para reducir la electricidad emitida por el generador 2 de energía

eólica, reduciendo de este modo la carga sobre el generador 2 de energía eólica. Mientras tanto, cuando se determina que la velocidad de rotación de referencia no es mayor que la velocidad de rotación detectada ("No" en la etapa S310), entonces, en la etapa S312, los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación se controlan basándose en los ciclos de trabajo calculados para aumentar la electricidad emitida por el generador 2 de energía eólica, aumentando de este modo la carga sobre el generador 2 de energía eólica.

De este modo, la electricidad de salida puede controlarse y mantenerse a un valor constante, accionando de este modo el inversor en el modo de tensión constante. Cualquiera que sea la tensión nominal del inversor en el modo de tensión constante, la salida de la tensión nominal requerida puede obtenerse controlando los ciclos de trabajo de los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación.

Las figuras 3(a) y 3(b) son cada una un diagrama de flujo que ilustra los flujos de funcionamiento del inversor y del aparato de generación de energía eólica antes de la activación del inversor.

La figura 3(a) indica las operaciones del inversor. Inicialmente, el inversor está en el estado de reserva como se indica en la etapa S401. A continuación, el inversor detecta si una tensión predeterminada ha continuado o no durante un periodo de tiempo determinado o más largo. Aquí, como ejemplo, el inversor está activado si se han aplicado una tensión de 250 V o más durante 300 segundos durante el modo de tensión constante. Se usan 300 segundos meramente como ejemplo, y algunos inversores se activan cuando transcurren 30 segundos. En la etapa S402 se determina si 250 V han continuado o no durante 300 segundos, y, si todavía no han transcurrido 300 segundos, el estado de reserva continúa. Cuando la determinación en la etapa S402 indica el resultado de "Sí", entonces, el inversor se activa en la etapa S403, y se consigue la conexión entre sistemas, es decir, un aparato de generación de energía eólica y el inversor, cada uno adaptado a una tensión nominal diferente, comienzan a funcionar juntos. En la etapa S404, el inversor detiene la operación cuando la tensión de entrada se reduce, por ejemplo, a 100 V o menos; cuando la determinación en la etapa S404 indica el resultado de "Sí", el inversor vuelve al estado de reserva, y, cuando la determinación indica el resultado de "No", el inversor continúa las operaciones conectadas entre sistemas.

La figura 3(b) es un diagrama de flujo que ilustra los flujos de funcionamiento de un aparato de generación de energía eólica. En la etapa S410, un aparato de generación de energía eólica recibe inicialmente una tensión de reserva, y la tensión de reserva para el estado de reserva se suministra desde fuera y es de 240 V en este ejemplo. En la etapa S411, cuando el viento no sopla sobre la pala 20 de rotación de aerogenerador, el estado de reserva continúa, y, cuando el viento sopla sobre ella, el procedimiento procede con la etapa S412. En la etapa S412, la unidad 35 de control determina si la electricidad generada es inferior o igual a un valor predeterminado o no (en este ejemplo, el valor predeterminado es 10 W. Se asume que el inversor comienza a funcionar cuando se aplican 10 W o más de electricidad al inversor). Cuando la determinación en la etapa S412 indica el resultado de "Sí", entonces, en la etapa S413, la unidad 35 de control controla los ciclos de trabajo de los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación para reducir la frecuencia de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador, reduciendo de este modo la electricidad que va a generarse. En este ejemplo, la pala 20 de rotación de aerogenerador se controla para que tenga una frecuencia de 300 rpm. Una electricidad de salida de 10 W indica que la velocidad del viento es casi de 3 m/s.

En la etapa S414, se determina si la electricidad de salida es inferior o igual a 10 W o no, y si la tensión de salida es o no de 280 V o más. Cuando la determinación en la etapa S414 da como resultado un "No", el procedimiento vuelve a la etapa S411 sin que se realice ninguna operación, y, cuando el resultado es "Sí", entonces, en la etapa S415, los ciclos de trabajo de cierre/apertura del circuito 31 de conmutación se controlan mediante el accionador 33 de derivación para controlar y mantener la tensión de salida a 280 V. La tensión de salida se reduce de este modo porque la tensión de salida se potencia mediante la conmutación de los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación y se vuelve demasiado alta mientras el inversor, una carga, no está en funcionamiento, provocando el riesgo de que se destruya el circuito. Dado que una tensión de salida de 280 V o más se reduce a 280 V, la carga aumenta, dando como resultado que la frecuencia de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador se reduzca a aproximadamente 250 rpm, en cuyo momento el encendido y apagado del circuito 31 de conmutación se repite. Sin que se cambie esta condición, el procedimiento vuelve a la etapa S411.

Cuando se determina en la etapa S412 que la electricidad de salida es mayor que el valor predeterminado (10 W), el inversor comienza a funcionar, y por consiguiente se realiza el control normal en la etapa S416. En este ejemplo, la potencia nominal del inversor en el modo de tensión constante provoca que la pala 20 de rotación de aerogenerador rote a una frecuencia de rotación fija, una velocidad de 1280 ó 600 rpm (dependiendo de la norma del inversor). Mientras tanto, se controlan los ciclos de trabajo de la conmutación de los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación para controlar la electricidad generada y la frecuencia de rotación. El procedimiento entonces vuelve a la etapa S411, y la operación continúa hasta que se apague el inversor debido al debilitamiento del viento.

La figura 4 es un diagrama secuencial que ilustra las operaciones de un aparato de generación de energía eólica según la presente realización

El diagrama secuencial A indica la secuencia desde el encendido inicial del suministro de energía de un aparato de

generación de energía eólica o desde la activación de un aparato de generación de energía eólica en estado detenido.

5 En el momento (1), se enciende el suministro de energía de reserva, poniendo el aparato de generación de energía eólica en el estado de reserva. Al mismo tiempo, el inversor también se pone en el estado de reserva. Dado que la tensión de reserva es de 240 V, la electricidad de salida también es de 240 V.

10 Asumamos que el viento sopla en el momento (2), provocando que la pala 20 de rotación de aerogenerador comience a rotar. En este caso, la unidad 35 de control determina si la electricidad de salida es inferior o igual a 10 W, y controla y mantiene la frecuencia de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador at 300 rpm. En el control, los ciclos de trabajo de la producción de cortocircuito en los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación se cambian para controlar la frecuencia de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador. La velocidad de rotación (es decir, la frecuencia de rotación por minuto) de la pala 20 de rotación de aerogenerador puede detectarse por un circuito 28 de detección de frecuencia de rotación, y por consiguiente, cuando la frecuencia de rotación es mayor que 300, el periodo de tiempo de la producción de cortocircuito en los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación se alarga, y, cuando la frecuencia de rotación es menor que 300, el periodo de tiempo de la producción de cortocircuito en los circuitos 40-1 a 40-3 de conmutación se acorta. La cantidad de cambio en el periodo de tiempo puede decidirse por adelantado. En este caso, la velocidad de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador no es siempre exactamente 300 rpm, pero, mientras se aproxime a 300 rpm, no hay problema. Además, se detecta si la tensión es o no de 280 V o más. Cuando la electricidad de salida es de 10 W o menos y la tensión es de 280 V o más, el circuito 31 de conmutación se enciende o se apaga mediante el accionador 33 de derivación según los ciclos de trabajo controlados para reducir hasta 280 V la tensión de entrada en el inversor.

25 Si la introducción de una tensión de 250 V o más al inversor continúa durante 300 segundos (esto cambia dependiendo del tipo de inversor, y puede ser, por ejemplo, 30 segundos) en el momento (3), mientras la frecuencia de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador se controla y se mantiene a 300 rpm, se activa el inversor y el accionador 33 de derivación apaga el circuito 31 de conmutación. Entonces, el control normal comienza, de modo que la frecuencia de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador se mantendrá a 1280 rpm o 600 rpm a la electricidad nominal.

30 El diagrama secuencial "B" indica la secuencia desde la aparición de un corte brusco de energía en el funcionamiento normal hasta la recuperación.

35 Cuando se produce un corte brusco de energía y el suministro de energía de reserva se apaga en el momento (4), se activa el accionador de derivación simultáneamente con el corte brusco de energía, controla y mantiene la rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador a 300 rpm, y reduce la electricidad de entrada en el inversor.

40 Tras finalizar el corte brusco de energía en el momento (5), el inversor se pone en el estado de reserva y después se enciende en el momento (6) en el que la introducción de una tensión de 250 V o más al inversor ha continuado durante 300 segundos.

En (6) y después, se realiza un control normal, de tal modo que se genera la electricidad nominal y se mantiene la frecuencia de rotación de 1280 rpm o 600 rpm.

45 La secuencia "C" indica una situación en la que un aparato de generación de energía eólica se detuvo antes de un corte brusco de energía y el viento sopla sobre el mismo para generar electricidad después del corte brusco de energía.

50 Incluso cuando se produce un corte brusco de energía en el momento (4), la tensión de salida será de 0 V, dado que se había finalizada el funcionamiento antes del corte brusco de energía.

55 Cuando el corte brusco de energía finaliza en el momento (5), la frecuencia de rotación de la pala 20 de rotación de aerogenerador se establece en 300 rpm y se activa el accionador de derivación para controlar y mantener la tensión de salida a 280 V. El inversor se enciende en el momento (6) en el que la introducción de una tensión de 250 V o más al inversor ha continuado durante 300 segundos.

En el momento (6) y después, la electricidad nominal se genera en el control normal, y la frecuencia de rotación se mantiene a 1280 rpm o 600 rpm.

60 Explicación de los códigos

1 Aparato de control de generación de energía eólica

2 Generador de energía eólica

65 11 Unidad de conversión de corriente A/C

	12	Unidad de conversión de tensión A/C
5	13	Unidad de cálculo de velocidad de rotación
	14	Unidad de computación de energía/rpm
	15	Unidad de control de cálculo
10	16, 34	Unidad de modulación PWM
	20	Pala de rotación de aerogenerador
15	21	Imán permanente
	22	Devanado
	23	Rectificador
20	24	Célula de almacenamiento
	25	Carga
25	26	Circuito de detección de corriente
	27	Circuito de detección de tensión
	28	Circuito de detección de velocidad de rotación
30	29	Accionador
	30	Inversor
35	31 y 40-1 a 40-3	Circuito de conmutación
	32	Resistencia
	33	Accionador de derivación
40	35	Unidad de control

REIVINDICACIONES

1. Aparato de generación de energía eólica que comprende:
- 5 un generador (2) que comprende un imán (21) y un devanado (22) de inducido y que tiene una pala (20) de rotación de aerogenerador; y
- 10 una unidad (40-1, 40-2, 40-3) de conmutación para controlar la velocidad de rotación de la pala (20) de rotación de aerogenerador mediante la producción de cortocircuito en el devanado (22) de inducido en ciclos de trabajo controlados; y
- 15 una unidad (35) de control que, en uso, cuando un inversor (30) está conectado como carga, controla y mantiene la velocidad de rotación de la pala (20) de rotación de aerogenerador a un valor predeterminado mediante la producción de cortocircuito por parte de la unidad (40-1, 40-2, 40-3) de conmutación en el devanado (22) de inducido en ciclos de trabajo controlados;
- caracterizado por
- 20 una unidad (31, 32, 33) de derivación para controlar una tensión de salida del generador conectando intermitentemente una resistencia (32) a una salida del generador (2); y
- 25 dicha unidad (35) de control, antes de que se encienda el inversor (30), conecta intermitentemente la resistencia a la salida del generador para evitar que se aplique una tensión que es demasiado alta al inversor (30) y después de que se encienda el inversor (30), usa la unidad (4 0-1, 4 0-2, 4 0-3) de conmutación para controlar la velocidad de rotación de la pala (20) de rotación de aerogenerador para mantener una tensión constante aplicada al inversor (30).
2. Aparato de generación de energía eólica según la reivindicación 1, en el que, en uso, la unidad (40-1, 40-2, 40-3) de conmutación controla la velocidad de rotación de la pala (20) de rotación de aerogenerador y potencia la tensión de salida mediante la producción de cortocircuito en el devanado (22) de inducido en el ciclo de trabajo controlado.
- 30
3. Aparato de generación de energía eólica según la reivindicación 1, en el que, en uso, después de que se apague el inversor (30), la unidad (35) de control controla y mantiene la velocidad de rotación de la pala (20) de rotación de aerogenerador al valor predeterminado mediante la producción de cortocircuito por parte de la unidad (40-1, 40-2, 40-3) de conmutación en el devanado (22) de inducido en los ciclos de trabajo controlados.
- 35
4. Aparato de generación de energía eólica según la reivindicación 1, en el que, en uso, el inversor (30) funciona en un modo de tensión nominal.
- 40
5. Aparato de generación de energía eólica según la reivindicación 1, en el que, en uso, para frenar la pala (20) de rotación de aerogenerador, la unidad (35) de control controla los ciclos de trabajo para extender, gradualmente, un periodo de tiempo durante el que se produce el cortocircuito en la unidad (40-1, 40-2, 40-3) de conmutación.
- 45

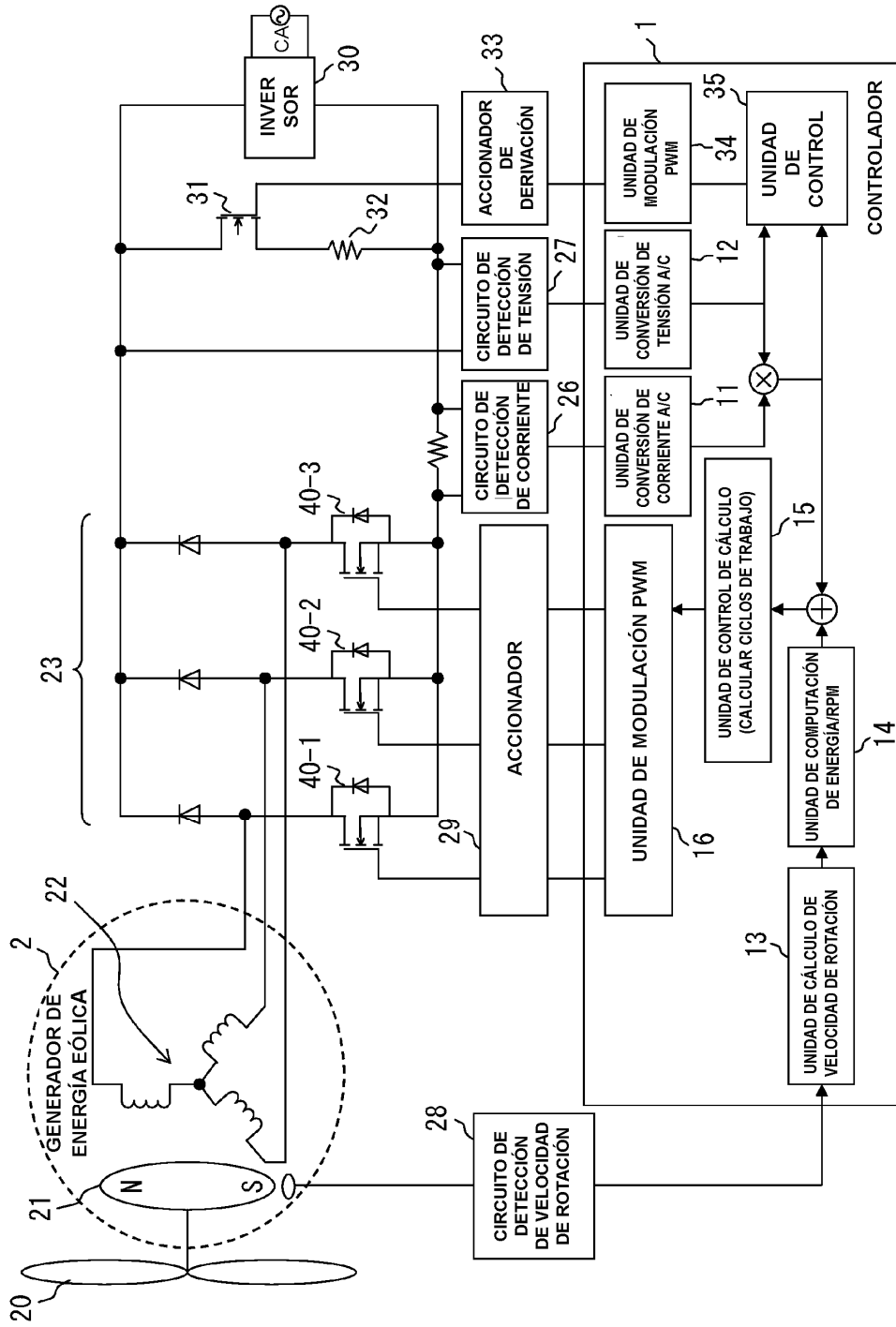


FIG. 1

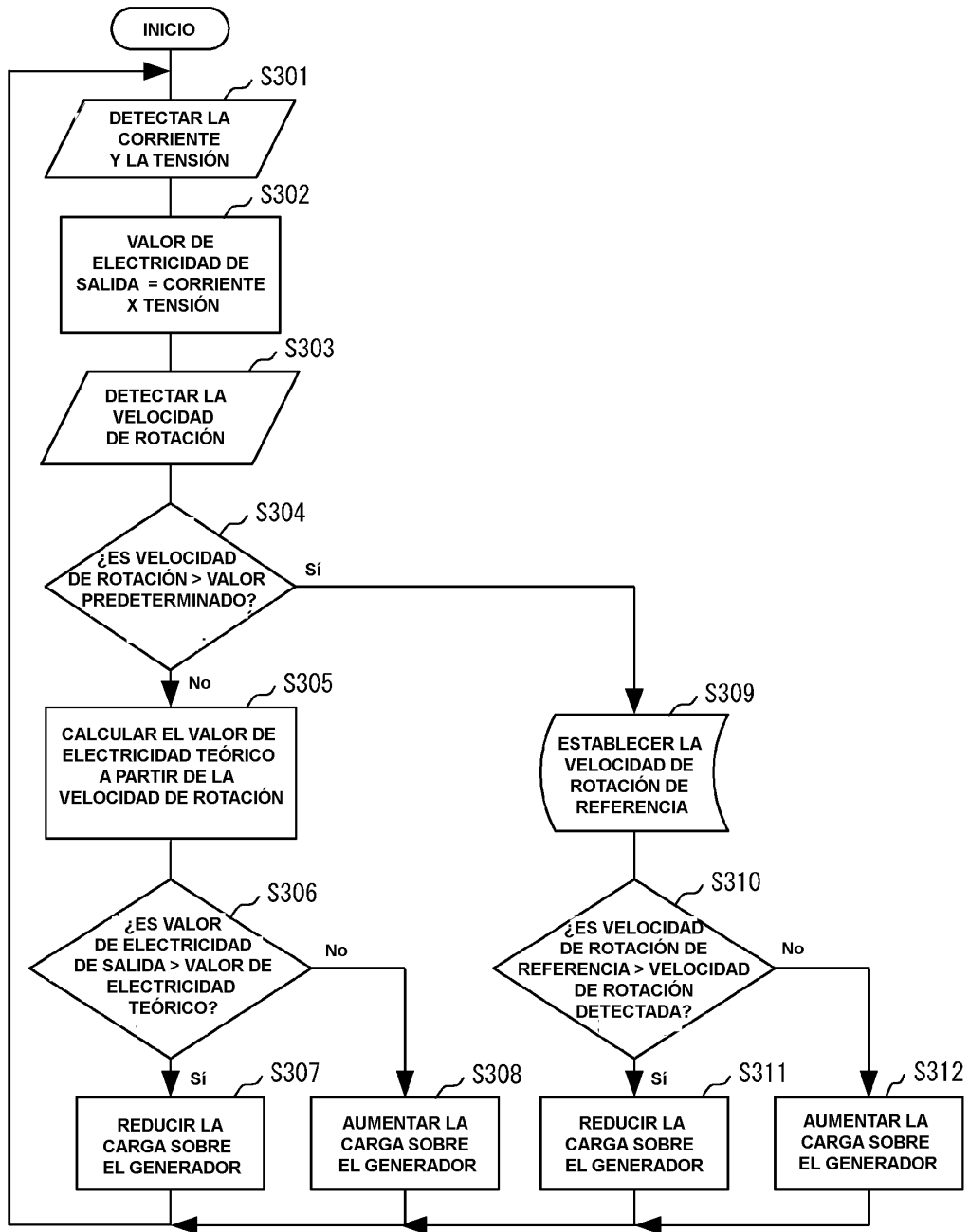


FIG. 2

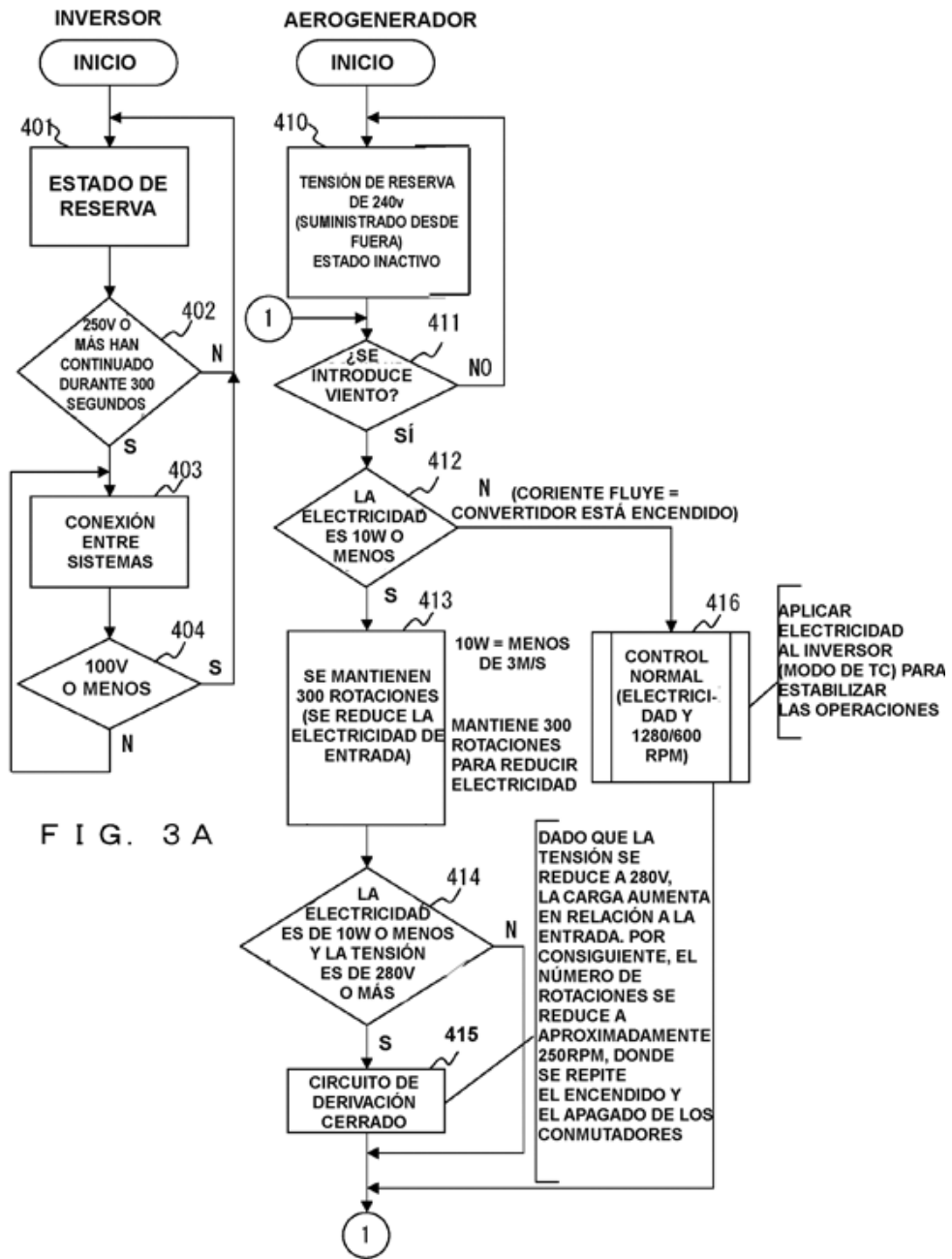


FIG. 3 A

FIG. 3 B

