



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 296 554**

② Número de solicitud: 200702015

⑤ Int. Cl.:
G05F 1/247 (2006.01)
G01R 31/34 (2006.01)
H01F 29/12 (2006.01)
F03D 7/02 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

⑫ Fecha de presentación: **19.07.2007**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.04.2008**

Fecha de la concesión: **24.07.2009**

⑭ Fecha de anuncio de la concesión: **13.08.2009**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:
13.08.2009

⑰ Titular/es: **Universidad Politécnica de Madrid
Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid, ES**

⑱ Inventor/es: **Veganzones Nicolás, Carlos;
Martínez González, Sergio;
Blázquez García, Francisco;
Platero Gaona, Carlos;
Sánchez Fernández, José Ángel;
Herrero Martínez, Nieves;
Ramírez Prieto, Dionisio y
Rodríguez Arribas, Jaime**

⑳ Agente: **Carvajal y Urquijo Isabel**

⑳ Título: **Generador de huecos de tensión de perfil temporal programable para ensayo de equipos eléctricos y su procedimiento de operación.**

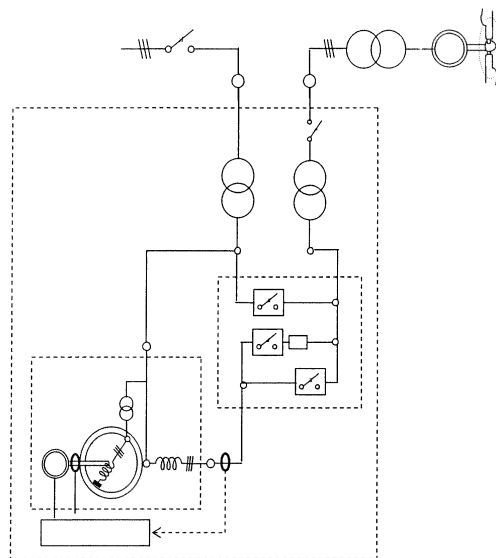
㉑ Resumen:

Generador de huecos de tensión de perfil temporal programable para ensayo de equipos eléctricos y su procedimiento de operación.

Se trata de un equipo de generación eléctrica compuesto, fundamentalmente, por un regulador de inducción, un accionamiento para establecer la posición de su eje, y un automatismo de conexión.

Dicho regulador de inducción se intercala en serie entre la red y el equipo a ensayar a través del automatismo de conexión, compuesto por tres contactores multipolares con impedancias limitadoras. El conjunto se complementa con dos transformadores trifásicos con tomas, uno conectado entre la red y el dispositivo, y otro entre el dispositivo y el equipo a ensayar.

El equipo genera un sistema trifásico de tensiones donde la evolución temporal de sus valores eficaces responde a un patrón previamente programado. Constituye una herramienta de ensayo de equipos eléctricos, para evaluar su funcionamiento durante la contingencia "huevo de tensión", especialmente útil en aerogeneradores.



ES 2 296 554 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Generador de huecos de tensión de perfil temporal programable para ensayo de equipos eléctricos y su procedimiento de operación.

Sector técnico

La invención se encuadra en el sector técnico de la calidad y fiabilidad de servicio eléctrico, más concretamente en lo relativo a sistemas de evaluación de respuesta de generadores eléctricos y grandes receptores en Alta Tensión, frente a huecos de tensión.

Estado de la técnica

Se entiende por “hueco de tensión” en un punto de la red eléctrica, la permanencia del valor eficaz de la tensión de la red por debajo del 80% de su valor asignado, durante un periodo menor o igual a 1 segundo. Habitualmente estos huecos están provocados por la repercusión sobre el punto en cuestión, de un cortocircuito o “fallo” en algún otro punto de la red, más o menos distante, que es despejado correctamente por la actuación de las protecciones. El periodo a considerar incluye el tiempo en que se ha mantenido el fallo y el tiempo de recuperación, después de que actúen las protecciones.

Una de las mayores preocupaciones actuales del operador del sistema eléctrico, para asegurar su fiabilidad, es conocer la capacidad que tienen los nuevos sistemas de generación eléctrica con energías renovables y, en particular, los aerogeneradores de los parques eólicos, para mantenerse conectados durante huecos severos de tensión provocados por fallos en la red, y poder así contribuir a la recuperación del sistema una vez despejada la falta.

En ese orden de cosas, la legislación vigente incentiva mediante un complemento específico (5% de la tarifa), a las instalaciones eólicas que puedan contribuir a la continuidad de suministro frente a huecos de tensión, e instalen el equipo de regulación necesario para ello (Real Decreto 436/2004, BOE nº. 75, 27 de marzo de 2004).

Es, por tanto, de mucho interés desarrollar un equipo “generador de huecos de tensión de perfil programable”, de modo que, conectado a los terminales eléctricos del sistema de generación, permita reproducir las condiciones a que éste se vea sometido durante situaciones de defecto en la red y, de ese modo, poder analizar su capacidad de contribuir a la recuperación del sistema una vez despejada la falta.

Los generadores de huecos de tensión actualmente existentes, se utilizan en Calidad de Servicio eléctrico y su diseño está orientado a la acreditación del comportamiento de equipos receptores, tales como accionamientos industriales y todo tipo de dispositivos semiconductores, frente a la aparición de huecos en la tensión de alimentación, conforme a distintas normativas internacionales (SEMI F47, ITIC, CBEMA o IEC6100-4-11).

También conviene tener en cuenta una serie de patentes y prototipos relacionados con la invención. Por ejemplo, la patente US 6,285,169 B1 titulada “SAG GENERATOR WITH SWITCH MODE IMPEDANCE” y la Patente US 2003 0230937 A1 “SAG GENERATOR WITH PLURALITY OF SWITCH TECHNOLOGIES” corresponden a equipos de generación de huecos de tensión que emplean equipos electrónicos cuya máxima potencia alcanzable está limitada a un valor menor de 100 kW, para poder replicar la onda correctamente. Este límite es claramente inferior al preciso para el ensayo de aerogeneradores o grandes receptores (2-3 MW), aplicación a la que se destina principalmente la invención.

Los equipos referidos tanto en la patente WO0060430 US 00 5.920.132-A “Non rotating portable voltage sag generator”, como en el artículo de *Collins ER, Morgan RL* “A Three-phase Sag Generator for Testing Industrial Equipment” (*IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 11, No. 1. January 1996*), así como también en el artículo de *JL. Rodríguez* “Procedimiento de medida de la respuesta de Aerogeneradores ante huecos de tensión con la unidad móvil ULISES” (*Revista Energía, No. 191. Mar/Abril 2006*), no tienen esta limitación de potencia al estar compuestos por dispositivos electromagnéticos, por tanto se aproximan más al objetivo de la invención. En los dos primeros se utilizan autotransformadores, mientras que, en el citado en último lugar, se emplea un generador síncrono. Estos equipos sí podrían manipular valores de potencia del orden de las requeridas por los sistemas de generación eólica o grandes receptores (2-3 MW), aunque plantean diversos problemas asociados al escalado. Sin embargo, el perfil temporal del hueco de tensión que se genera con dichos equipos difiere del que es exigible a los sistemas de generación eólica, en lo relativo a la evolución temporal de la tensión durante su recuperación (P.O.12.3 BOE 254 de 24 Octubre 2006). Mientras que ésta debe presentar un perfil con una caída inicial brusca, seguida de una recuperación progresiva en forma de rampa, los antedichos generadores de huecos sólo son capaces de provocar caídas y recuperaciones de tensión bruscas.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se trata de un generador de huecos de tensión de perfil temporal programable que, compuesto por dispositivos electromagnéticos, es capaz de reproducir la evolución temporal que adoptaría la onda de tensión en los terminales de conexión de un equipo, generador o receptor, conectado a una red eléctrica de alta tensión, durante las circunstancias correspondientes a “huecos de tensión”, incluyendo el intervalo en que se mantiene la falta, y el

ES 2 296 554 B2

intervalo de recuperación después de despejada la misma, tal como se ha definido anteriormente. Dicho dispositivo proporciona una herramienta de ensayo y homologación de generadores/receptores (especialmente relevante en el caso de aerogeneradores) conectados a la red de distribución y/o transporte, frente a “huecos de tensión” con diferentes perfiles de evolución temporal adaptables al “patrón” establecido por la normativa aplicable en cada caso y sin necesidad de provocar fallos “reales” en la red.

El generador está compuesto fundamentalmente por dos sistemas:

- Un sistema de potencia cuyo elemento básico es un regulador de inducción (6) que dispone de un sistema de control de la posición de su eje (7, 8, 9, 10). Dicho regulador de inducción se intercala en serie entre la red y el equipo a ensayar a través de un automatismo de conexión (14), compuesto por tres contactores multipolares (15, 16 y 17) de media tensión y un sistema integrado de limitación de corriente de conexión, compuesto por tres impedancias (40). El conjunto anterior (5, 14), dispone de un sistema para adaptación de tensiones (11) compuesto por dos transformadores trifásicos iguales (12, 13), uno conectado a la entrada, entre la red (2) y el dispositivo, y otro, a la salida (3) entre el dispositivo y el equipo a ensayar. Ambos transformadores disponen de mecanismos de cambio de tomas con capacidad para regular su nivel de tensión asignada.

- Un sistema de control sobre el sistema de potencia anterior consistente en un dispositivo programable (10) que envía órdenes de conexión y desconexión al automatismo de conexión (14) y al sistema de control de la posición del eje del regulador de inducción (7, 8), en función de la consigna de evolución temporal deseada para la tensión.

En este punto, conviene recordar que un regulador de inducción es, básicamente, un generador de inducción que dispone de un mecanismo que no deja girar libremente al eje del rotor. De hecho, dicho mecanismo tiene la función de poder modificar la posición relativa del rotor, respecto al estator y mantener dicha posición. Por tanto no existe un giro continuo como sucedería en un motor o un generador de inducción.

Las principales características que diferencian el equipo que se pretende patentar de los existentes, son:

- Consigue un perfil de la evolución de amplitud de la tensión del “hueco” ajustable a las rampas de recuperación de un hueco de tensión real.
- Proporciona una regulación continua de las pendientes de cada rampa de tensión durante el periodo de recuperación, modificando directamente el acoplamiento magnético de los bobinados de una máquina electromagnética, lo que proporciona ondas senoidales de amplitud regulable pero de frecuencia invariante.
- Al no emplear convertidores electrónicos para realizar la regulación continua de tensión, no introduce distorsión alguna en la onda de tensión y de corriente, durante el hueco.

El procedimiento de operación de este generador comprende las siguientes actuaciones:

- Primero, se adapta la tensión de los transformadores del módulo ADT (11) al valor de las tensiones de red en el punto de conexión mediante el mecanismo de cambio de tomas de los transformadores,
- Segundo, se programa el tipo de ensayo (hueco monofásico, bifásico o trifásico) y el perfil deseado para la evolución temporal del “hueco de tensión” durante el ensayo en el dispositivo programable (10) del módulo REG (8);
- Tercero, se conecta el sistema a la línea de acometida (2) y se mantiene en vacío el dispositivo, desconectado del equipo a ensayar (4); y se ejecuta la maniobra programada para realizar los ajustes en vacío.
- Por último, realizados dichos ajustes y, mediante la actuación coordinada sobre la unidad de control REG (8) y sobre el automatismo de conexión (14), se activa el sistema y se realiza el protocolo de maniobras que se ha programado y que reproducen el perfil deseado para la evolución temporal del “hueco de tensión” en cada una de las fases de la red, durante el ensayo. Es decir, se conecta el equipo a ensayar (4), y se activa el sistema para la realización del ensayo programado.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 representa un esquema general del conjunto de la invención, donde se distinguen los cuatro componentes o módulos fundamentales que constituyen su estructura:

- Módulo DEC (*Decalador*) identificado como 5, que es el equipo de potencia que genera una tensión de valor eficaz modificable, donde 6 es una máquina asíncrona de rotor bobinado y 7 es un servomotor.
- Módulo REG (*Regulador*) identificado como 8, que es el equipo de control del módulo DEC anteriormente descrito, donde 9 es un convertidor electrónico y 10 es un sistema de control consistente en un dispositivo programable que envía órdenes al módulo DEC y al módulo CNX.

ES 2 296 554 B2

- Módulo ADT (*Adaptador*) identificado como 11, es el equipo de adaptación de niveles de tensión, donde 12 y 13 son 2 transformadores, respectivamente reductor y elevador de tensión, con un nivel de tensión asignada adaptable mediante tomas.
- 5 - Módulo CNX (*Conector o automatismo de conexión*) identificado como 14, que gobierna la ejecución de las maniobras de conexión y desconexión del dispositivo, 15 16 y 17 son 3 grupos de 3 contactores unipolares de media tensión.

La entrada del dispositivo se conecta a la línea trifásica de acometida de alta tensión 1, por los terminales 2. La salida del dispositivo se realiza por los terminales 3, que se conectan a la entrada del equipo a ensayar, dispuesta en los terminales 4.

La figura 2 representa un esquema de detalle del *módulo DEC* para la modificación de la tensión mediante un regulador de inducción, donde 18 es el bobinado trifásico del rotor de la máquina asíncrona 6, 19 es el bobinado trifásico del estator de dicha máquina, 20 es el terminal de neutro del rotor, 21 22 y 23 son los terminales de entrada de las fases del rotor, 24 25 y 26 son los terminales de entrada de las fases del estator, 27 28 y 29 son los terminales de salida de las fases del estator, 30 es un transformador de adaptación de tensiones rotor estator, 31 32 y 33 son los terminales de salida del módulo DEC.

La figura 3 representa un esquema de detalle del *módulo REG* para regulación dinámica del perfil de tensión, donde 34 es la señal de consigna de tensión, donde 35 es el sistema denominado como bloque BL1 para establecimiento del perfil de tensión, donde 36 es el sistema denominado como bloque BL2 que constituye un circuito regulador de tensión, donde 37 es la señal de consigna de posición, donde 38 es el sistema denominado como bloque BL3 que constituye un circuito regulador de posición, donde 39 es la señal de consigna de mando para el servomotor.

La figura 4 representa un esquema de detalle del circuito de potencia del *módulo CNX* de conexión, donde 15, 16 y 17 son tres contactores de media tensión y 40 son tres impedancias.

La figura 5 representa un esquema de detalle del *módulo ADT* de transformadores de adaptación de tensiones.

La figura 6 muestra un esquema de detalle del sistema de tomas en desconexión de los transformadores del *módulo ADT*, donde 41 es un selector de tomas, donde 42 es un conmutador de polaridad.

La figura 7 muestra un ejemplo de perfil de la evolución temporal de la tensión durante un hueco.

La figura 8 es un esquema general del conjunto de la invención, algo más simplificado que el de la figura 1.

Descripción de un modo de realización de la invención

Se describe, a continuación, un modo de realización del equipo, que puede servir como ejemplo de aplicación, a la vez que permite describir lo que se puede realizar con la invención. Se debe aclarar que, en absoluto supone la única forma de hacer operar al dispositivo objeto de esta invención.

Los terminales de entrada (2) se deben conectar, en secuencia directa, a la línea trifásica de acometida (1). Los terminales de salida (3) deben conectarse, en secuencia directa, a los terminales del equipo objeto de ensayo (4). Está constituido por cuatro subsistemas o módulos:

- **Módulo DEC** (5): Está constituido por una máquina asíncrona (MA) de media tensión de rotor bobinado (6) que dispone de un servomotor SM (7) de posicionado de su eje.
- 50 - **Módulo REG** (8): Está constituido por un convertidor electrónico (9) y un sistema realimentado (10) de control de tensión que regula la posición del eje del *módulo DEC* (5).
- **Módulo ADT** (11): Este módulo está constituido por 2 transformadores idénticos con tomas (12, 13), su relación de tensiones es variable 10-30 kV en primario y 6,6-3,3 kV en secundario.
- 55 - **Módulo CNX** (14). Este módulo está constituido por 3 grupos de contactores unipolares de media tensión (15, 16 y 17), de control independiente, y su circuitería de control para generar huecos de tensión desequilibrados, monofásicos y bifásicos. Cada uno de estos grupos dispone de 3 contactores, uno por fase.

Estos módulos se disponen del siguiente modo:

La máquina asíncrona (6) del módulo DEC, tiene 2 bobinados trifásicos, uno dispuesto en el rotor (18) y otro en el estator (19). El circuito del rotor está compuesto por tres bobinas en conexión estrella con el neutro accesible por el terminal (20), siendo (21, 22 y 23) los terminales de conexión de entrada respectiva a cada bobina. El circuito del estator está constituido por 3 bobinas, con sus 6 terminales accesibles. Los terminales de entrada son (24, 25 y 26) y los terminales de salida son (27, 28 y 29). El eje del rotor de la máquina está acoplado a un servomotor (7) con capacidad para modificar, en carga, la posición del eje del rotor. El ángulo de posición de su eje determina la tensión

ES 2 296 554 B2

en sus terminales de salida. La expresión que establece la relación entre el valor eficaz de las tensiones de línea de entrada U_e y salida U_s de dicho *módulo DEC*, a través del ángulo de posición α del eje del rotor, es la siguiente:

$$U_s \approx U_e \sqrt{2(1 - \cos \alpha)}$$

5

Los valores de la tensión asignada de estator y rotor, se elegirán entre los valores normalizados (6,6 kV; 6 kV; 4,16 kV; 3,3 kV; etc...) en función de la potencia del equipo, y pueden ser distintos para el rotor y para el estator, si así se estima conveniente. Las bobinas de rotor y estator están conectadas entre sí, o bien directamente, conexión sólo posible en el caso de que las tensiones asignadas de ambos circuitos sean idénticas, o bien, tal como muestra el esquema, en el caso más general, a través de un transformador trifásico (30) de adaptación de los niveles de tensión de rotor y estator del regulador de tensión, es decir, cuya relación de transformación coincida con la relación de tensiones asignadas estator/rotor. Modificando la posición relativa de las bobinas del rotor (18) respecto a las del estator (19), se modifica la amplitud de la tensión resultante sin modificar ni la frecuencia ni la forma de onda sinusoidal.

15

La salida del *módulo REG* (8) está conectada a la alimentación del servomotor (7) y, a través de él, regula la posición del eje en función de la referencia de tensión (34) establecida para el sistema en cada instante de tiempo.

En este módulo se programa desde un PC la evolución temporal del perfil deseado de la señal de consigna v_{ref} (34) que debe seguir el valor eficaz de la tensión aplicada al equipo a ensayar. Este bloque (35) permite programar *in situ* el perfil de tensión deseado para la señal. Posteriormente se realiza la regulación de tensión (36), atendiendo al error sobre dicho valor de consigna v_{ref} y se establece un valor de referencia para la señal correspondiente al ángulo de posición del eje del rotor α_{ref} (37). Otro regulador (38) realiza la regulación del ángulo de posición del eje del rotor, atendiendo al error sobre dicho valor de consigna α_{ref} y establece la señal de mando (39) sobre el actuador del servomotor del sistema *SM*. El actuador está compuesto por un convertidor electrónico de potencia (9) con control de posición sobre el eje de un servomotor de imanes permanentes.

25

El conexionado secuencial de la invención al equipo a ensayar, se establece a través del *módulo CNX*. Se trata de un conjunto de 3 grupos de contactores unipolares de media tensión *C1* (17), *C2* (16) y *C3* (15) de actuación rápida, para posibilitar la maniobra segura de conexión y desconexión del grupo durante el ensayo, y su circuitería de control. Cada uno de estos grupos dispone de 3 contactores, uno por fase y se conectan de la siguiente forma:

30

- El grupo de contactores *C3* (15) conecta directamente la red, al equipo a ensayar.
- El grupo de contactores *C2* (16) conecta la salida del *módulo DEC* al equipo a ensayar a través de una impedancia por fase *Z2* para limitar la corriente (40).
- El grupo de contactores *C1* (17) conecta directamente la salida del *módulo DEC* al equipo a ensayar.

35

La lógica de actuación de dichos contactores para la maniobra de conexión e inicio del ensayo, es la siguiente:

40

- Las condiciones de partida se establecen con el grupo de contactores *C3* (15) cerrado y los otros dos, *C1* (16) y *C2* (17), abiertos. Esto mantiene el equipo a ensayar conectado normalmente a la red con su tensión habitual.
- El final de la maniobra supone que el grupo de contactores *C1* (16) esté cerrado y los otros dos, *C2* (17) y *C3* (15), abiertos, de tal modo que la tensión del equipo a ensayar esté establecida por el *módulo DEC*.

45

La secuencia temporal de actuación de cada grupo de contactores, se detalla en la Tabla adjunta:

50

Secuencia	C3	C2	C1
Paso 1	SI	NO	NO
Paso 2	SI	SI	NO
Paso 3	NO	SI	NO
Paso 4	NO	SI	SI
Paso 5	NO	NO	SI

55

60

La tensión de la línea de conexión de los equipos que se pretenden ensayar con esta invención, está habitualmente comprendida entre 10 y 30 kV, mientras que la tensión asignada de la máquina asíncrona del *módulo DEC*, que establece el perfil temporal de la tensión durante el ensayo, es diferente (6,6; 3,3 kV; etc.; según el caso). El módulo *ADT* (11) dispone de dos transformadores idénticos, uno en la entrada (12) y otro en la salida (13), para adaptar estos niveles de tensión.

65

ES 2 296 554 B2

5 El lado de mayor tensión del transformador de la entrada TRAF-L (12) debe conectarse a los terminales de la línea de acometida, y el lado de menor tensión debe conectarse, simultáneamente, a los terminales de entrada del *módulo CNX* (14) y del módulo DEC (5). El lado de mayor tensión del transformador de la salida TRAF-G (13) debe conectarse a los terminales de salida hacia el equipo a ensayar (3), y el lado de menor tensión en los terminales de salida del *módulo CNX* (14).

10 El dispositivo de selección de tomas del que dispone el bobinado de mayor tensión (20 kV) de cada uno de los transformadores, está compuesto por un selector “S” (41), de 10 tomas, dispuesto en dicho devanado de alta tensión, con un salto de 1 kV por toma y de un dispositivo conmutador “C” para cambio de polaridad (42). El devanado de menor tensión es del nivel de tensión del estator de la máquina asíncrona del *módulo DEC* (6,6; 3,3 kV; etc.; según el caso). De esa forma se pueden ensayar instalaciones conectadas a líneas de entre 10 kV y 30 kV.

15 El equipo utilizado, incluye los captadores de señal, y la tarjeta de adquisición de datos para tratamiento de señales de tensión, corriente y potencia, y para el registro de medidas de los ensayos.

A continuación, y a modo de ejemplo, se describe el procedimiento de utilización y el funcionamiento de la invención presentada para lograr reproducir el perfil de tensión de la figura 7 en bornes de un aerogenerador (equipo a ensayar) conectado a una línea de 30 kV.

20 1. Preparación del equipo generador de huecos de tensión

- 25 - **Módulo CNX** (Fig 4). Se mantiene desactivado este módulo con todos los contactores (15, 16 y 17) en posición de reposo (abierto). Este módulo realizará las conexiones necesarias para ejecutar la maniobra.
- **Módulo ADT** (Fig 5). Se prepara la conexión de ambos transformadores poniendo el conmutador (42) en (+) y conectando la toma 5ª del lado de mayor tensión (AT).
- 30 - **Módulo REG** (Fig 3). Se programa el perfil de tensión temporal definido (ver figura 7) y se implementa en el bloque BL1 (35) del *módulo REG*. Se realiza el ajuste de la profundidad de hueco al valor deseado (0,2 pu, en este caso) en vacío, estableciendo la posición inicial del ángulo del rotor $\alpha_{ref,0}$. Partiendo de ese valor de referencia inicial, el sistema de control se encargará de ajustar dinámicamente esta referencia durante el ensayo. Por otra parte, se comprueba el correcto funcionamiento en vacío del sistema, comparando la tensión en la salida del *módulo DEC*, con la referencia.

35 2. Ejecución del ensayo

- 40 - **Módulo CNX**. En el instante “1” (Fig. 7), se activa el *módulo CNX* para realizar el protocolo de maniobra sobre los contactores descrito anteriormente (ver datos de la *Tabla*), para realizar el tránsito desde la desconexión del generador de la red hasta la conexión con la salida del *módulo DEC*.
- 45 - **Módulo DEC y Módulo REG**. Durante el periodo “1-2” (500 ms), el dispositivo de regulación sobre el servomotor del *módulo REG* (8) mantiene el eje alrededor del ángulo de posición inicial, manteniendo la tensión en la salida del *módulo DEC* (5) en el 20% del valor asignado de la tensión del generador. Durante el periodo “2-3” (500 ms), el *módulo REG* (8) hace seguimiento de la rampa de recuperación de tensión hasta el 80% del valor asignado. Durante el periodo “3-4” (14 s), el *módulo REG* (8) hace seguimiento de una nueva rampa de recuperación de tensión, desde el 80% al 95% del valor asignado. Llegado este punto, finaliza el ensayo siguiendo el protocolo habitual de desconexión del aerogenerador.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Generador de huecos de tensión de perfil temporal programable para ensayo de equipos eléctricos consistente en:

10 - Un sistema de potencia constituido por un regulador de inducción colocado en serie entre la red y el equipo a ensayar por medio de un sistema de adaptación de tensiones, también en serie, y un automatismo de conexión que puentea o permite dicha conexión; donde el regulador de inducción está formado por una máquina asíncrona (6), que
15 tiene 2 bobinados trifásicos, uno dispuesto en el rotor (18) y otro en el estator (19), y donde el circuito del rotor está compuesto por tres bobinas en conexión estrella con el neutro accesible por el terminal (20), el circuito del estator está constituido por otras 3 bobinas, con sus 6 terminales accesibles, y el eje del rotor de la máquina está acoplado a un servomotor (7) con capacidad para modificar, en carga, la posición del eje del rotor, posición que es regulada a través
20 de un sistema de control (8, 9, 10); donde el automatismo de conexión (14) está constituido por 3 grupos de contactores unipolares de media tensión (15, 16 y 17), de control independiente, y su circuitería de control y un sistema integrado de limitación de corriente de conexión, compuesto por tres impedancias (40); y donde el sistema para adaptación de tensiones (11) está compuesto por dos transformadores trifásicos iguales (12, 13), con un nivel de tensión asignada adaptable mediante tomas.

20 - Un sistema de control sobre el sistema de potencia anterior consistente en un dispositivo programable (10) que envía órdenes de conexión y desconexión al automatismo de conexión (14) y al sistema de control de la posición del eje del regulador de inducción (7, 8), en función de la consigna de evolución temporal deseada para la tensión.

25 2. Generador de huecos de tensión de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque cada uno de de los polos de los contactores multipolares (15, 16 y 17) se sustituye por un contactor unipolar con control independiente, que genera huecos de tensión desequilibrados: monofásicos o bifásicos.

30 3. Generador de huecos de tensión de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque incluye un transformador trifásico (30) de adaptación de los niveles de tensión de rotor y estator del regulador de tensión, que se conecta en los terminales de entrada de las bobinas del rotor (21, 22, 23).

35 4. Generador de huecos de tensión de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2 ó 3, **caracterizado** porque incluye los captadores de señal, y la tarjeta de adquisición de datos para tratamiento de señales de tensión, corriente y potencia, y para el registro de medidas de los ensayos.

40 5. Procedimiento de operación del generador de huecos de tensión de perfil temporal programable para ensayo de equipos eléctricos conectados a redes de Alta Tensión **caracterizado** porque comprende la siguiente secuencia de actuaciones:

40 - Primero, se adapta la tensión de los transformadores del módulo ADT (11) al valor de las tensiones de red en el punto de conexión mediante el mecanismo de cambio de tomas de los transformadores,

45 - Segundo, se programa el tipo de ensayo (hueco monofásico, bifásico o trifásico) y el perfil deseado para la evolución temporal del “hueco de tensión” durante el ensayo en el dispositivo programable (10) del módulo REG (8);

45 - Tercero, se conecta el sistema a la línea de acometida (2) y se mantiene en vacío el dispositivo, desconectado del equipo a ensayar (4); y se ejecuta la maniobra programada para realizar los ajustes en vacío.

50 - Por último, se conecta el equipo a ensayar (4), y se activa el sistema para la realización del ensayo programado.

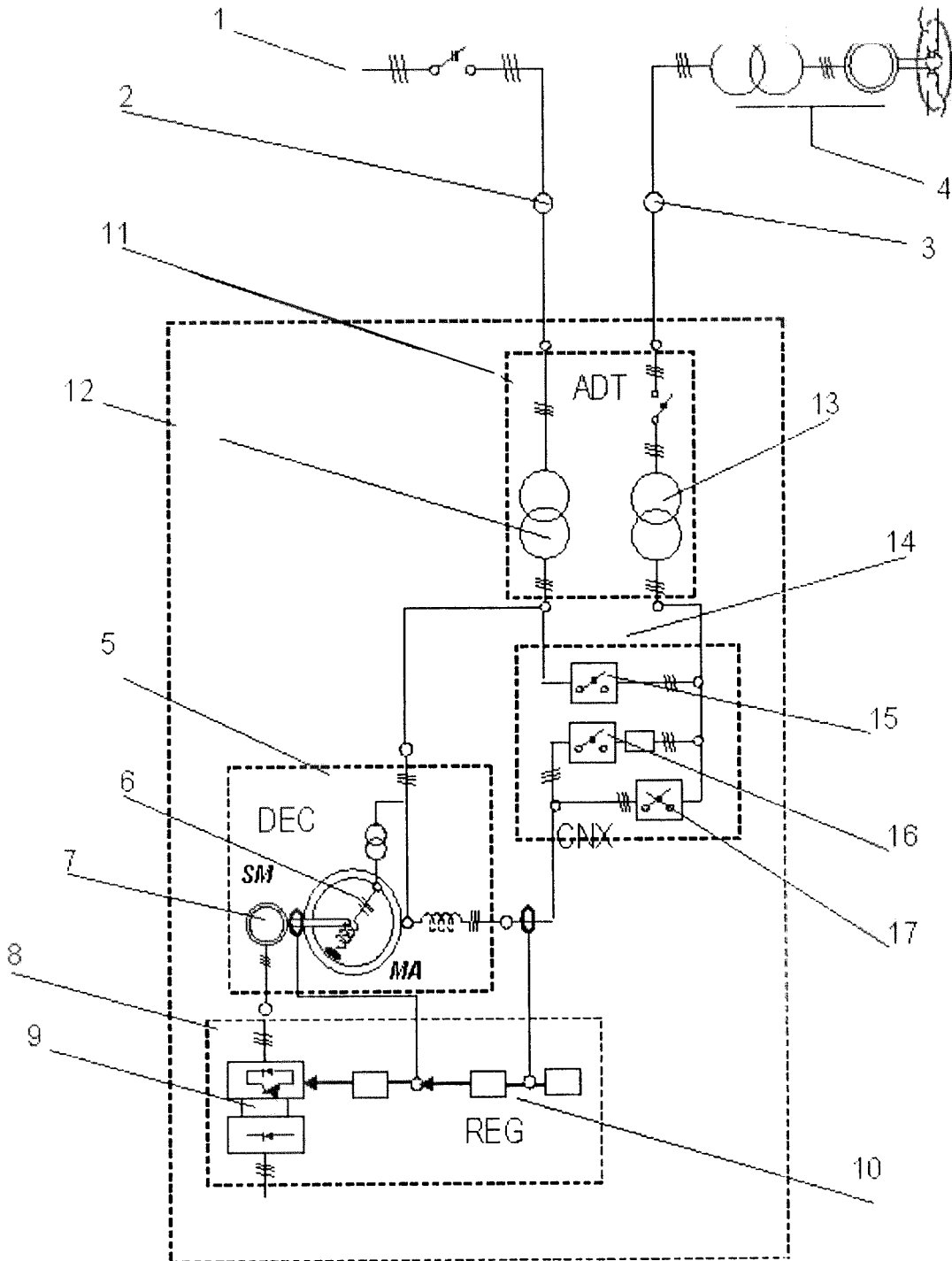


Figura 1

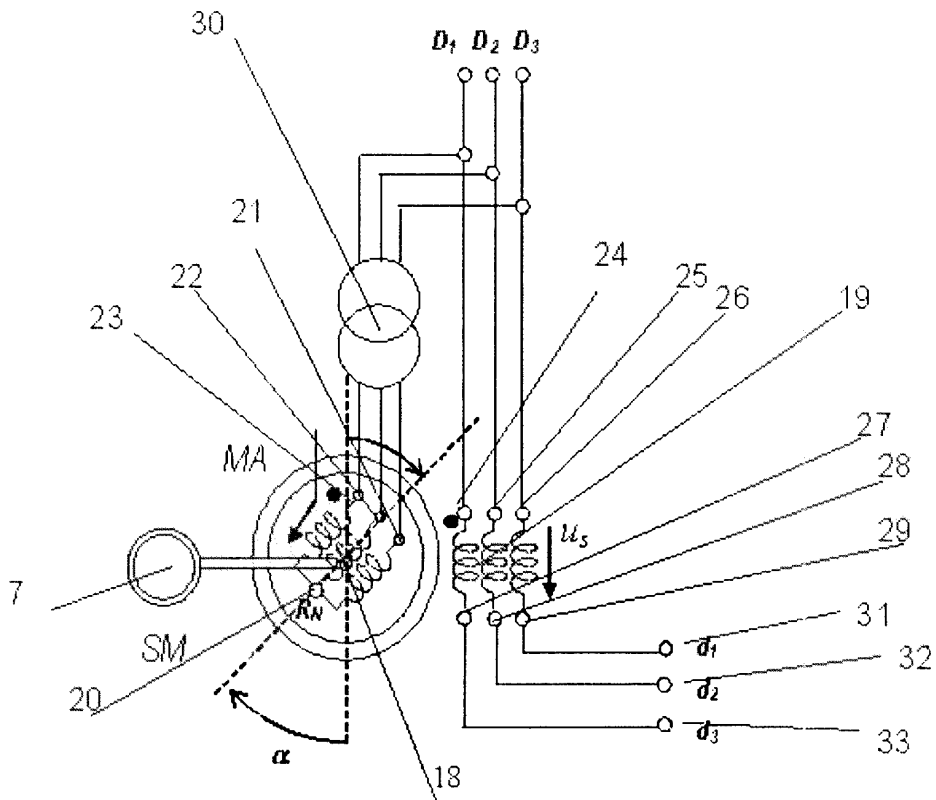


Figura 2

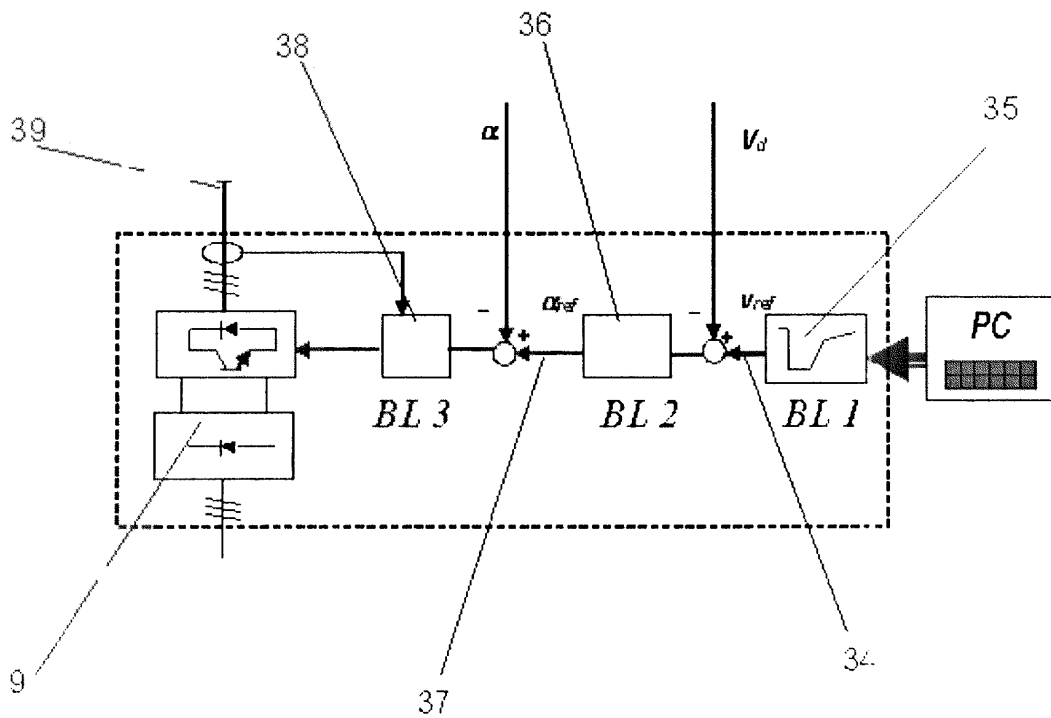


Figura 3

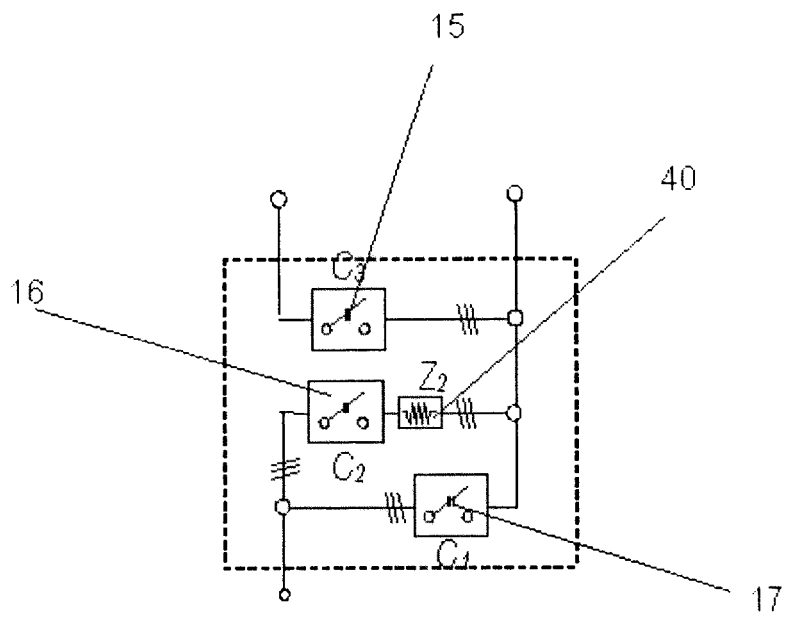


Figura 4

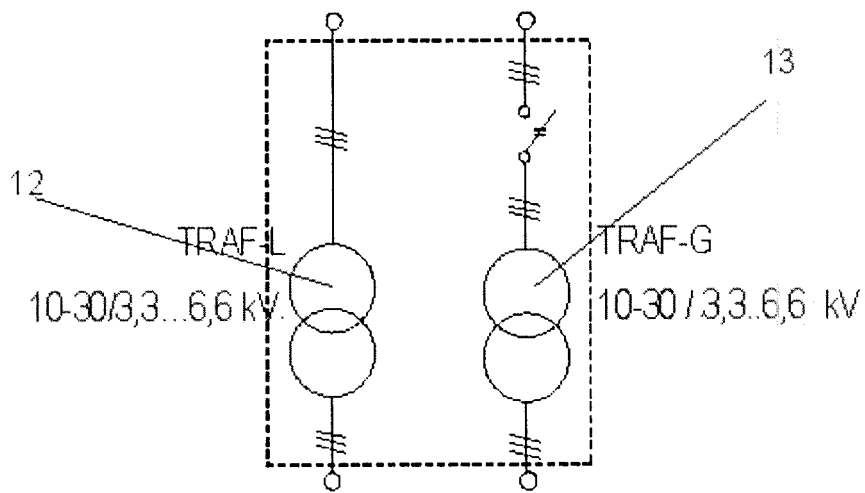


Figura 5

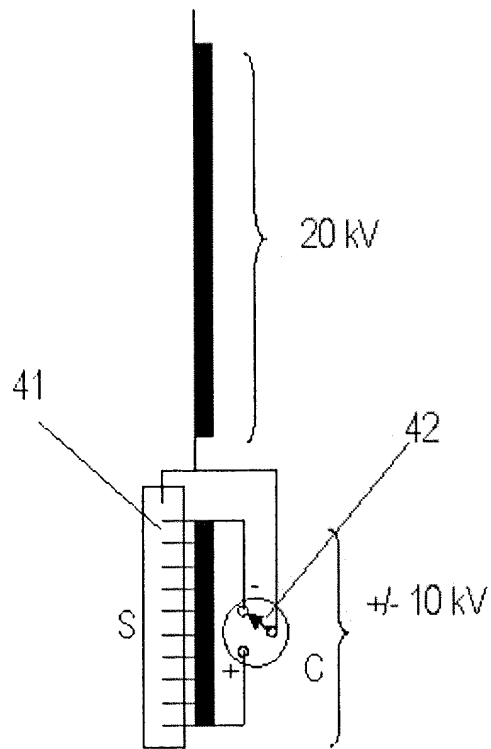


Figura 6

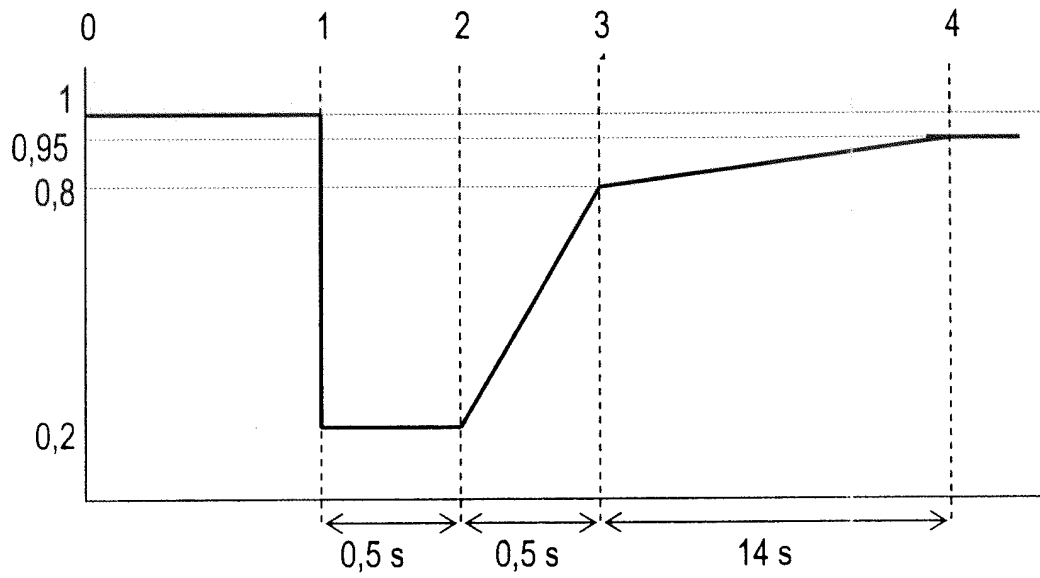


Figura 7

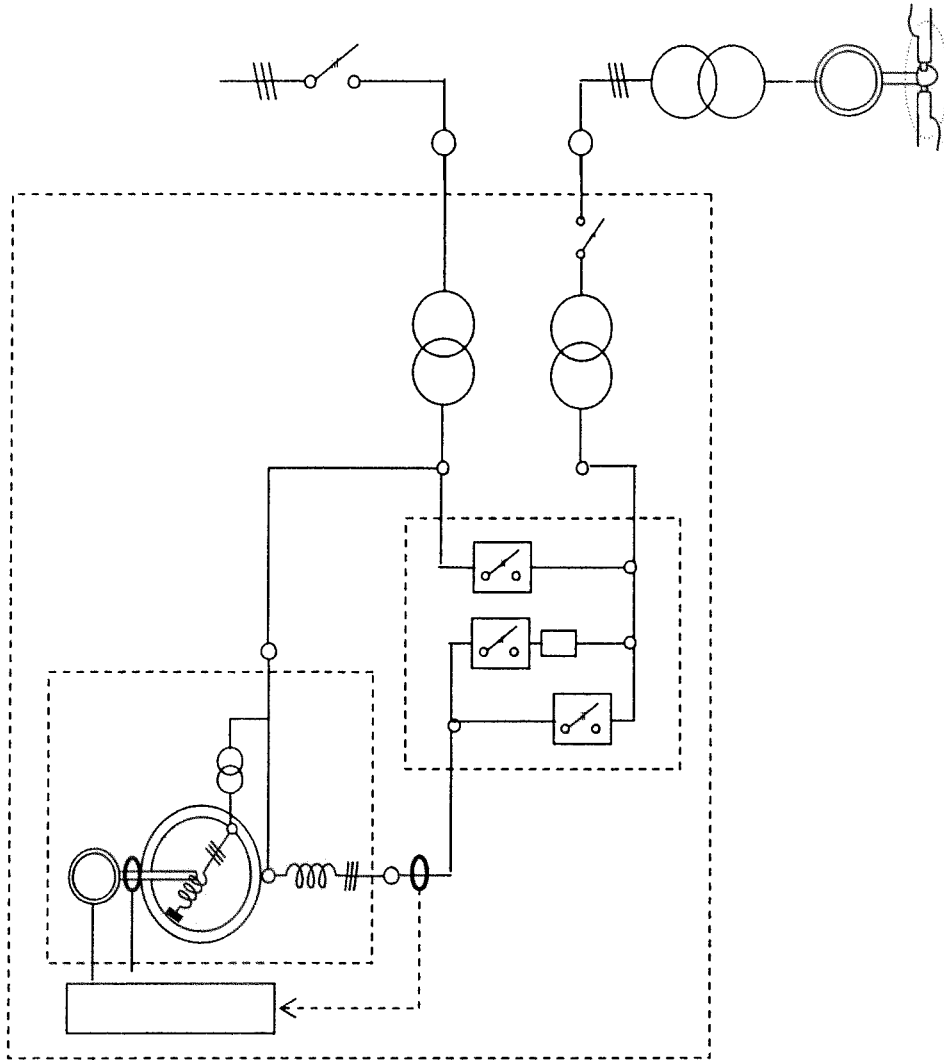


Figura 8



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 296 554

② Nº de solicitud: 200702015

③ Fecha de presentación de la solicitud: **19.07.2007**

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ **Int. Cl.:** Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	GB 972066 A (SCOTT L & ELECTROMOTORS LTD) 07.10.1964, página 1, líneas 15-36; página 2, líneas 94-116; página 3, líneas 35-39.	1-5
A	REZAEI-ZARE, A. et al. Design of a High Power Brushless Linear Variable Transformer. IEEE Transactions on power delivery, vol. 18, nº. 3, Julio de 2003. Introducción, figura 3 y conclusion.	1-5
A	COLLINS, E.R. et al. A three-phase sag generator for testing industrial equipment. IEEE Transactions on power delivery, vol. 11, nº 1, Enero de 1996, todo el documento.	1-5
A	BOLLEN, M. et al. Voltaje dips at the terminals of wind power installations. Wind Energy. 2005, volumen 8, páginas 307-318, todo el documento.	2
A	FRAILE MORA, J. Máquinas eléctricas. Quinta edición. McGraw Hill. Madrid. 2003, páginas 358-359.	1-5

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

19.03.2008

Examinador

P. Valbuena Vázquez

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

G05F 1/247 (2006.01)

G01R 31/34 (2006.01)

H01F 29/12 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)