



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 360 167**

② Número de solicitud: 200930586

⑤ Int. Cl.:

**H02M 5/458** (2006.01)

**H02P 9/00** (2006.01)

**H02J 3/36** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **10.08.2009**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.06.2011**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**01.06.2011**

⑰ Solicitante/s: **INGETAM TECHNOLOGY, S.A.**  
**Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 108**  
**48170 Zamudio, Vizcaya, ES**

⑱ Inventor/es: **López Taberna, Jesús;**  
**Olea Oregi, Eneko y**  
**Cárcar Mayor, Ainhoa**

⑳ Agente: **Pons Ariño, Ángel**

⑤④ Título: **Método para el control de un sistema de conversión energía.**

⑤⑦ Resumen:

Método para el control de un sistema de conversión de energía.

La presente invención describe un método para controlar un convertidor back-to-back cuando se producen perturbaciones en la red que limitan la capacidad del convertidor del lado de la red para controlar la tensión de la etapa DC. En ese caso, la solución propuesta es pasar total o parcialmente la responsabilidad del control de la tensión de la etapa DC al convertidor del lado del generador.

ES 2 360 167 A1

## DESCRIPCIÓN

Método para el control de un sistema de conversión de energía.

### Objeto de la invención

El objeto de la invención es un método que permite controlar un convertidor back-to-back cuando se producen perturbaciones en la red que limitan la capacidad del convertidor del lado de la red para controlar la tensión de la etapa DC. En ese caso, la solución propuesta es pasar total o parcialmente la responsabilidad del control de la tensión de la etapa DC al convertidor del lado del generador.

### Antecedentes de la invención

En los últimos años se han incrementado las exigencias de los equipos de conversión de energía conectados a la red eléctrica, de modo que se evite su desconexión y la consiguiente desestabilización de la red.

Un caso particular de estas exigencias es el comportamiento ante la aparición de un hueco, entendiendo por hueco la reducción inmediata de la tensión de red y su posterior restablecimiento. La aparición de un hueco afecta a la estabilidad del equipo, por lo que, en ciertos casos, no se cumplen las normativas de conexión a red. Actualmente, las exigencias son cada vez mayores llegando a requerirse la conexión del sistema incluso ante la presencia de huecos de tensión cero (ZVRT - Zero Voltage Ride Through). En estas condiciones también se exige el aporte de corriente reactiva a la red.

Un equipo de conversión de energía convencional está formado por una topología de convertidor back to back (AC-DC-AC), formado por dos convertidores AC-DC unidos entre sí a través de una etapa DC, estando uno de los convertidores conectado a un generador y el otro convertidor conectado a la red.

En el caso de un equipo de conversión del tipo back to back es el convertidor lado red el que controla la tensión de la etapa DC, es decir, el control se efectúa a partir de la tensión de red.

Ante situaciones en las que aparecen perturbaciones en la tensión de red y en consecuencia se produce el descontrol de las variables de funcionamiento, como por ejemplo, la corriente, la tensión de la etapa DC o la pérdida de la capacidad de trasiego de potencia, la protección del convertidor puede llegar a provocar su desconexión.

Si la perturbación origina que la tensión de la etapa DC incremente su valor hacia un valor descontrolado, el estado de la técnica propone incluir una resistencia de chopeo (chopper DC) en la etapa DC. Esta solución presenta la desventaja de quemar la energía excedente en vez de repartirla en el sistema.

Si la perturbación origina que la tensión de la etapa DC disminuya su valor hacia un valor que descontrola el funcionamiento del sistema, el estado de la técnica actual no propone una solución válida.

### Descripción de la invención

Para resolver los inconvenientes anteriormente citados, la invención consiste en un método para el control de una estructura de conversión de energía del tipo back to back, formado por uno o más convertidores AC-DC unidos entre sí a través de una etapa DC, estando al menos un primer convertidor que regula la tensión de la etapa DC conectado a la red eléctrica y, al menos, un segundo convertidor conectado a un generador. De modo que ante una pérdida de capacidad

de regulación de la etapa DC por parte del primer convertidor provocada por una perturbación en la tensión de red, al menos un segundo convertidor conectado al generador contribuye al control de la etapa DC.

Los convertidores AC-DC pueden estar conectados a la red eléctrica y al generador de forma directa o indirecta a través de, por ejemplo, elementos de conexión, elementos de protección, inductancias, resistencias, condensadores, transformadores, autotransformadores o combinación de los mismos.

La estructura de conversión de energía back to back, se compone de al menos dos convertidores AC-DC conectados entre sí a través de la etapa DC, formando una estructura global AC-DC-AC. La etapa AC y la etapa DC de cada convertidor se unen entre sí a través de interruptores estáticos del tipo IGBT, IGCT o similares, que permiten unir o aislar la etapa DC de las fases de la etapa AC en cada período de conmutación. Las órdenes de conmutación calculadas por el control de cada convertidor permiten sintetizar a la salida de cada convertidor la tensión de referencia calculada por el control de cada uno de ellos de manera que se logra controlar el flujo de potencia a través de cada convertidor o el par aplicado en el generador. El control aplicado sobre cada convertidor AC-DC puede ser un control vectorial o un control directo.

En la mayoría de las aplicaciones, la responsabilidad de mantener regulada la tensión de la etapa DC recae sobre el convertidor conectado a la red eléctrica. En este caso, una perturbación en la tensión de alimentación puede originar la pérdida de regulación de la tensión de la etapa DC. Las perturbaciones de la tensión de red que pueden originar la pérdida de regulación de la tensión de la etapa DC pueden presentarse en forma de:

- un hueco de tensión donde la tensión de alimentación sufre una bajada repentina de su amplitud.
- una sobretensión donde la tensión de alimentación sufre un aumento repentino de su amplitud.
- una variación en la frecuencia de la tensión de alimentación.
- una variación repentina en la fase de la tensión de alimentación.
- una combinación de las anteriores.

La pérdida de capacidad de regulación de la etapa DC puede estar originada por una pérdida de la capacidad de trasiego de potencia, una limitación en tensión o una limitación en corriente del convertidor conectado a la red eléctrica, así como una combinación de las mismas.

Los elementos de los que se compone cada convertidor AC-DC, tales como interruptores estáticos, inductancias y otros elementos eléctricos, tienen asociados unos límites de operación en valores de tensión y corriente que deben respetarse para garantizar el correcto funcionamiento del convertidor. La máxima corriente de salida que puede entregar el convertidor debe ser considerada por el control del mismo para poder definir en cada momento y en función de la tensión disponible, el límite máximo de la potencia que puede fluir a través de él. En presencia de un hueco en la tensión de red y ante una demanda de potencia de valor elevado por parte del lazo de control de la tensión de la etapa DC, podría producirse el caso en el que el convertidor conectado a la red eléctrica, destinado a controlar la tensión de la etapa DC, no dispusiera de toda la capacidad de trasiego de poten-

cia necesaria. En este caso el convertidor estaría en una situación de limitación de corriente. Esta situación derivaría en un descontrol de la tensión de la etapa DC, que tal y como se propone en el método que se presenta en esta invención, se resuelve mediante el reparto de la consigna de potencia necesaria para la correcta regulación de la tensión de la etapa DC entre los dos convertidores AC-DC, el convertidor conectado a la red eléctrica y el convertidor conectado al generador. Dependiendo del punto de funcionamiento en el que se encontrase cada convertidor, en una realización preferida, el reparto de la consigna de la potencia necesaria para la correcta regulación de la tensión de la etapa DC se realiza de manera que el convertidor conectado al generador se hace cargo de la totalidad de esa potencia demandada. Este es el caso que se plantea, por ejemplo, ante un hueco de profundidad del 100% en la tensión de la red, donde al no disponer de tensión de alimentación en el convertidor conectado a la red eléctrica, la capacidad de trasiego de potencia del mismo sería nula y en consecuencia, para garantizar el control de la tensión de la etapa DC, la totalidad de la potencia necesaria para tal efecto debe ser regulada por parte del convertidor conectado al generador.

Si el descontrol originado por la perturbación en la tensión de red se manifiesta en forma de un aumento de la tensión de la etapa DC, ésta puede mantenerse dentro de sus límites de funcionamiento mediante un chopper conectado en la etapa DC que permita quemar el exceso de energía de dicha etapa en una resistencia conectada mediante un interruptor. Si por el contrario, el descontrol de la etapa DC se manifiesta en forma de una bajada de la tensión, el chopper DC no puede aportar ninguna solución y si el convertidor del lado de la red no dispone de la capacidad de potencia necesaria, la situación puede derivar en una parada de emergencia debido que la tensión de la etapa DC evoluciona a valores peligrosos para el funcionamiento del sistema.

El método de control propuesto da solución a la situación descrita de bajada descontrolada de la tensión de la etapa DC y además permite minimizar, e incluso eliminar, las actuaciones del chopper DC en el caso de un aumento descontrolado de la tensión de la etapa DC, evitando quemar el excedente de energía de dicha etapa y en su lugar pudiendo transformar esa energía en forma de energía cinética en el generador que más tarde pudiera recuperarse en forma de potencia inyectada a la red favoreciendo de esta manera el rendimiento de la estructura de conversión de energía.

En presencia de una sobretensión en la red, el convertidor conectado a la red eléctrica encargado de mantener regulada la tensión de la etapa DC puede llegar a no ser capaz de sintetizar la tensión de salida necesaria para controlar la potencia necesaria para mantener regulada la tensión de la etapa DC a su valor de referencia. El valor máximo de la tensión de salida sintetizable por el convertidor tiene un límite definido por el valor de la tensión de la etapa DC y las características de los interruptores estáticos utilizados para conectar la etapa DC con las fases de la etapa AC (tiempos de encendido, tiempos de apagado, tiempos muertos necesarios entre conmutaciones y otras características similares). En presencia de una sobretensión, el control asociado al convertidor puede calcular un valor de tensión de referencia a aplicar en la salida del convertidor que excede del límite má-

ximo alcanzable por las variables definidas. En este caso el convertidor sintetiza en su salida la máxima tensión posible pero sin poder alcanzar los valores requeridos por el control asociado y en consecuencia se produce un descontrol de la tensión de la etapa DC. En este caso el convertidor está en una situación de limitación de tensión, también conocido como estado de saturación, que puede derivar en una parada de emergencia por la evolución fuera de rango de funcionamiento de variables críticas como la tensión de la etapa DC o las corrientes de salida de los convertidores. Llegados a este caso, el método que se presenta en esta invención conmuta la responsabilidad de control de la etapa DC del convertidor conectado a la red eléctrica al convertidor conectado al generador, transfiriendo la totalidad de la consigna de potencia necesaria para el control de la etapa DC al convertidor conectado al generador, permitiendo de esta manera mantener todas las variables de funcionamiento dentro de sus rangos de funcionamiento y poder seguir funcionando sin perder el control de los convertidores.

La estructura de conversión de energía del tipo back to back, sobre la que se puede aplicar el método de control que se presenta en la invención, puede ser utilizada en diferentes topologías de generación, tales como:

- topologías basadas en generadores asíncronos doblemente alimentados en los que la estructura back to back se conecta de forma directa o a través de elementos tales como inductancias, resistencias, condensadores, transformadores o combinaciones de los mismos entre, el rotor del generador y la red eléctrica.

- topologías de conversión completa también conocidas como Full Converter (FC) en los que la estructura back to back se conecta de forma directa o a través de elementos tales como inductancias, resistencias, condensadores, transformadores o combinaciones de los mismos entre el estator del generador y la red eléctrica de manera que toda la potencia generada fluye a través de la estructura back to back.

En una realización preferida, el método de control presentado en la invención propone realizar un reparto de la consigna de la potencia necesaria para el control de la etapa DC, entre los convertidores que conforman la estructura de conversión back to back, pudiendo repartir las consignas de potencia de forma parcial o total dependiendo del punto de funcionamiento de cada convertidor y las perturbaciones a las que pueden estar sometidos, entre el convertidor conectado a la red eléctrica y que normalmente asume la responsabilidad de controlar la tensión de la etapa DC y el convertidor conectado al generador. Habiendo derivado de forma parcial o total al convertidor conectado al generador la responsabilidad de controlar la tensión de la etapa DC, el convertidor conectado a la red eléctrica puede funcionar inyectando o absorbiendo corriente reactiva a la red eléctrica para contribuir al mantenimiento de la tensión de la red para cumplir con los requisitos exigidos por las normativas de conexión a red. En el caso de aplicación de este método en una topología doblemente alimentada donde el generador se conecta a la red a través del estator, el convertidor conectado al rotor del generador puede asumir la responsabilidad de regular la tensión de la etapa DC y puede también contribuir a controlar las variables rotóricas del generador que permitan inyectar o absorber a través del estator del generador, la corriente reactiva nece-

saría para cumplir con los requisitos exigidos por las normativas de conexión a red.

#### Breve descripción de las figuras

Figura 1. Esquema de un generador de inducción doblemente alimentado (DFIG).

Figura 2. Comportamiento de un aerogenerador DFIG ante hueco de tensión 80% de profundidad, según el estado de la técnica.

Figura 3. Comportamiento de un aerogenerador DFIG ante hueco de tensión 95% de profundidad, según el estado de la técnica.

Figura 4. Comportamiento de un aerogenerador DFIG ante hueco de tensión 95% de profundidad, según la invención descrita.

#### Descripción de uno o varios ejemplos de realización de la invención

Seguidamente se realiza una descripción de ejemplos de la invención, citando referencias de las figuras.

En una realización preferida, se considera una estructura de conversión back to back con un convertidor conectado a la red eléctrica y un convertidor conectado al generador, utilizando el método de control vectorial para el control de cada convertidor. El control vectorial está formado por un lazo de regulación externo de potencia y un lazo de regulación interno de corriente, los órdenes de conmutación de los interruptores estáticos del convertidor se calculan en cada ciclo de tarea del controlador a partir de las referencias de tensión de salida calculadas por el lazo de corriente y el valor de la tensión de la etapa DC que se dispone en cada ciclo. Esta información se procesa y aplica a la etapa final del control del convertidor donde utilizando técnicas de modulación vectoriales o escalares (como por ejemplo PWM), se establecen los órdenes de conmutación de los interruptores estáticos de cada convertidor.

Para conseguir la evolución deseada de las corrientes que permitan controlar la potencia de cada convertidor, es necesario establecer de forma precisa los órdenes de conmutación de los interruptores estáticos de los convertidores y para ello es necesario disponer de la tensión de la etapa DC regulada a su valor de referencia.

Una realización preferente de la invención consiste en el control de un aerogenerador cuya estructura de conversión (107) comprenda una máquina doblemente alimentada según se representa en la figura 1. En dicha estructura, el estator del generador se conecta a la red eléctrica (108) a través de un transformador (109), y el rotor del generador se conecta a un convertidor AC/DC (104) alimentado desde una etapa DC (106). Convencionalmente la tensión de la etapa DC (106) se controla desde otro convertidor AC/DC (105) conectado a la red eléctrica (108), capaz de transferir potencia entre la etapa DC (106) y la red eléctrica (108). La estrategia de control empleada en el estado de la técnica implica que el convertidor conectado al rotor (104) regule las potencias activa y reactiva generadas por la máquina doblemente alimentada, mientras que el convertidor del lado de red (105) regule la tensión de la etapa DC (106). La estructura de conversión (107) está controlada por un controlador (112).

En presencia de un hueco de tensión es habitual que se active un sistema de protección conectado al rotor del generador y conocido como crowbar (110). Este dispositivo cortocircuita las fases del rotor del

generador y permite desconectar el convertidor del lado del rotor (104) que queda de esta manera protegido de las sobrecorrientes que aparecen habitualmente en el rotor del generador. Unos instantes más tarde el crowbar (110) se desactiva y el convertidor del lado del rotor (104) se conecta nuevamente al rotor retomando el control. Durante todo el tiempo la tensión de la etapa DC (106) es controlada por el convertidor del lado de red (105), que transfiere la potencia necesaria hacia o desde la red (108) con el objetivo de mantener la tensión a su valor de referencia.

La invención contempla la posibilidad de que el sistema incluya algún tipo de protección hardware para disipar energía, por ejemplo, un dispositivo conectado al rotor del generador como el ya mencionado crowbar (110) y/o un dispositivo conectado a la etapa DC (106) como puede ser un chopper (111).

#### Control según el estado de la técnica

En las figuras 2a a 2d se muestra la evolución de las distintas variables de un generador en caso de un hueco de tensión trifásico de profundidad igual al 80%. En la figura 2a se representa el valor eficaz de la tensión de red, apreciándose la aparición de un hueco de tensión en el instante  $t=1$  s. En la figura 2b se representa la tensión de la etapa DC (106). Es muy habitual que la tensión aumente en el instante en el que el hueco aparece. Más tarde la tensión desciende y se mantiene a su valor de referencia, que en este caso se ha fijado en 1.135V, lo cual indica que el convertidor del lado de red (105) está funcionando correctamente y cumple su función de regular la tensión de la etapa DC (106). La potencia que dicho convertidor introduce en la etapa DC (106) aparece en la figura 2c mientras que la potencia introducida por el convertidor conectado al rotor (104) se muestra en la figura 2d.

Por el contrario, el control según el estado de la técnica no funciona en caso de huecos más profundos. A modo de ejemplo, en las figuras 3a a 3d se muestran las mismas variables en caso de un hueco de tensión de profundidad igual al 95%. En este caso, y debido a la tensión tan pequeña de la red eléctrica (108), la capacidad de transferencia de potencia del convertidor del lado de red (105) se ve muy reducida. En consecuencia, este convertidor (105) ya no es capaz de regular adecuadamente la tensión de la etapa DC (106). La tensión queda por tanto sin control y, como puede comprobarse en la figura 3b, comienza a caer debido principalmente a las pérdidas de conmutación que se producen en los convertidores AC-DC. En la figura 3c se puede apreciar la causa principal del problema: la caída de tensión de la red (108) provoca que la potencia del convertidor del lado de red (105) disminuya, y al no ser suficiente para cubrir las pérdidas que se producen en la etapa DC (106), la tensión de dicha etapa disminuye.

#### Control según la invención propuesta

La falta de regulación de la etapa DC (106) se subsana empleando el método de control de la invención propuesta, en el que ante un hueco de tensión de red el control de la etapa DC (106) pasa a realizarse de forma compartida tanto por el convertidor conectado al generador (104) como por el convertidor conectado a la red (105) eléctrica.

Las figuras 4a a 4d muestran la evolución de las variables empleando este método cuando en el instante  $t=1$  s se produce un hueco de tensión de profundidad igual al 95%. El empleo conjunto de los dos converti-

dores (104, 105) hace posible regular la tensión de la etapa DC (106), que se consigue estabilizar entorno a su valor de referencia tal y como se puede apreciar en la figura 4b. A diferencia del control según el estado de la técnica, el convertidor del lado de generador

5

(104) contribuye a la regulación de dicha tensión introduciendo potencia a la etapa DC (106). Esto puede apreciarse en que el valor medio de las oscilaciones de la potencia, mostrada en la figura 4d, es positivo.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Método para el control de un sistema de conversión de energía formada por:

- al menos un generador eléctrico,
- al menos dos convertidores AC-DC unidos entre sí a través de una etapa DC, estando al menos un primer convertidor conectado a la red eléctrica y, al menos, un segundo convertidor conectado a un generador, y donde dicho al menos primer convertidor regula la tensión de la etapa DC,

**caracterizado** porque, ante una pérdida de capacidad de regulación de la etapa DC por parte del al menos un primer convertidor provocada por una perturbación en la tensión de red, al menos un segundo convertidor contribuye al control de la etapa DC.

2. Método para el control de un sistema según la reivindicación 1, en el que el, al menos, segundo convertidor asume íntegramente la regulación de la etapa DC.

3. Método para el control de un sistema según

cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la perturbación de tensión de red es una de las siguientes: un hueco de tensión de red, una sobreten- sión de la red, una variación de la frecuencia de red, una variación de la fase de la tensión de red, o una combinación de las mismas.

4. Método para el control de un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pérdida de capacidad de regulación de la etapa DC es una de las siguientes: una pérdida de la capaci- dad de trasiego de potencia, una limitación en tensión de al menos un convertidor lado red, una limitación en corriente de al menos un convertidor lado red, o una combinación de las mismas.

5. Método para el control de un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el generador es del tipo doblemente alimentado, con al menos un estator conectado a la red eléctrica y estando el, al menos, segundo convertidor conectado al rotor del generador.

6. Método para el control de un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4 en el que el generador es del tipo full converter.

5

10

15

20

25

30

35

40

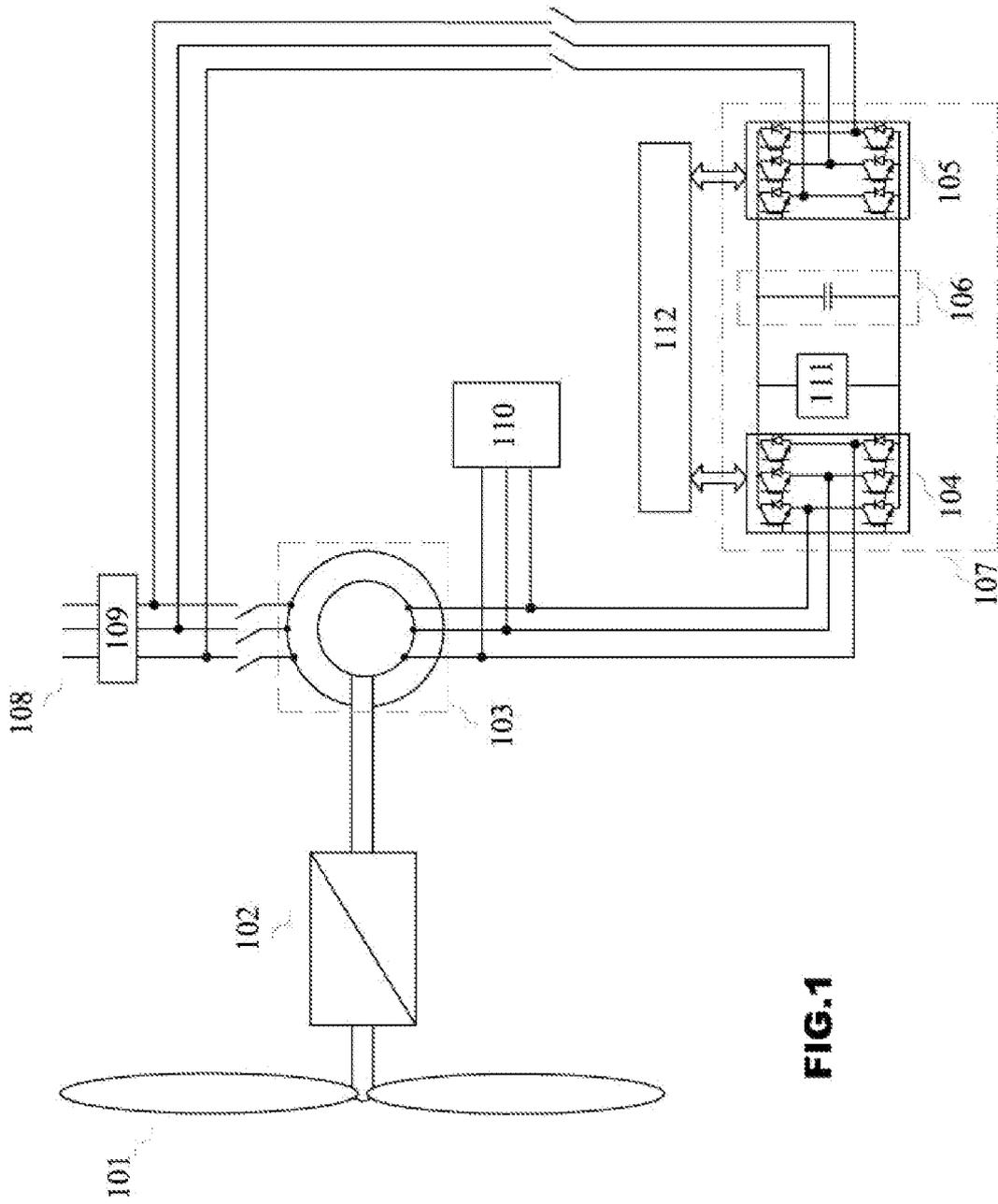
45

50

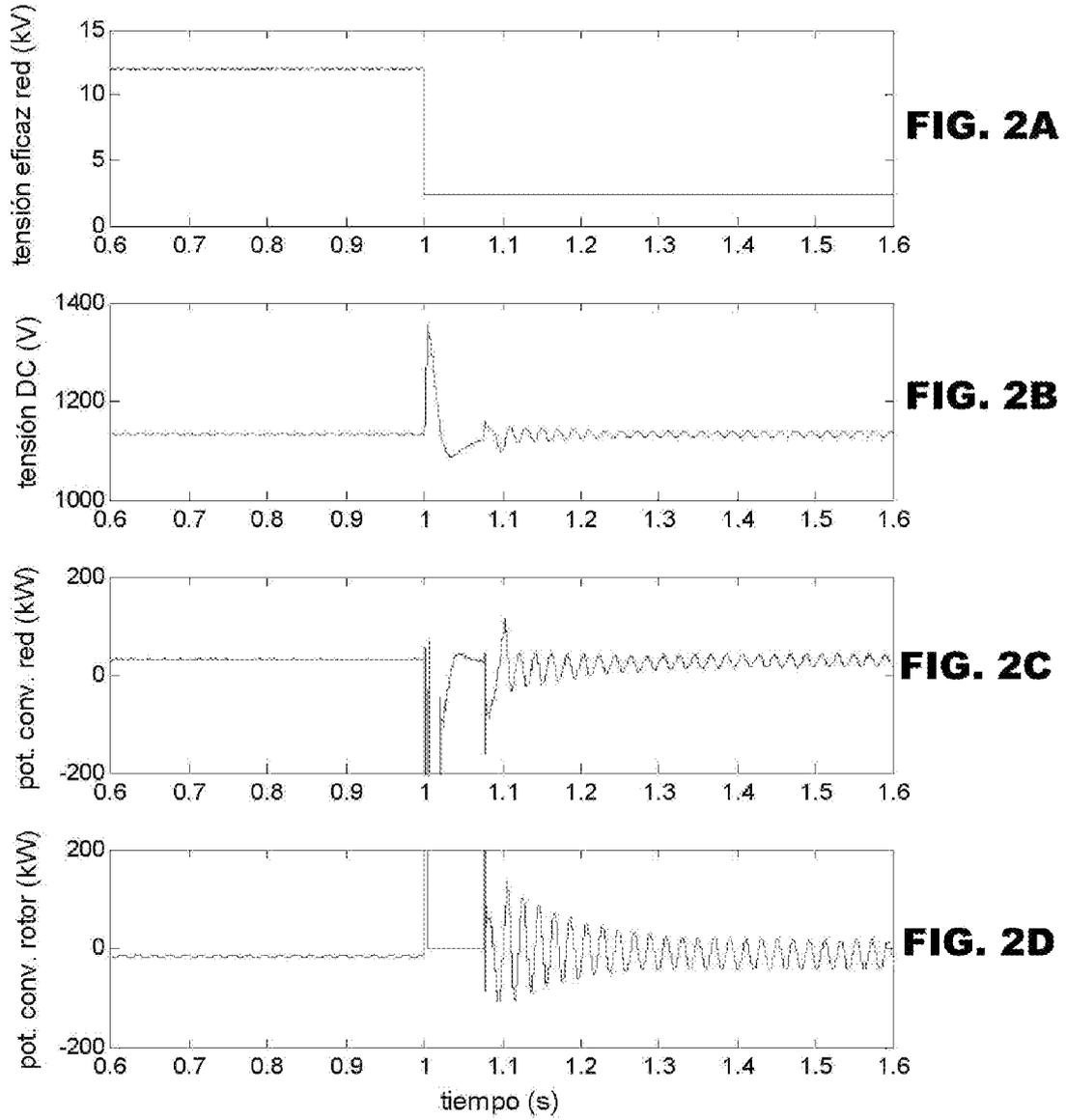
55

60

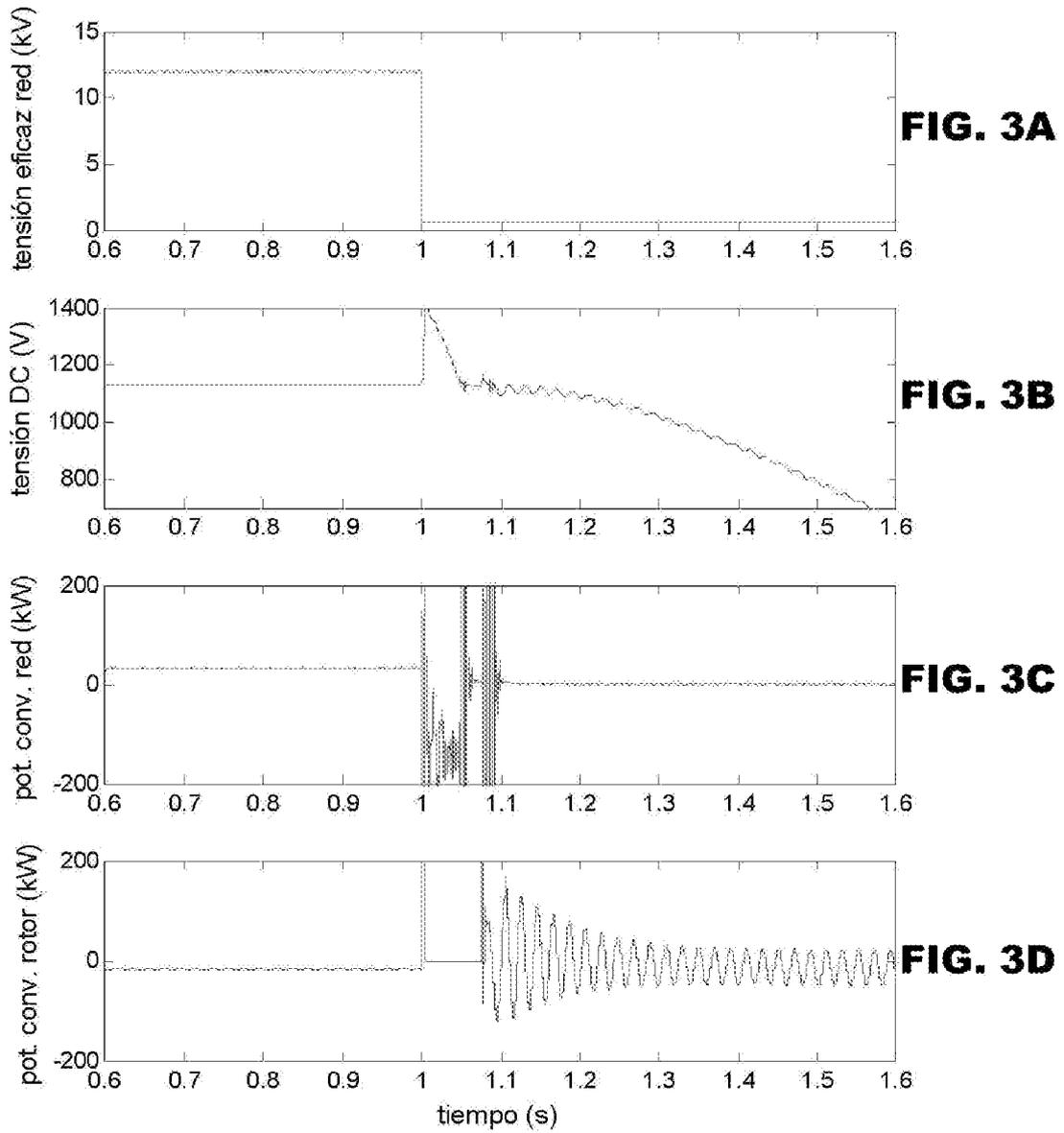
65



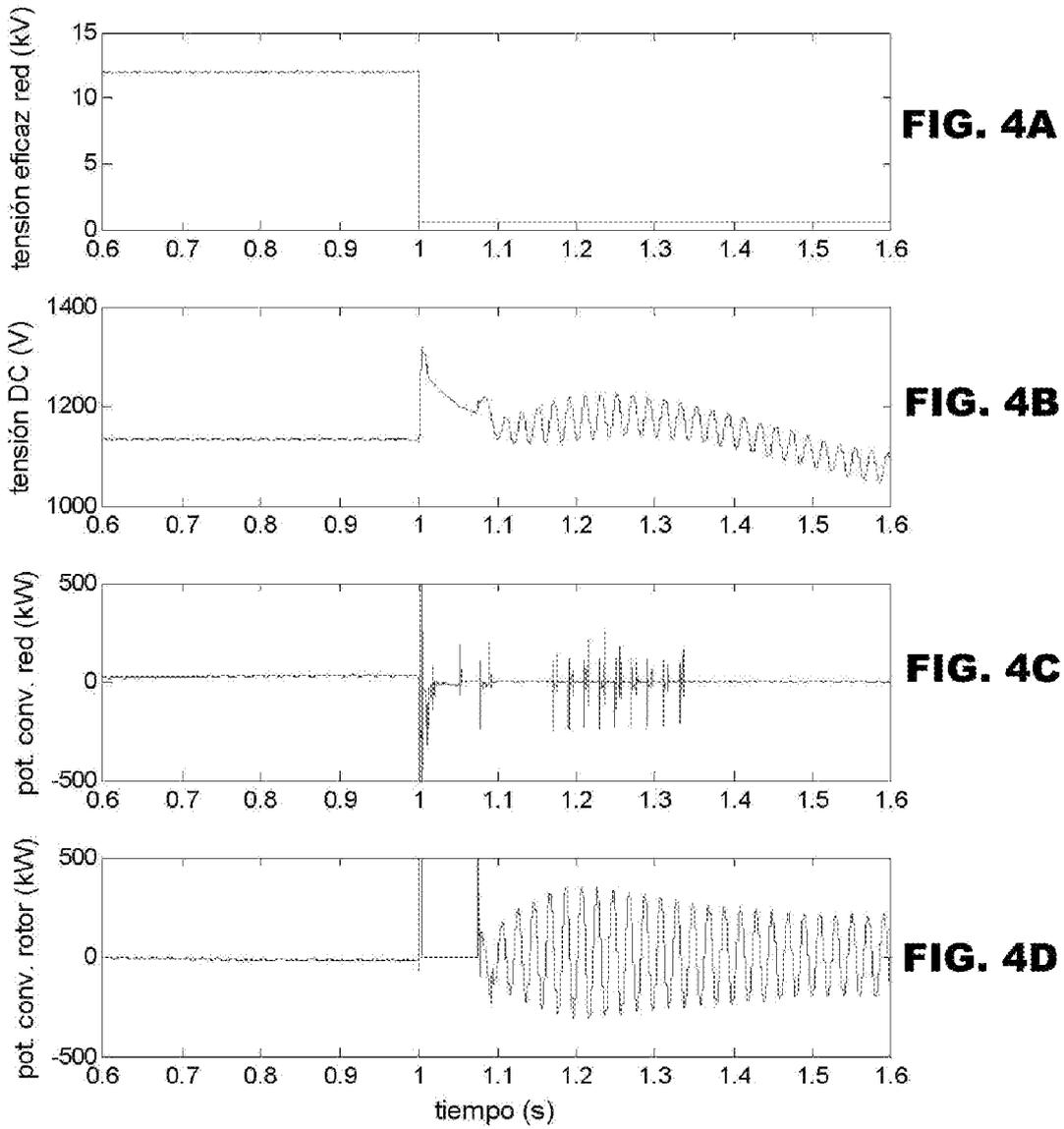
**FIG.1**



**FIG.2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200930586

②② Fecha de presentación de la solicitud: 10.08.2009

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	YUAN et al. "Dc-link voltage control of full power converter for wind generator operating in weak grid systems," Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2008. APEC 2008. Twenty-Third Annual IEEE, pp. 761-767, 24-28 Feb. 2008 doi: 10.1109/APEC.2008.4522807.	1-4,6
X	WANG et al. "Compensation of network voltage unbalance using doubly fed induction generator-based wind farms," Renewable Power Generation, IET, vol. 3, no. 1, pp. 12-22, Marzo 2009 doi: 10.1049/iet-rpg:20080007.	1-5
X	GB 2451463 A (CONVERTEAM LTD et al.) 04.02.2009, página 26, líneas 2-10; figura 6.	1-4,6
X	BLASCO-GIMENEZ et al. "Modelling and control of distant off-shore wind farms based on synchronous generators," Industrial Electronics Society, 2007. IECON 2007. 33rd Annual Conference of the IEEE, pp. 1121-1126, 5-8 Nov. 2007 doi: 10.1109/IECON.2007.4460328.	1-4,6
A	DAI et al. "Dynamic performance analysis and improvements of a current source converter based PMSM wind energy system," Power Electronics Specialists Conference, 2008. PESC 2008. IEEE, pp. 99-105, 15-19 Junio 2008 doi: 10.1109/PESC.2008.4591907.	1-4,6

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
20.04.2011

Examinador  
M. López Sabater

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**H02M5/458** (2006.01)

**H02P9/00** (2006.01)

H02J3/36 (2006.01)

H02J3/38 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H02M, H02P, H02J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 20.04.2011

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-6	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-6	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	YUAN et al. "Dc-link voltage control of full power converter for wind generator operating in weak grid systems," Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2008. APEC 2008. Twenty-Third Annual IEEE, pp. 761-767, 24-28 Feb. 2008 doi: 10.1109/APEC.2008.4522807.	
D02	WANG et al. "Compensation of network voltage unbalance using doubly fed induction generator-based wind farms," Renewable Power Generation, IET, vol. 3, no. 1, pp. 12-22, Marzo 2009 doi: 10.1049/iet-rpg:20080007.	

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración****Reivindicación 1:**

El documento del estado de la técnica más cercano a esta primera reivindicación es el documento D01, en el que se presenta un método para el control de un sistema de conversión de energía formado por al menos un generador eléctrico, al menos dos convertidores AC-DC unidos entre sí a través de una etapa DC, en el que hay al menos un primer convertidor conectado a la red eléctrica, y al menos un segundo convertidor conectado a un generador. En este documento D01, dicho al menos primer convertidor regula la tensión de la etapa DC y, ante una pérdida de capacidad de regulación de la etapa DC por parte del al menos un primer convertidor provocada por una perturbación en la tensión de red, al menos un segundo convertidor contribuye al control de la etapa DC.

Otro documento que también presenta un sistema de conversión de energía similar al de esta primera reivindicación es D02. Por lo tanto, esta primera reivindicación no es nueva, según el artículo 6 de la Ley de Patentes 11/86.

**Reivindicación 2:**

Esta segunda reivindicación, dependiente de la anterior, tampoco es nueva, según se deduce de la lectura del documento D01 o bien de la lectura del documento D02.

**Reivindicaciones 3 y 4:**

Estas reivindicaciones dependientes, que han sido formuladas como deseos por parte de los solicitantes, también se ven anticipadas por el documento D01 así como por el documento D02 y, por lo tanto, también carecen de novedad.

**Reivindicación 5:**

En esta reivindicación, dependiente de cualquiera de las anteriores, se especifica que el tipo de generador empleado en el sistema es del tipo doblemente alimentado, con al menos un estator conectado a la red eléctrica, y en el que el segundo convertidor está conectado al rotor del generador.

Aunque este tipo de generador no es el que se utiliza en el documento D01, sí es el que se estudia en el documento D02 en el que, además, se usa la configuración en la que el estator está conectado a la red eléctrica y el segundo convertidor está conectado al rotor del generador. (Figura 1 de D02)

Por lo tanto, D02 también anticipa esta reivindicación anulando su novedad.

**Reivindicación 6:**

La topología divulgada por el documento D01 es del tipo "Full Power Converter", lo que anula la novedad de esta reivindicación dependiente.