



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 325 902**

② Número de solicitud: 200803087

⑤ Int. Cl.:
H02K 47/20 (2006.01)
H02P 25/30 (2006.01)
G01R 31/34 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **30.10.2008**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **23.09.2009**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **23.09.2009**

⑦ Solicitante/s: **Universidad Politécnica de Madrid c/ Ramiro de Maeztu, 7 28040 Madrid, ES**

⑦ Inventor/es: **Platero Gaona, Carlos Antonio; Veganzones Nicolás, Carlos; Blázquez García, Francisco; Ramírez Prieto, Dionisio; Martínez González, Sergio; Sánchez Fernández, José Ángel; Rodríguez Arribas, Jaime y Herrero Martínez, Nieves**

⑦ Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

⑤ Título: **Banco de ensayo de equipos eléctricos, generadores o consumidores, frente a huecos de tensión.**

⑤ Resumen:

Banco de ensayo de equipos eléctricos, generadores o consumidores, frente a huecos de tensión.

Banco de ensayo de equipos eléctricos frente a huecos de tensión que comprende un perfil programable de tensión consistente en:

(a) un módulo de potencia que integra una máquina eléctrica rotativa síncrona de (5) que dispone de un automatismo de conexión (14) específico, compuesto por al menos: - cuatro elementos de maniobra (18, 19, 20 y 21) de baja o media tensión y

- un sistema integrado de limitación de corriente de conmutación, compuesto a su vez por, al menos:

- dos impedancias (22 y 23) asociadas a un sistema para adaptación de tensiones (11) compuesto por dos transformadores trifásicos iguales (15, 16), con un nivel de tensión asignada adaptable mediante tomas; donde dicho módulo eléctrico rotativo síncrono (5) está accionada a través de un módulo de accionamiento síncrono (12) que mantiene constante la velocidad de giro; y

(b) un sistema de control (9) sobre el sistema de potencia (5) anteriormente descrito consistente en un dispositivo programable que envía órdenes de conexión y desconexión al automatismo de conexión (14) y que controla la tensión de excitación del módulo (5) en función de la consigna de evolución temporal deseada para la tensión.

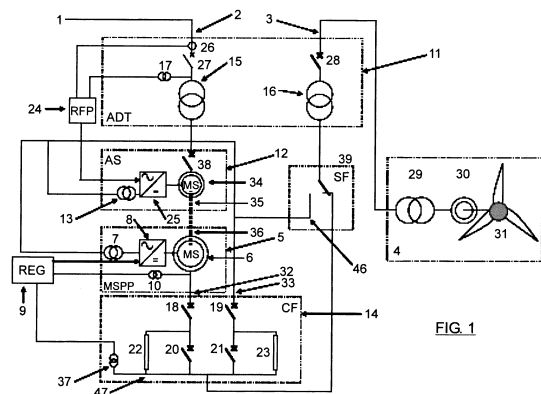


FIG. 1

ES 2 325 902 A1

DESCRIPCIÓN

Banco de ensayo de equipos eléctricos, generadores o consumidores, frente a huecos de tensión.

5 Objeto de la invención

La presente invención tiene por objeto presentar un generador de huecos de tensión de perfil temporal programable, compuesto por dispositivos electromagnéticos y electromecánicos que 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 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.

Campo de la invención

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

Antecedentes de la invención

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 un segundo. Habitualmente estos huecos están provocados por la influencia 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:

Asimismo 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 n°. 75, 27 de marzo de 2004)

Es, por tanto, de gran 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 ve 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).

Además conviene tener en cuenta una serie de patentes y prototipos relacionados con la invención. Por ejemplo, la patente US6285169 titulada “SAG GENERATOR WITH SWITCH MODE IMPEDANCE” y la patente US 20030230937 “SAG GENERATOR WITH PLURALITY OF SWITCH TECHNOLOGIES”, corresponden a equipos de generación de huecos que emplean equipos electrónicos cuya máxima potencia alcanzable está limitada a un valor menor de 100kW, para poder generar la onda correctamente. Este límite es claramente inferior al necesario para el ensayo de aerogeneradores o grandes receptores (2-3MW), aplicación a la que se destina principalmente la invención.

Los equipos referidos tanto en la patente WO0060430 “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, debidos al uso de electrónica de potencia. 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.0.12.3

ES 2 325 902 A1

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.

5 Descripción de la invención

La presente invención es un generador de huecos de tensión de perfil temporal programable, compuesto por dispositivos electromagnéticos y electromecánicos que 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 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 objeto de la invención comprende, al menos, los siguientes subsistemas:

(i) Un primer sistema de potencia **MSPP** (Máquina eléctrica rotativa Síncrona de Perfil Programable) que, a su vez, comprende al menos:

(a) una máquina eléctrica rotativa síncrona con un sistema de excitación estática, donde dicho sistema de excitación estática está compuesto por:

- un transformador de excitación,
- un rectificador controlado, y
- un transformador de tensión para la medición de la tensión de salida de la máquina eléctrica rotativa síncrona.

(ii) Un segundo sistema de conmutación **CF** (Conmutador de Fuentes) configurado para conmutar la tensión que proporciona la red y la tensión que proporciona la máquina eléctrica rotativa síncrona, y que consta de cuatro elementos de maniobra contactores o interruptores automáticos y dos impedancias.

(iii) Un tercer sistema de selección de fase **SF** (Selector de Fases), que permite seleccionar en cada una de las tres fases del sistema trifásico, independientemente:

- si la alimentación es a través de la tensión de la red, o
- si la alimentación es a través de la salida del módulo conmutador de fases.

De tal forma que se puedan realizar huecos monofásicos, bifásicos o trifásicos.

(iv) Un cuarto sistema de control **REG** (Regulación) que controla, por un lado, la tensión de la máquina eléctrica rotativa síncrona a través de la alimentación del devanado rotórico con el rectificador controlado, y por otro lado la posición de los contactores del módulo de conmutación CF.

(v) Un quinto sistema de accionamiento síncrono **AS** (Accionamiento Síncrono), que consta de una segunda máquina eléctrica rotativa síncrona, con su sistema de excitación comprendiendo a su vez: -

- un transformador de excitación, y
- un rectificador controlado, cuyo eje está unido con el eje de la primera máquina eléctrica rotativa síncrona del sistema. MSPP y tiene como objetivo mantener la velocidad de sincronismo, de forma que la tensión generada sea de la misma frecuencia que la red.

(vi) Un sexto sistema de regulación de factor de potencia **RFP** (Regulación del factor de potencia) que controla la tensión de excitación de la máquina eléctrica rotativa síncrona del módulo de accionamiento síncrono y tiene como objetivo mantener el factor de potencia de entrada del equipo a un valor de referencia, para que no haya fluctuaciones de potencia reactiva en la red mientras se realizan ensayos.

(vii) Un séptimo sistema de adaptación de tensiones **ADT** (Adaptador de Tensiones) constituido por dos transformadores idénticos con múltiples relaciones de tensión, para adaptar la tensión de la red a la tensión de las máquinas eléctricas rotativas síncronas que se utilizan, interruptores automáticos de entrada y salida, así como transformadores de medida de corriente y tensión.

Gracias al sistema así descrito se 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. Por otro lado, al no emplear convertidores electrónicos para

ES 2 325 902 A1

realizar la regulación continua de la tensión en el circuito de potencia, no introduce distorsión alguna en las ondas de tensión y de corriente, durante el hueco.

El sistema proporciona una regulación continua de las pendientes de cada rampa de tensión durante el periodo de recuperación, modificando directamente la corriente de excitación de una máquina eléctrica rotativa síncrona, lo que proporciona ondas senoidales de amplitud regulable. Además, mantiene la frecuencia de la tensión durante el hueco, sin emplear reguladores de velocidad, siendo la propia de la red la que fija la frecuencia del generador de huecos al emplear el accionamiento síncrono.

En el punto de la red donde el generador de huecos está conectado, al ser regulable el factor de potencia, se puede conseguir que sólo haya flujo de potencia activa, por lo que se reduce la corriente que la realización de un hueco real inyectaría en la red. Por ello la red no va a tener ninguna perturbación por el hecho de estar realizando ensayos, con la consiguiente ventaja para los elementos cercanos.

En un segundo aspecto de la presente invención el procedimiento de operación del sistema objeto de la invención comprende, al menos, las siguientes etapas:

(i) Una primera etapa de adaptación de la tensión de los transformadores del módulo ADT según la tensión de la red donde se va a realizar el ensayo y se seleccionan las fases que van a ser afectadas por el hueco en el módulo SF.

(ii) Una segunda etapa de conexión de la red a las bornas de entrada del generador de huecos y las bornas de salida del equipo al equipo que se quiere someter al ensayo.

(iii) Una tercera etapa donde se cierra el interruptor automático de entrada del generador de huecos, arrancando posteriormente la máquina eléctrica rotativa síncrona del módulo de accionamiento a través de su elemento de maniobra.

(iv) Una cuarta etapa donde se alimenta a tensión asignada el equipo objeto de ensayo para lo que se cerrarán los interruptores automáticos correspondientes.

(v) Una quinta etapa donde se arrancan el módulo de accionamiento síncrono, alimentando la máquina eléctrica rotativa síncrona a tensión asignada, utilizando el elemento de maniobra correspondiente. El método de arranque de la máquina puede ser arranque asíncrono, mediante un variador de velocidad. Posteriormente, se sincroniza la máquina eléctrica rotativa síncrona del modulo de potencia MSPP a las barras de salida del modulo CF a través de la impedancia. El modulo de regulación REG realiza esta maniobra midiendo la tensión de la máquina y de las barras a través de sendos transformadores de tensión y cuando detecta condiciones de sincronismo eléctrico envía orden de cierre al interruptor.

(vi) Una sexta etapa donde una vez que la máquina está acoplada el módulo de regulación ajusta la tensión de la misma hasta el valor de inicio del hueco. Esta maniobra está programada en el modulo de regulación REG.

(vii) Una séptima etapa donde el módulo de regulación REG envía órdenes al modulo de conmutación CF, para que la alimentación del transformador de salida, que se realizaba a través del transformador de entrada con tensión asignada pase a ser alimentado por la tensión de la máquina eléctrica rotativa síncrona del modulo de potencia MSPP.

(viii) Una última etapa donde el sistema de regulación controla el rectificador controlado de forma que la tensión de la máquina síncrona y por tanto la de salida del equipo es la deseada, previamente programada en el sistema de regulación, reproduciendo fielmente el perfil deseado para la evolución temporal del "hueco de tensión".

50 Breve descripción de las figuras

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

Figura 1.- Representa un esquema general del conjunto de la invención, donde se representan los componentes fundamentales que constituyen su estructura.

Figura 2.- Representa un esquema de detalle del *módulo REG* para regulación dinámica del perfil de tensión generado; por la máquina eléctrica rotativa síncrona del módulo MSPP.

Figura 3.- Muestra un ejemplo de perfil de la evolución temporal de la tensión de un hueco para la homologación de aerogeneradores.

Figura 4.- Muestra un hueco realizado en el laboratorio por un prototipo del generador de huecos objeto de la presente patente.

ES 2 325 902 A1

Realización preferente 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. Tal y como se puede observar en la figura 1 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**. El sistema objeto de la invención comprende los siguientes subsistemas o módulos:

(a) Módulo **MSPP** (Máquina eléctrica rotativa Síncrona Perfil Programable) referenciado como **5**, que es el equipo de potencia que genera una tensión de valor eficaz variable, comprendiendo:

- una máquina eléctrica rotativa síncrona **6**,
- transformador de excitación **7**,
- un rectificador controlado **8**, y
- un transformador de tensión **10**.

(b) Módulo **ADT** (Adaptador de Tensión) referenciado como **11**, que es el equipo de adaptación de niveles de tensión, comprendiendo, al menos:

- dos transformadores, uno reductor **15** y otro elevador **16** con niveles de tensión adaptables mediante tomas.

(c) Módulo **CF** (Conmutador de Fuentes) referenciado como **14**, comprendiendo al menos:

- una salida **47**, y
- dos entradas de potencia, donde una primera entrada **33** proviene del módulo **ADT 11**, y una segunda entrada **32** proveniente del módulo **MSPP 5**; Donde, además, este módulo **CF 14** conmuta entre las dos entradas (**32,33**) siendo la salida la encargada de alimentar al transformador elevador **16** que posteriormente alimentará al equipo ensayado **4**.

(d) Módulo **SF** (Selector de Fases) **39** comprendiendo, al menos:

- tres conmutadores monofásicos de media tensión independientes con accionamiento manual o motorizado, que permite la alimentación de cada una de las fases que el transformador de salida **16**, desde la red **46** o bien desde la salida **47** del conmutador de fuentes **14**, permitiendo generar huecos monofásicos, bifásicos y trifásicos, en función de la posición de los tres selectores.

(e) Módulo **AS** (Accionamiento Síncrono) **12**, que consta de una máquina eléctrica rotativa síncrona **34**, con su sistema de excitación formado por un transformador de excitación **13** y un rectificador controlado **25**, cuyo eje **35** está unido con el eje **36** de máquina del sistema de potencia **6** y tiene como objetivo mantener la velocidad de sincronismo, de forma que la tensión generada sea de la misma frecuencia que la red.

(f) Módulo **RFP** (Regulador Factor de Potencia) **24**, que controla la tensión de excitación de la máquina eléctrica rotativa síncrona **34** del módulo de accionamiento síncrono **12** y tiene como objetivo mantener el factor de potencia de entrada del equipo a un valor de referencia, de forma que se puede seleccionar como consigna el tener un factor de potencia en la entrada del equipo (**2**) igual a la unidad, y se consigue que sólo se intercambie potencia activa con la red (**1**) durante la realización del hueco, por lo que la corriente inyectada a la red (**1**) es similar a la corriente en funcionamiento en régimen permanente del equipo a ensayar (**4**) suponiendo una gran ventaja desde el punto de vista de los usuarios de la red que no se verán perturbados por la realización de ensayos.

(g) Módulo **REG** (Regulación) **9** para la regulación dinámica del perfil de tensión generado por la máquina eléctrica rotativa síncrona **6**, donde la señal de consigna de tensión **41**, es programable y puede realizar múltiples tipos de huecos, y comprende

- un adaptador de medida de la tensión **40** que convierte la tensión del generador procedente de los transformadores de medida (**10**).

Dicha tensión trifásica y alterna, es convertida en un valor continuo proporcional al valor eficaz de la misma. Este valor es comparado con la consigna de tensión **41**, y la señal resultante **42** pasa a través de un regulador tipo **PID 43** que genera una señal de salida **44**. Esta señal es convertida a través de una tarjeta de control **45**, en pulsos para disparar los semiconductores del puente controlado **8**. La salida de potencia del puente controla la tensión del devanado de campo de la máquina eléctrica rotativa síncrona **6**, y de esta forma la tensión en bornas de la misma. El módulo **REG** puede ser realizado mediante un **PLC**, un **PC** o cualquier equipo de control.

ES 2 325 902 A1

La tensión asignada de las máquinas síncronas eléctricas rotativas (6,34) se elegirán entre los valores normalizados (6,6kV; 6kV; 4,16kV; 3,3kV, 690V, 400V; etc.) en función de la potencia del equipo.

Modificando la corriente del devanado de campo de la máquina eléctrica rotativa síncrona (6) a través del rectificador controlado (8), se modifica la amplitud de la tensión resultante sin modificar ni la frecuencia ni la forma de onda sinusoidal.

La expresión que establece la relación entre tensión de salida U_e y la corriente en el devanado de campo I_f , es:

$$\bar{U}_e = k \cdot \bar{I}_f - j \cdot X \cdot \bar{I}$$

Donde I es la comente en el inducido de la máquina eléctrica rotativa síncrona y X es la reactancia interna de la misma.

La salida del módulo REG (9) está conectada al rectificador controlado (8) y, a través de él, regula la tensión de excitación de la máquina eléctrica rotativa síncrona (6).

En este módulo se programa desde un controlador PC o PLC, la evolución temporal del perfil deseado de la señal de consigna (41) que debe seguir el valor eficaz de la tensión aplicada al equipo a ensayar. Este bloque (41) permite programar *in situ* el perfil de tensión deseado para la señal. Posteriormente se realiza la regulación de tensión, a través del regulador PID (43) comparando la consigna (41) con la medida de la tensión (40) del generador (6).

El conexionado secuencial de la invención al equipo a ensayar, se establece a través del módulo CF. Se trata de un conjunto de 4 contactores o interruptores automáticos (18, 19, 20 y 21) de actuación rápida, para posibilitar la maniobra segura de conexión y desconexión del grupo durante el ensayo, y su circuitería de control. Se conectan de la siguiente forma:

- El grupo de contactores o interruptores automáticos denominados como (20) y (21) se conecta directamente la red, al equipo a ensayar.

- El accionamiento síncrono se debe arrancar, utilizado cualquier método: arranque asíncrono, variador de velocidad, etc..., provocando que ambas máquinas eléctricas rotativas síncronas (6) y (34) giren a velocidad de sincronismo.

- La máquina eléctrica rotativa síncrona de perfil programable se sincroniza con la red cerrando el contactor o interruptor (18) a través de la impedancia (22), estando el contactor o interruptor automático (19) abierto.

- Una vez realizada la maniobra de sincronización se disminuye la intensidad de excitación del la máquina eléctrica rotativa síncrona (6) hasta tener en sus terminales la tensión deseada en el fondo del hueco.

La secuencia de actuación de dichos contactores para la maniobra de inicio del ensayo y conmutación, se recoge en la siguiente tabla:

| Secuencia | Interruptores Automáticos/Contactores | | | |
|-----------|---------------------------------------|---------|---------|---------|
| | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 1 | Abierto | Abierto | Cerrado | Cerrado |
| 2 | Cerrado | Abierto | Cerrado | Cerrado |
| 3 | Cerrado | Abierto | Cerrado | Abierto |
| 4 | Cerrado | Cerrado | Cerrado | Abierto |
| 5 | Cerrado | Cerrado | Abierto | Abierto |

La tensión de la línea de conexión de los equipos que se pretenden ensayar con esta invención, está habitualmente comprendida entre 10 y 30kV, mientras que la tensión asignada de las máquinas eléctricas rotativa síncronas, que establecen el perfil temporal de la tensión durante el ensayo, es diferente (6,6kV, 6kV; 3,3kV; 690V; 400V etc.; según el caso). El módulo ADT (11) dispone de dos transformadores idénticos, uno en la entrada (15) y otro en la salida (16), para adaptar estos niveles de tensión.

El lado de mayor tensión del transformador de la entrada (15) 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

ES 2 325 902 A1

MSPP (5) y los terminales (33) del módulo CF (14). El lado de mayor tensión del transformador de la salida (16) 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 CF (14).

5 Por tanto, el generador de huecos de la presente invención permite el ensayo de generadores o receptores, pudiendo ser el flujo de potencia desde el generador de huecos hacia la red o desde la red al generador de huecos respectivamente. En el caso de realizar ensayos de generadores la máquina síncrona 34 funciona como generador y la máquina síncrona 6 funciona como motor. En el caso, que el equipo a ensayar 4 sea un receptor, la máquina síncrona 34 funciona como motor y la máquina síncrona 6 funciona como generador.

10

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 3 en bornes de un aerogenerador (equipo a ensayar) conectado a una línea.

15 1. Preparación del equipo generador de huecos de tensión

- Módulo CF. Se mantiene desactivado este módulo con todos los contactores o interruptores automáticos (18, 19, 20 y 21) en posición de abierta. Este módulo realizará las conexiones necesarias para ejecutar la maniobra.

20

- Módulo SF. Se deben seleccionar las posiciones de los conmutadores dependiendo del tipo de hueco que se quiera realizar; trifásico, bifásico o monofásico.

25

- Módulo ADT se prepara la conexión de ambos transformadores para la tensión del equipo a ensayar, para lo que se ajustarán las tomas en los transformadores de entrada y salida (15) y (16).

- Módulo REG (Fig 2). Se programa el perfil de tensión temporal definido (ver figura 3) para lo ajustará la referencia (41).

30

- Posteriormente se cierran los contactores (19) y (21) quedando alimentado el equipo objeto de ensayo (4) a tensión y frecuencia asignada. Este estado corresponde al estado (1) de la secuencia del estado de los contactores.

35 2. Ejecución del ensayo

- Módulo CF. Partiendo del estado de la secuencia 1 de la tabla, que corresponde con el equipo objeto de ensayo alimentado desde la red, se debe sincronizar la máquina eléctrica rotativa síncrona (6) a través de la impedancia (22) cerrando los contactores (18). En este momento el estado de los contactores corresponde al estado "2" de la tabla.

40

- En este momento el módulo REG ajusta la tensión en boinas de la máquina (6) al valor de comienzo del hueco (20% en este caso), para posteriormente modificar el estado de los contactores desde el estado "2" hasta el estado "5", pasando por los estados "3" y "4".

45

- El módulo de regulación (9) una vez que comienza la transición mantiene la tensión en boinas de la máquina (6) según la consigna (41). En este caso el hueco corresponde con el recogido en la figura 3. Durante el periodo "1-2" (500 ms), el dispositivo de regulación mantiene la tensión al 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 de la tensión. 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. Banco de ensayo de equipos eléctricos, generadores o consumidores, frente a huecos de tensión, que permite obtener un perfil programable de tensión, **caracterizado** porque comprende:

(a) una primera máquina eléctrica rotativa síncrona (6) encargada de generar una tensión de valor eficaz variable y excitada por un primer transformador de excitación (7) y un primer rectificador controlado (8);

10 (b) una segunda máquina eléctrica rotativa síncrona (34) acoplada a la red (1), cuyo eje (35) está unido con el eje (36) de la primera máquina eléctrica rotativa síncrona (6) para mantener la velocidad de sincronismo;

(c) un conmutador de fuentes (14), compuesto por al menos:

15 - cuatro contactores (18, 19, 20 y 21) y

- un sistema integrado de limitación de corriente de conmutación, compuesto a su vez por, al menos:

- dos impedancias (22 y 23);

20 disponiendo dicho conmutador de fuentes (14) de:

- una salida (47) encargada de alimentar al equipo objeto de ensayo (4), y

25 - dos entradas de potencia, una primera entrada (33) proveniente de la red (1) y una segunda entrada (32) proveniente de la primera máquina eléctrica rotativa síncrona (6);

estando configurado el conmutador de fuentes (14) para conmutar entre las dos entradas (32,33); y

30 (d) un sistema de control (9) consistente en un dispositivo programable encargado de controlar la posición de los contactores (18, 19, 20 y 21) del conmutador de fuentes (14) y de controlar la tensión de excitación de la primera máquina eléctrica rotativa síncrona (6) en función de la consigna de evolución temporal deseada para la tensión.

35 2. Banco de ensayo según reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende además un módulo de selección de fases (39) compuesto por tres conmutadores monofásicos con control independiente, que permite la alimentación de cada una de las fases del equipo objeto de ensayo (4) desde la red (1) o desde la salida (47) del conmutador de fuentes (14), permitiendo generar huecos monofásicos, bifásicos y trifásicos en función de la posición de dichos tres conmutadores.

40 3. Banco de ensayo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado** porque además incluye un regulador de factor de potencia (24) encargado de controlar la tensión de excitación de la segunda máquina eléctrica rotativa síncrona (34) para mantener el factor de potencia de entrada a un valor de referencia.

45 4. Banco de ensayo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque además comprende un sistema para adaptación de tensiones (11) para adaptar la tensión de la red a la tensión de las máquinas eléctricas rotativas síncronas, comprendiendo dos transformadores, uno reductor (15), conectado entre la red (1) y la segunda máquina eléctrica rotativa síncrona (34), y otro elevador (16), conectado entre la salida (47) del conmutador de fuentes (14) y el equipo objeto de ensayo (4).

50 5. Banco de ensayo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque además incluye medios para tratamiento de señales de tensión, corriente y potencia para el registro de medidas para los ensayos a los que está destinado.

55 6. Método de ensayo implementado en el banco de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque para realizar el ensayo de equipos eléctricos conectados a redes eléctricas frente a “huecos de tensión” comprende la siguiente secuencia de actuaciones:

60 - Primero, con el mecanismo de cambio de tomas de los transformadores, se adapta la tensión de los transformadores del módulo ADT (11) al valor de las tensiones de red en el punto de conexión, posteriormente, en el dispositivo de selección de fases (39), se programa el tipo de ensayo (hueco monofásico, bifásico o trifásico) y en el módulo de control (9) el perfil deseado para la evolución temporal del “hueco de tensión” durante el ensayo; a continuación, se conecta el sistema a la línea de acometida (2) y se mantiene en vacío el dispositivo, desconectado del equipo a ensayar (4); así dispuesto el sistema, se ejecuta la maniobra programada para realizar los ajustes en vacío;

65 - Una vez realizados los ajustes anteriores 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 reproducen el perfil deseado para la evolución temporal del “hueco de tensión” en cada una de las fases de la red, durante el ensayo.

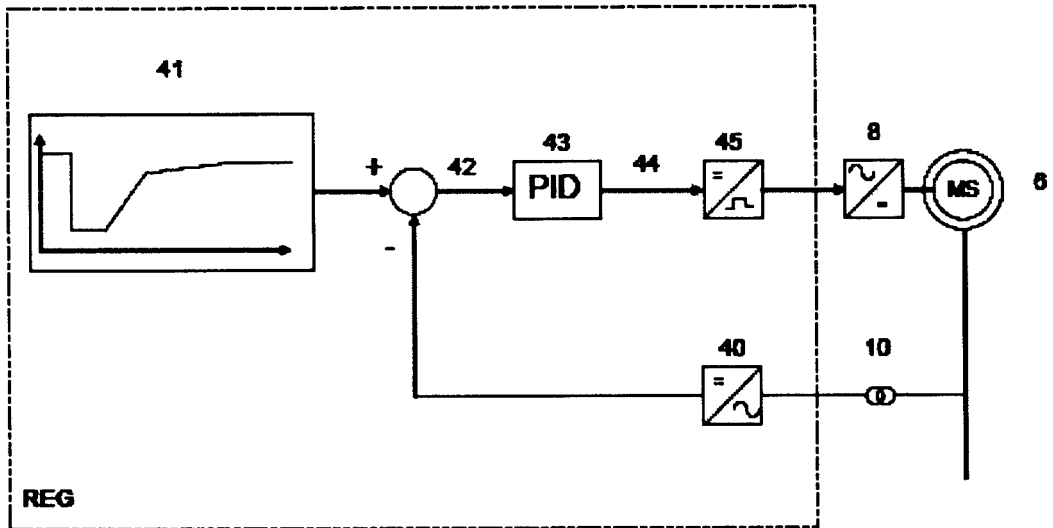


FIG. 2

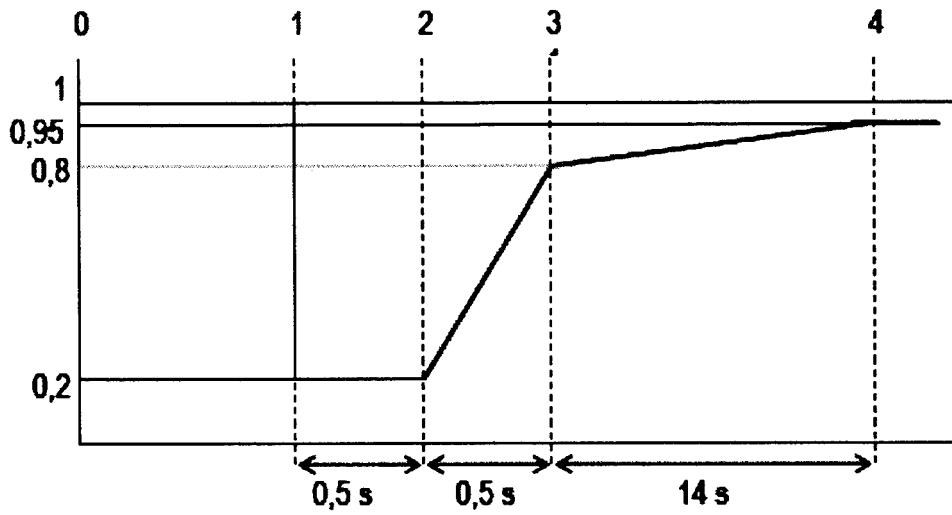


FIG. 3

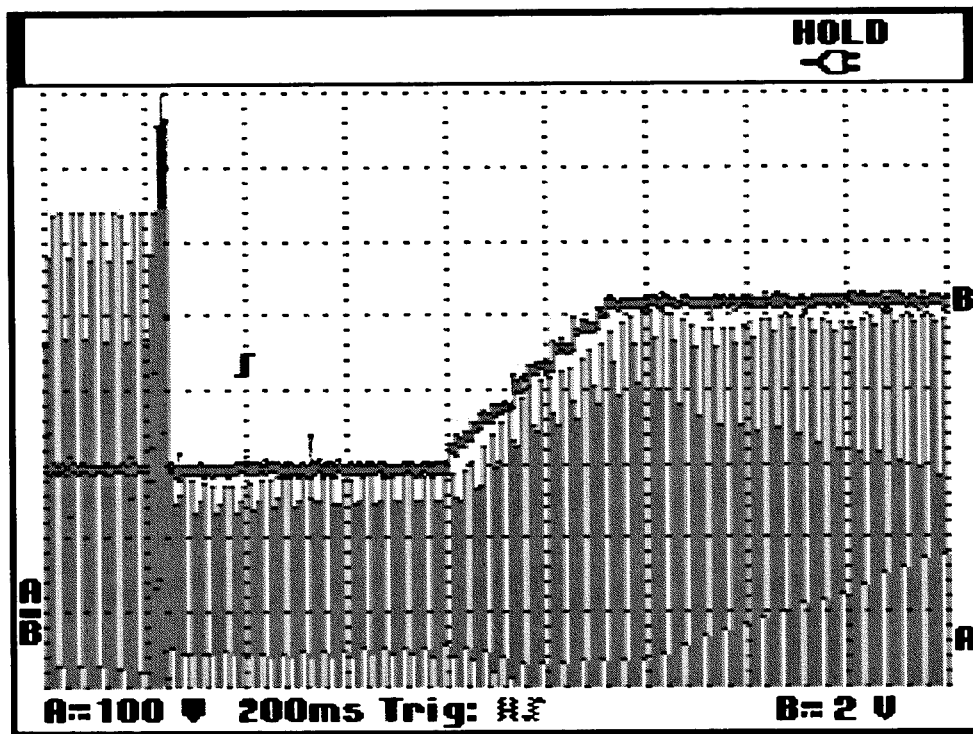


FIG. 4



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 325 902

② Nº de solicitud: 200803087

③ Fecha de presentación de la solicitud: 30.10.2008

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 |
|-----------|--|----------------------------|
| A | COLLINS E.R., MORGAN R.L. "A Three-phase Sag Generator for Testing Industrial Equipment". IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 11, No. 1., 1995 | 1-3, 5 |
| A | RAJPUT R.K. Utilisation of Electrical Power, Laxmi Publications Ltd., Nueva Delhi, 2006, págs. 273-276. | 1, 3 |
| A | EP 195551 B1 (PRECISE POWER CORPORATION) 24.09.1986, todo el documento | 1, 3-5 |
| A | IVANOV-SMOLENSKI A. V. Máquinas Eléctricas. Editorial Mir. Moscú. Tomo 2. 1984. páginas 439 y 440. | 1 |
| A | US 5311062 A (FARKAS) 10.05.1994, todo el documento. | 1 |
| A | US 5990590 A (ROESEL et al) 23.11.1999, todo el documento | 1 |

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

31.08.2009

Examinador

P. Valbuena Vázquez

Página

1/5

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

H02K 47/20 (2006.01)

H02P 25/30 (2006.01)

G01R 31/34 (2006.01)

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

H02K, H02P , G01R

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

INVENES, EPODOC, WPI, ELSEVIER, IEEE, IEE

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 31.08.2009

Declaración

| | | |
|--|----------------------|-----------|
| Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986) | Reivindicaciones 1-6 | SÍ |
| | Reivindicaciones | NO |
| Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986) | Reivindicaciones 1-6 | SÍ |
| | Reivindicaciones | NO |

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 ha sido publicada.

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 | COLLINS E.R., MORGAN R.L. "A Three-phase Sag Generator for Testing Industrial Equipment" (IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 11, No. 1., 1995) | 1995 |
| D02 | RAJPUT R.K. Utilisation of Electrical Power, Laxmi Publications Ltd., Nueva Delhi, 2006, págs. 273-276. | 2006 |
| D03 | EP 195 551 (PRECISE POWER CORPORATION) | 24-09-1986 |
| D04 | IVANOV-SMOLENSKI A. V. Máquinas Eléctricas. Editorial Mir. Moscú. Tomo 2. 1984. páginas 439 y 440. | 1984 |

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

De todos los documentos recuperados del estado de la técnica se considera que el documento D1 es el más próximo a la invención que se analiza. A continuación se comparan las reivindicaciones de la solicitud con los documentos más relevantes.

Primera reivindicación

D1 muestra un banco de ensayo de equipos eléctricos frente a huecos de tensión. El sistema cuenta con una primera máquina eléctrica rotativa síncrona (synchronous generator en la figura 1) encargada de generar una tensión de valor eficaz variable y excitada por un transformador de excitación y un primer rectificador controlado (linear amplifier field excitation en la figura 1).

La primera reivindicación presenta las siguientes diferencias con respecto a D1: - D1 no incluye una segunda máquina rotativa síncrona acoplada a la red y cuyo eje está unido con el eje de la primera máquina síncrona para mantener la velocidad de sincronismo. D1 lo que presenta en su lugar es un motor Diesel.

- D1 no permite el ensayo de equipos generadores sino sólo de consumidores. - D1 no especifica un conmutador de fuentes.

Combinar un motor y un generador unidos mecánicamente es algo conocido desde hace al menos cien años. Por ejemplo, el sistema de control Ward Leonard, de finales del siglo XIX consiste en un motor (CC o CA) unido a un generador de corriente continua. La salida de este generador se emplea para controlar un motor de corriente continua que es el que se une a la carga, por ejemplo un ascensor, cuya velocidad se controla. El sistema se comporta como un amplificador de alta potencia construido con máquinas eléctricas rotativas.

Una de las características del sistema Ward Leonard es su reversibilidad (ver documento D2, página 275). El documento D2 además indica que son conocidos los sistemas Ward Leonard en los que el motor que se encuentra unido mecánicamente al generador es un motor síncrono. El documento D2 también enseña que son conocidos los sistemas Ward Leonard en los que el motor mencionado es sustituido por un motor térmico, por ejemplo un motor Diesel (página 275, primer párrafo).

Pese a que el documento D2 recoge varias de las diferencias que existen entre la invención y el documento D1, no parece que combinar D1 con D2 fuera evidente para un experto en la materia que partiera de D1 en la fecha en la que la solicitud se presentó.

El efecto técnico de la primera diferencia es claro: al accionar el generador síncrono con un motor síncrono en vez de con un motor Diesel el sistema se simplifica, pues la energía de la prueba procede de la propia red. Por otro lado, se hace posible devolver energía a la red, y así probar sistemas generadores ante huecos de tensión y no sólo consumidores.

Hoja adicional

El problema técnico objetivo a la vista de D1 sería por tanto, cómo simplificar el sistema, alimentando desde la propia red y cómo hacer el sistema reversible para poder probar también el comportamiento de sistemas generadores de electricidad. Identificar este problema a partir de D1 no parece evidente. Al menos en D1 no se encuentra ninguna referencia a dicho problema. Aunque identificar dicho problema fuera evidente, no parece que la solución propuesta en la solicitud fuera evidente para un experto en la materia. Por un lado, los sistemas Ward Leonard están prácticamente en desuso y han sido sustituidos por controladores electrónicos de estado sólido. Por otro lado, estos sistemas están asociados al control de motores de corriente continua, y no a sistemas de corriente alterna en los que puede haber un motor o no. Teniendo en cuenta estos dos últimos datos, no parece haber en D1 ni en el conocimiento propio del experto en la materia, una motivación o una señal que le dirija hacia D2. En último lugar, el sistema de conmutación de fuentes de la primera reivindicación no se encuentra ni en D1 ni en D2, ni parece evidente a partir de dichos documentos.

Por lo tanto, la primera reivindicación presentaría actividad inventiva tal y como se establece en el artículo 8.1 de la Ley Española de Patentes, Ley 11/1986.

Se han encontrado otros documentos en el estado de la técnica que muestran un motor síncrono unido por el eje a un generador síncrono, por ejemplo, el documento D3. Sin embargo, el sistema del documento D3 no recoge el problema de la reversibilidad, es decir, no está previsto para recoger energía y devolverla a la red. Además, el campo técnico y la aplicación del documento D3 parecen alejados de la aplicación y el campo técnico del documento D1. Por lo tanto, no parece que fuera evidente para un experto en la materia que partiera de D1 en la fecha en la que se presentó la solicitud, combinar las enseñanzas de D3 y además realizar las modificaciones precisas para llegar al sistema de la primera reivindicación de la solicitud.

Otro documento interesante es D4 (figura 63-20), que muestra un sistema de interconexión de redes en el que la energía puede fluir de manera bidireccional a través del eje común que une dos máquinas síncronas. No parece que fuera evidente para un experto en la materia que partiera de D1, recurrir a las enseñanzas de D4 para llegar hasta la invención que se analiza. Ambos documentos parecen alejados e inconexos, incluso para un experto en la materia.

Reivindicaciones segunda a sexta

Estas reivindicaciones dependen de la primera reivindicación, y por lo tanto también presentarían actividad inventiva.

Nota final:

Para cumplir con lo indicado en el artículo 5.2.c del RP, los documentos D2-D4 deberían ser identificados en la descripción, comentando cuál es la aportación más importante que hacen al estado de la técnica y qué diferencias o ventajas presenta la solicitud frente a tales documentos. Por otro lado, el final de la página 3 de la descripción y el comienzo de la página 4 no son claros; parece haberse cometido un error. Después de leer las referencias indicadas, parece que el documento que emplea un generador síncrono es el documento de Collins y Morgan, y no el documento de Rodríguez. Respecto a este último documento, es importante señalar que el artículo no deja claro cuál es la estructura del sistema para generar los huecos de tensión; sería de agradecer una referencia más precisa.