

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 302 412**

21 Número de solicitud: 200502457

51 Int. Cl.:  
**G06F 1/02** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **03.10.2005**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **01.07.2008**

Fecha de la concesión: **06.05.2009**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **20.05.2009**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**20.05.2009**

73 Titular/es: **Universidad de Sevilla**  
**OTRI-Pabellón de Brasil**  
**Paseo de las Delicias, s/n**  
**41012 Sevilla, ES**  
**Consejo Superior de Investigaciones Científicas**

72 Inventor/es: **León de Mora, Carlos;**  
**Monedero Goicoechea, Iñigo;**  
**García Delgado, Antonio;**  
**López Ojeda, Antonio;**  
**Elena Ortega, José Manuel y**  
**Montaño Asquerino, Juan Carlos**

74 Agente: **No consta**

54 Título: **Generador de patrones eléctricos (GPE).**

57 Resumen:

Generador de patrones eléctricos (GPE).

El generador de patrones eléctricos (GPE) es un sistema capaz de generar una secuencia de patrones clasificados, dentro de un conjunto global, en subconjuntos de patrones de un mismo tipo. El conjunto global se corresponde con las infinitas perturbaciones existentes en las ondas de tensión de una red eléctrica trifásica. Los subconjuntos se corresponden con cada uno de los tipos de perturbaciones que se han detectado en la red eléctrica europea de baja tensión. Estos subconjuntos se denominan: armónicos, flicker, hueco, sobretensión, transitorios, desviación de frecuencia, ruido y disimetría. El GPE es capaz de crear de forma automática un número ilimitado de los patrones correspondientes a cada uno de estos subconjuntos de infinitos elementos.

ES 2 302 412 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Generador de patrones eléctricos (GPE).

5 **Objeto de la invención**

El generador de patrones eléctricos (GPE) permite generar secuencias de patrones clasificados, que se corresponden con las perturbaciones existentes en las ondas de tensión de la red eléctrica trifásica europea de baja tensión. El GPE puede crear de forma automática un número ilimitado de los patrones correspondientes a cada perturbación. Se proporciona así una herramienta muy útil en el entrenamiento de redes neuronales artificiales (RNA). Por otra parte, se pueden generar estos patrones, como señales reales, para probar la sensibilidad de los equipos a dichas perturbaciones y establecer o verificar las normas de calidad.

15 **Estado de la técnica**

La detección y la clasificación de las diversas perturbaciones que causan problemas de la calidad de la señal eléctrica es una tarea difícil que requiere un alto nivel de la experiencia en ingeniería [A. Hussain, M.H. Sukairi, A. Mohamed, R. Mohamed, "Automatic Detection Of Power Quality Disturbances and Identification of Transients Signals", International Symposium on Signal Processing and its Applications, Kuala Lumpur, Malaysia, 13-16 August 2001]. Debido a estas dificultades, las herramientas de inteligencia artificial emergen como una alternativa interesante en la detección de perturbaciones eléctricas [R. Adapa: "Power Quality Analysis Software", 0272-1724/02, IEEE Power Engineering Review, February 2002]. Las principales herramientas inteligentes de interés incluyen los sistemas expertos, la lógica difusa y las redes neuronales artificiales (RNAs) [W.R. Anis Ibrahim and M.M. Morcos, "Artificial Intelligence and Advanced Mathematical Tools for Power Quality Applications: A Survey", 668 IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 17, April 2002]. El reconocimiento de patrones mediante RNAs requiere, generalmente, el proceso previo de los datos. Con posterioridad, la RNA realiza la extracción de la característica y la clasificación final. Una de las tareas más importantes del proceso del diseño y del desarrollo de un RNA es generar un número adecuado de patrones de entrenamiento para reconocer futuras entradas. A veces se obtiene un diseño de la RNA, al parecer óptimo, pero que ha sido obtenido con un número bajo y limitado de patrones. Esto origina malos resultados en la identificación por parte de la RNA de señales de entrada del mismo tipo que las de los patrones de entrenamiento. En concreto, en la identificación de señales eléctricas reales, una gran cantidad de estos patrones eléctricos son necesarios debido a las combinaciones múltiples de diversas perturbaciones que puedan coincidir en una o varias ventanas de observación. Otro problema adicional con RNAs, aplicadas al análisis de la calidad de la señal eléctrica, es la imposibilidad de conseguir patrones verdaderos directamente de la línea de la red eléctrica debido a la aparición irregular de estas perturbaciones a lo largo del tiempo.

La simulación de la falta de calidad de la potencia se realiza mediante la generación de señales perturbadas, semejantes a las existentes en la red trifásica. Este tipo de generadores específicos ha alcanzado gran importancia en test de fallos en sistemas eléctricos, calibración de analizadores de potencia y equipos electrónicos de medida, enseñanza e investigación. Es necesario realizar pruebas de comportamiento de los equipos ante señales distorsionadas por armónicos y desequilibrios entre las fases de la red. Las oscilaciones y cambios de la frecuencia de la señal de red juegan un papel importante en sistemas de temporización y alarmas. Finalmente, existen problemas en los ordenadores debido a: transitorios superiores a 200 V, huecos de tensión superiores al -20% del valor nominal y sobretensiones superiores al +10% del valor nominal [IEEE recommended Practice for Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment, IEEE, NY, Sept. 1995].

La instrumentación actual de generadores de señales que permitan simular todos estos tipos de perturbaciones es escasa, poco versátil y muy costosa. Las pocas empresas norteamericanas que los fabrican ofrecen modelos que generan tres ondas de tensión, controladas en amplitud, con frecuencia y THD ajustables, y con un software opcional para añadir algunos tipos de perturbación (p. e. transitorios) a las señales de tensión [Elgar Smartwave SW5250; Pacific ASX].

Sin embargo, en la instrumentación existente hoy día en el mercado no se ha encontrado la generación de las señales de tensión, reivindicadas en la presente solicitud de patente, ni en sus formas de presentación, control y número de parámetros variables.

De todo lo anterior se desprende que no existen antecedentes de un dispositivo con las características del objeto de la presente invención, si bien existe un trabajo [J.C. Montaña y R. Aparicio, "Harmonic Analyzer/Generator", IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. IM-32, Junio 1983, pp. 312-315] referente a la generación de grupos de ondas modulados el amplitud, fase y duración del grupo, y algunas patentes de circuitos de conversión de tensiones o intensidades de continua a alterna US 4249235; "Circuit arrangement for inexpensive production of three-phase current from de current"; 03.02.1981]. También existe una solicitud de patente [J.C. Montaña y otros, 200202110 "Generador de funciones trifásicas"; 13.09.2002] que genera ondas trifásicas con tres tipos de perturbaciones estacionarias: armónicos, variación de frecuencia y asimetría. En cualquier caso, la patente anteriormente mencionada no permite generar todos los tipos de perturbaciones transitorias existentes en la red eléctrica. impulsos, oscilación, hueco, sobretensión, o interrupción ni otras perturbaciones tales como el flicker o el ruido gaussiano. Tampoco es posible generar en forma automática infinidad de secuencias de ondas pertenecientes todas ellas a un mismo tipo de perturbación, operación imprescindible para el entrenamiento eficaz de RNAs y para el test de sensibilidad de aparatos a ciertos tipos de perturbaciones. Por

último, en la citada solicitud de patente 200202110, no existe una etapa final que, mediante el uso de un amplificador de potencia, permita aplicar las señales dentro de los niveles de amplitud (200 V-300 V) que una carga industrial requiere. El generador de patrones eléctricos objeto de la presente invención aporta una solución a esta desventaja del anterior dispositivo.

5

### **Explicación de la invención**

El objeto de la presente invención es un generador de patrones eléctricos consistente en un circuito electrónico de conversión digital-analógica, D/A, controlado por un programa residente en la memoria de un ordenador, y que incluye una unidad de potencia que permite convertir las señales de bajo nivel de tensión y potencia a niveles de aplicación para análisis y test de sensibilidad de equipos reales.

10

La inclusión de esta unidad de potencia es el elemento diferenciador respecto al estado de la técnica anterior.

15

El programa residente permite introducir mediante una interfaz de usuario cualquier tipo de perturbación existente en redes eléctricas trifásicas y en particular permite introducir perturbaciones estacionarias, tales como armónicos, flicker y asimetrías en módulo y fase de las señales de tensión trifásica, y también perturbaciones transitorias.

20

La unidad de potencia presenta triple salida, ancho de banda comprendido entre 20 Hz y 20 KHz, una ganancia de tensión de al menos 300 V RMS y potencia de salida para cada fase de al menos 100 w, todo ello con una distorsión armónica total y ruido menor al 0,2% de la salida.

25

La interfaz de usuario contiene al menos una sección de indicadores con la información que se ofrece al usuario y otra sección de controles con los valores que puede modificar el usuario para editar la señal que desee.

30

El generador de patrones puede generar señales trifásicas senoidales a las que se superpone individualmente una selección de perturbaciones, programables cada una de ellas, tales como la distorsión armónica (definida por el coeficiente THD), flicker, huecos, sobretensiones, transitorios de alta y baja frecuencia, desviación en frecuencia fundamental, y ruido.

35

El generador puede asimismo funcionar en modo automático para generar un gran volumen de patrones por cada tipo de perturbación descrita anteriormente.

### **Breve descripción de la figura**

35

Módulos electrónicos de que consta el dispositivo de la Figura 1:

DAC: Tarjeta de conversión digital-analógico.

40

PC: ordenador personal.

P: Sistema de potencia.

45

A: Amplificador de potencia

T: Transformador de tensión

### **Descripción detallada de la invención**

50

El generador eléctrico de patrones (GEP) contiene los elementos necesarios para emular el funcionamiento de la red eléctrica europea de baja tensión en lo que a sus ondas trifásicas de tensión se refiere, pudiendo reproducir las anomalías que más frecuentemente aparecen en la práctica y que llegan hasta el usuario final. El GEP consta de:

55

1. La interfaz principal de usuario para crear ondas trifásicas similares a la de la red eléctrica, añadiendo perturbaciones sobre ellas a voluntad, y mostrarlas en la pantalla de un PC.

2. El hardware y el software de control necesarios para poder lanzar las señales editadas a través de una tarjeta de generación de datos comercial.

60

3. La unidad de potencia para la generación de las señales editadas al nivel de tensión adecuado para efectuar un test de sensibilidad de los equipos electrónicos y eléctricos a todo tipo de perturbaciones.

#### *1. Interfaz principal de usuario*

65

El usuario del GEP interactúa con el software mediante una única interfaz de usuario, a partir de la cual puede acceder a diversas sub-interfaces conforme selecciona ciertas perturbaciones a añadir a la señal. No existen menús ni otras vías de actuación con el programa salvo aquello que se presenta en la interfaz principal de usuario, lo cual redundará en beneficio de la sencillez y la compactación de la información con que se entra al programa.

## ES 2 302 412 B1

La interfaz principal de usuario se encuentra dividida en dos secciones completamente diferenciadas:

A) La sección superior contiene los Indicadores (información que se ofrece al usuario).

5 B) La sección inferior contiene los Controles (valores que puede modificar el usuario para editar la señal que desee).

### A) Indicadores

10 Esta sección contiene toda la información relativa a la señal que el usuario ha editado, así como ciertos mensajes que el sistema muestra al usuario según circunstancias de la edición. Estos indicadores son:

#### *Etiqueta de nombre - versión - créditos*

15 Este elemento es una etiqueta fija en la cual figura el nombre de la aplicación y la versión de desarrollo en cuestión.

#### *Gráfica de la señal*

20 En una zona de la pantalla se agrupa la mayor parte de la sección de indicadores por ser el elemento que más información puede aportar sobre la señal que se edita. En él puede verse una representación gráfica de la señal editada con los valores absolutos de la tensión de la forma de onda en el eje de ordenadas y el tiempo en el eje de abscisas. Esta gráfica puede ser objeto de zoom picando en ella con el botón izquierdo y arrastrando el puntero con dicho botón pulsado hasta seleccionar un área rectangular que se desea ampliar. Para que el zoom sea efectivo y no se vuelva a la situación anterior a dicho zoom, el control *autoescalado* tiene que estar fijado al valor OFF. Para volver a visualizar la señal en la ventana que se ha seleccionado mediante el parámetro *duración de la señal* se debe situar el control *autoescalado* en la posición de ON.

#### *Etiqueta de características generales*

30 Se trata de una etiqueta fija que indica que la zona derecha de los indicadores está básicamente destinada a mostrar características generales de la señal editada, es decir, diversos parámetros que el programa calcula automáticamente para cada señal que se edita.

#### *Número de muestras totales*

35 En este indicador podemos visualizar el número de muestras que tiene la señal editada que se está mostrando en la gráfica. Este número de muestras puede variarse actuando, bien sobre la duración de la señal disminuyendo o ampliando la ventana que estamos utilizando para ver la señal, bien sobre el número de muestras por ciclo ideal que se está usando para el muestreo.

#### *Período de muestreo (MS)*

40 Aquí podemos visualizar el período de muestreo (distancia entre dos muestras consecutivas) que estamos utilizando para sintetizar la señal. Puede variarse actuando sobre el parámetro *muestras por ciclo ideal*.

#### *Número de ciclos ideales*

45 En este indicador tenemos información sobre el número de ciclos ideales que hemos editado en nuestra señal, es decir, la equivalencia en ciclos ideales de la duración de la ventana seleccionada. Dado que el ciclo ideal tiene como valor 20 ms, el valor aquí mostrado es simplemente el resultado de dividir la duración de la señal en milisegundos por un factor de 20.

#### *THD señal armónica*

55 Este indicador muestra el valor del *THD (Total Harmonic Distortion - Distorsión Armónica Total)* calculado exclusivamente para la señal que se ha editado en la sección de edición de armónicos.

#### *Mensajes del sistema*

60 En una pequeña ventana de diálogo se informa de posibles errores o incompatibilidades entre parámetros que hayan podido producirse a la hora de editar la señal. Los mensajes que pueden aparecer son los siguientes:

- OK. En este caso no hay ningún problema con la señal editada y todos los parámetros toman valores correctos

65 - Error en huecos - sobret. Este es un mensaje de error que se produce cuando los parámetros editados en algún hueco o sobretensión son incorrectos. El posible error se debe a que se pueden seleccionar la amplitud de la perturbación, la duración, las pendientes de subida y bajada de manera independiente, pero estos

## ES 2 302 412 B1

parámetros no son independientes entre sí. Puede darse el caso, a modo de ejemplo, de que seleccionemos una amplitud grande de la perturbación, unas dinámicas lentas en las pendientes de subida y bajada y una duración breve. Podría ser que “no diera tiempo” a alcanzar los valores necesarios dentro de la duración estipulada. En tal caso, la señal que se está editando no es viable con los parámetros que se están demandando y se trata de un error que se especifica mediante este mensaje para que el usuario pueda corregirlo.

- Error en transitorios. Este tipo de mensaje de error se produce en el frecuente caso de que el usuario edite un fenómeno transitorio con una frecuencia excesivamente rápida que viole el teorema de Nyquist para el muestreo de una señal. Es decir, el fenómeno transitorio no puede tener una frecuencia que rebase la mitad de la frecuencia de muestreo de la señal. Cuando ocurre que el fenómeno transitorio es excesivamente rápido en relación con la frecuencia de nuestro muestreo, se imprime este mensaje de error en la ventana de diálogo para informar al usuario de que debe cambiar algún parámetro de cara a que el resultado de la señal editada sea correcto. Este mismo fenómeno puede darse si introducimos en la señal un armónico de orden muy alto. Como no es habitual que esto ocurra dentro del rango de parámetros de trabajo habituales, el programa no informa de este error.
- Error en huecos - sobret y transitorios. Este mensaje simplemente es un compendio de los dos anteriores para indicar al usuario que están sucediendo las dos anomalías antes descritas de manera simultánea.

### LED circular

El cometido de este elemento es informar al usuario de una manera inmediata de que se ha producido alguno de los errores anteriormente descritos. Cuando dichos errores se dan, este indicador se enciende mostrando un color rojo y por el contrario, cuando la edición es totalmente correcta permanece apagado mostrando un color verde.

### B) Controles

Son los elementos sobre los que el usuario puede actuar para editar la señal que desee. Cada control numérico tiene la siguiente estructura:

- Un elemento gráfico de tipo barra, rueda, etc. que permite editar el valor numérico que se desea. En algunos controles puede no existir este elemento gráfico.
- Un elemento de visualización, “display” digital, que puede sustituir al anterior.

Existen los siguientes elementos de control:

#### Edición de armónicos

Mediante este elemento se editan las señales trifásicas a partir de su contenido armónico, soportando hasta cuarenta armónicos en amplitud y fase, así como gestión del nivel de continua de la señal.

Este control es el primero que se debe activar cuando el usuario quiere comenzar a editar una señal. Conduce a una interfaz con diversas ventanas que muestran unas barras en las que el usuario puede seleccionar el valor RMS de la amplitud del armónico que quiere añadir a la señal, así como la fase de éste. Puede pasarse de una ventana de armónicos a otra simplemente pulsando sobre las pestañas que se encuentran en la parte superior de la ventana. Asimismo, existe un botón de *Clear* para limpiar totalmente todos los “display’s”. El nivel de continua de la señal se encuentra en un “display” independiente en la parte inferior de la ventana.

Para terminar la edición de armónicos dejando definitivos los cambios realizados, pulsaremos el botón *Aceptar* en la parte inferior derecha de la ventana. En caso de que no queramos que dichos cambios queden permanentes en la señal editada pulsaremos el botón *Cancelar*.

#### Flicker

Mediante el elemento *Flicker* se llega a una interfaz en la que el usuario puede seleccionar los parámetros del modelo de perturbación flicker:

- *Inicio Perturbación (ms)*. Instante de comienzo de la perturbación que se edita, expresado en milisegundos.
- *Duración Perturbación (ms)*. Duración de la perturbación que se edita, expresada en milisegundos.
- *Amplitud RMS Flicker (mVrms)*. Amplitud de la componente de ruido flicker expresada en milivoltios eficaces. Se toma esta unidad por tratarse de un parámetro que presenta gran sensibilidad. Pequeñas variaciones del mismo provocan gran distorsión en la señal que se edita.
- *Frecuencia Flicker (Hz)*. Frecuencia que presenta el fenómeno de flicker editado, expresada en Herzs.

## ES 2 302 412 B1

- *Fase Flicker (Grados)*. Fase inicial del fenómeno de flicker, expresada en Grados.

Asimismo, disponemos de una etiqueta fija en la parte superior para caracterizar la interfaz como *Edición de Flicker* y dos botones de *Aceptar* y *Cancelar* para decidir si se dejan o no se dejan como definitivos los cambios efectuados.

5

### *Huecos y sobretensiones*

Este control conduce a una interfaz en la que se ofrece al usuario la posibilidad de gestionar hasta un total de diez perturbaciones de tipo hueco o sobretensión simultáneamente. Mediante este control se edita un conjunto de perturbaciones de índole transitoria (huecos, cortes, microcortes, interrupciones y sobretensiones, etc.) que se agrupan en dos categorías: bajadas (huecos) y subidas (sobretensiones).

10

La pantalla comprende tres secciones. De izquierda a derecha, son las siguientes:

15

- Etiqueta fija que hace referencia al número de la perturbación que se edita.
- Tabla que indica el tipo de perturbación: hueco o sobretensión.
- Información fundamental de la interfaz, referente a las características propias de la perturbación que desea editarse. Contiene los siguientes parámetros:
  - *Amplitud (%)*. Selecciona el valor máximo de subida o bajada de la señal de tensión, relativo al valor máximo que toma la señal armónica.
  - *Inicio (ms)*. Comienzo de la perturbación.
  - *Duración (ms)*. Número de milisegundos que la señal permanece distorsionada.
  - *Pendiente inicial y Pendiente final. (Vrms/ms)*. Selecciona la pendiente de subida y bajada del trapecio utilizado como modelo. Los tiempos de subida y bajada están incluidos en la duración total de la perturbación.
- Etiqueta fija que indica el tipo de interfaz de *Edición de Huecos y Sobretensiones*, un botón de *Clear* para borrar la edición completa y dos controles de *Aceptar* y *Cancelar* para dejar o no dejar como definitivos los cambios efectuados.

20

25

30

35

### *Transitorios*

Interfaz que gestiona hasta un total de diez perturbaciones de este tipo. Se divide en las siguientes zonas:

40

- En la sección de la zona izquierda se visualizan las etiquetas fijas que indican el número del transitorio que se edita.
- En la zona central y derecha de la ventana, una tabla contiene los siguientes parámetros seleccionables para editar una perturbación de tipo transitorio.
  - *Inicio (ms)*. Instante de comienzo de la perturbación.
  - *Duración (ms)*. Número de milisegundos que dura la perturbación.
  - *Amplitud Seno (Vrms)*. Amplitud eficaz en Voltios Eficaces del seno que modela el rizado del fenómeno.
  - *Frecuencia Seno (Hz)*. Frecuencia medida en Herz del seno que modela el rizado del fenómeno
  - *Fase Seno (Grados)*. Fase inicial medida en Grados del seno que modela el rizado del fenómeno.
  - *Exponente*. Valor del exponente de la función exponencial que modela la atenuación o amortiguamiento del rizado de la perturbación.

50

55

60

Asimismo aparece la etiqueta fija que identifica a esta interfaz como *Edición de Transitorios*, el botón de *Borrado* general para borrar la edición realizada y los botones de *Aceptar* y *Cancelar* para dejar o no dejar como definitivos los cambios efectuados.

65

### *Desviación en frecuencia*

La señal editada se utiliza para modular la frecuencia de la señal editada en *Edición de Armónicos*. Interfaz de gran similitud con la de edición de armónicos, las diferencias existentes son:

## ES 2 302 412 B1

- La etiqueta fija indica “Armónicos de la frecuencia”.
- Control dispuesto en la parte superior de la interfaz para editar el valor en Hzs de la componente fundamental de la señal moduladora.

5

### Ruido

Mediante esta interfaz se superpone a la señal editada un nivel de ruido blanco gaussiano y aditivo con media cero.

10

Se presentan los siguientes parámetros al usuario:

- *Desviación Estándar*. Permite seleccionar el valor que tomará el parámetro de desviación estándar de la función estadística gaussiana que presenta el ruido.
- *Semilla*. Parámetro que permite modificar la generación pseudoaleatoria de los valores que se obtienen a través del algoritmo de ruido.
- Etiqueta fija que caracteriza a esta interfaz como *Edición de Ruido Blanco Gaussiano Aditivo de Media Cero* y los botones de *Aceptar* y *Cancelar* para dejar o no dejar como definitivos los cambios realizados.

20

### Parámetros generales

En esta sección el usuario encuentra tres controles:

25

- *Duración señal (ms)*. Mediante este elemento se seleccionan los ciclos que se visualizarán de la señal. Las mismas muestras que se visualizan en la gráfica serán las que se exporten a un fichero en caso de seleccionar esta opción. El valor por defecto es 20 ms (un ciclo ideal).

30

- *Frecuencia señal (Hz)*. Permite modificar la frecuencia fundamental de la señal armónica con una resolución de 0.01 Hz. El valor por defecto es 50 Hz.

35

- *Muestras por ciclo ideal*. Fija la frecuencia de muestreo de la señal. El valor por defecto es 128 muestras por ciclo ideal (20 ms), lo que supone una frecuencia de muestreo de 6400 Hz.

40

- *Autoescalado*. Si este control está en la posición ON, el “display” gráfico que muestra la señal está debidamente dimensionado para mostrar la totalidad de la señal editada ocupando el máximo rango del mismo. Si se coloca en posición de OFF se puede hacer zoom en dicho “display” mediante el botón izquierdo del ratón como se explicó al detallar esta parte de la interfaz en la sección dedicada a indicadores.

45

- *Fichero*. Al pulsar este botón aparece una ventana de diálogo que solicita al usuario el nombre del fichero en el que se van a grabar los datos.

50

- *Tarjeta*. Este botón al ser pulsado provoca que los datos que se visualizan por pantalla sean enviados a una tarjeta de datos que genera físicamente la señal con un rango dinámico de  $\pm 10$  V.

55

- *Stop*. Este botón termina la ejecución del programa de control.

### Ficheros de datos

50

Tienen como objetivo básico realizar el entrenamiento de una red neuronal artificial. El formato de ficheros que se utiliza es el de ficheros de texto (ASCII). El fichero de texto contiene dos secciones claramente diferenciadas.

1) La cabecera, compuesta por los campos:

55

- Bandera de comienzo de cabecera: INICIO CABECERA.

60

- Etiqueta “Perturbación”: tabulador y nombre del fichero de perturbación.

- Etiqueta “Ciclos ideales”: tabulador y número de ciclos ideales de la señal (resultado de dividir la duración de la señal entre los 20 ms, duración del ciclo ideal con la frecuencia de 50 Hz).

- Etiqueta “Período muestreo”: tabulador y valor del período de muestreo (inverso de la frecuencia de muestreo).

65

- Bandera de fin de cabecera: FIN CABECERA

## ES 2 302 412 B1

### 2) Datos del muestreo de la señal

Columna de datos relativos a los valores de tensión de la señal editada. Se adopta una precisión de 6 cifras decimales en todo tipo de dato numérico con el punto como separador entre el valor entero y el decimal.

#### *GEP automático*

El GEP genera formas de onda que simulan el comportamiento de la red eléctrica. Para su funcionamiento es necesario que un operador defina las características de dicha onda manualmente, es decir, obliga a introducir los parámetros de la señal uno a uno. El interés por la automatización surge cuando se requiere no sólo de la simulación de la señal eléctrica, sino del entrenamiento de una red neuronal a la que es necesario facilitarle múltiples patrones de referencia (señales generadas por el GEP) para que realice una clasificación apropiada de las señales que recibe. El GEP en modo automático genera un gran volumen de patrones por cada tipo de perturbación descrita anteriormente.

Para conseguir la automatización en la generación de ficheros en el GPE, cuando el usuario actúa sobre el botón *Fichero*, se solicita al citado usuario que introduzca el directorio en el cual se guardarán los distintos archivos y un nombre de fichero. Para la mencionada automatización, el usuario necesita llevar a cabo una programación en la variación de los distintos parámetros sobre los que pretende actuar, generando así un fichero para cada una de estas variaciones. Dicha programación se lleva a cabo mediante un lenguaje informático muy sencillo, que permite realizar modificaciones incrementales en cada una de las variables numéricas de configuración de la señal, así como conmutaciones en las variables de selección. Por otro lado, el lenguaje le permite la creación de las distintas fases de una señal trifásica, permitiéndose así la generación de fases deterministas, donde el usuario tiene perfecto control de la fase generada. El GPE permite, a su vez, la generación de fases aleatorias para facilitar así al usuario la generación de un gran número de ficheros de cara al proceso de entrenamiento de una red neuronal. Para ello fueron incluidos los botones de creación de fases aleatorias, tanto en la generación de armónicos como en la generación de la desviación de frecuencia.

### 2. Hardware del GEP

El hardware del GEP, ordenador-tarjeta de conversión DAC, permite disponer de una herramienta de bajo coste para crear señales de test reales que puedan utilizarse para alimentar los sistemas que análisis de redes eléctrica, o a cargas, equipos eléctricos o electrónicos para estudiar los efectos de los diversos tipos de anomalías. Se trata de una tarjeta con los canales correspondientes a las tres salidas analógicas. Incluye una memoria tipo FIFO en cada uno de sus canales para permitir generación continua de formas de onda sin pérdida de muestras. Las diversas salidas pueden ser actualizadas simultánea o independientemente y los canales pueden ser habilitados o deshabilitados selectivamente a través del PC. Existe un módulo que implementa conversión digital - analógica en cada canal que, junto con un filtro paso baja, garantiza una reconstrucción adecuada de la señal analógica asegurando una adecuada pureza espectral y reduciendo las componentes de alta frecuencia no deseadas en la salida.

El proceso de conversión digital a analógica de los datos y, por consiguiente, de generación de señal en un rango de  $\pm 10$  V, se controla con un reloj interno programable construido a partir de un oscilador de cristal de 10 MHz de frecuencia junto con un prescaler de 16 bits.

### 3. Unidad de potencia

La unidad de potencia tiene como misión convertir las señales de bajo nivel (niveles de tensión del orden de 1 volt RMS y potencias del orden de 10 mW) generadas en el GEP, a los niveles de aplicación para análisis y test de sensibilidad de equipos reales. Es necesario, por tanto, generar señales en tensiones del orden de 300 volts RMS y potencias  $>100$  W. La unidad de potencia permite amplificar las señales hasta estos niveles. Desde el punto de vista de la salida actúa como una fuente de alta tensión y baja impedancia.

Las características básicas de la Unidad de Potencia son: triple salida; ancho de banda (20 Hz - 20 KHz); ganancia en tensión min. (300); potencia de salida para cada fase min (100 watts). Para poder representar cierto tipo de perturbaciones el valor máximo instantáneo de la señal de salida llega hasta 1000 volts. La señal de entrada se amplifica con una alta fidelidad, como lo indican las características de distorsión armónica total y ruido (THD+N) por debajo del 0,2% de la salida.

Para conseguir las mencionadas características se utilizan estructuras de amplificación típicas de la técnica del audio de alta fidelidad (lo que permite el cumplimiento de los requerimientos en términos de potencia, ancho de banda y distorsión) combinadas con transformadores diseñados especialmente para elevar la tensión instantánea hasta los niveles requeridos, dentro de dichas especificaciones de alta fidelidad. De esta forma combinando y modificando aspectos tecnológicos procedentes de un campo plenamente asentado se mejoran las prestaciones generales en una aplicación alejada tradicionalmente de la anterior (generador de potencia en emulación de red eléctrica para test de equipos reales).



## Descripción de un modo de realización de la invención

### 1. Estructura del diseño

5 Una forma de realizar la circuitería de la invención es la indicada en la figura 1, donde se ha representado una tarjeta de conversión digital-analógica (DAC), enchufable en los "slots" del bus de expansión de un ordenador (PC), con capacidad para controlar simultáneamente cuatro canales de salida, 12 bits de resolución y 6400 muestras por segundo en cada canal. La tarjeta contiene, por cada canal de salida, una pareja circuitos de memoria tipo FIFO, un chip de conversión digital-analógica y un filtro de pasa baja para reconstrucción de la señal. Las operaciones de control  
10 de los canales de la tarjeta se realizan con un circuito de reloj interno. Estas operaciones consisten en relleno de datos procedentes del "bus" del PC en los bancos de memoria FIFO, el inicio de la conversión D/A y la generación de las formas de onda sin pérdida de muestras e ininterrumpidamente. La posterior amplificación de las señales se puede efectuar controlando la ganancia de la etapa de salida desde un valor rms de tensión de 10 V hasta 380 V.

15 La etapa de amplificación debe lograr esta ganancia en tensión para potencias >100 W con unos márgenes de distorsión armónica total y ruido por debajo del 0,2%, para poder aplicar el instrumento en ensayos de tolerancia de equipos ante señales con perturbaciones. Esto se consigue mediante una estructura que utiliza dos elementos: un amplificador de potencia de audio (suministra la ganancia en potencia con amplio ancho de banda y baja distorsión), seguido de un transformador de audio modificado para salida de alta tensión (que suministra la ganancia en tensión  
20 sin añadir niveles de distorsión graves, y dotando al equipo de una salida aislada de la red eléctrica lo que aumenta el nivel de seguridad en su uso).

### 2. Modo de operación

25 Se emplea como software de control una aplicación basada en el entorno de programación LabView 5.0. La aplicación permite la generación del conjunto de perturbaciones estacionarias y/o transitorias propuesto. La generación de una perturbación individual se realiza a partir de la configuración, por medio de un conjunto de controles visuales con los que cuenta la aplicación, de los distintos parámetros de la señal, visualizándose en pantalla las formas de onda generadas en el puerto de salidas analógicas de la tarjeta DAC.

30 A su vez la aplicación permite la generación de perturbaciones de modo automático. Para ello se ha utilizado como entorno para la realización de la automatización, la herramienta software TestStand. Esta herramienta permite mediante su comunicación con LabVIEW la programación de un conjunto de acciones sobre el mismo. De esta forma, las variables definidas en la aplicación del GEP son asociadas a variables en TestStand, definiéndose así mismo valores  
35 por defecto. Así cada uno de los controles visuales y variables de la aplicación GEP está asociado a una variable TestStand. Para la generación de un conjunto de perturbaciones de modo automático son programadas variaciones en los controles y variables de la aplicación GEP mediante un sencillo lenguaje de programación que integra TestStand, generándose una perturbación en cada una de estas variaciones.

40 Algunos de los tipos de señal que es posible crear mediante el GEP se describen a continuación en forma extractada:

- Generación de señales con hueco de tensión: se expone una señal generada configurando el parámetro de perturbación 0 (hueco) con un único primer armónico de amplitud 220 y fase 0, amplitud del 20%, inicio en 5 ms, duración  
45 de 600 ms y pendientes inicial y foral de 1000 Vrms/ms. Para generar automáticamente un conjunto de huecos es necesario modificar los parámetros de amplitud de los distintos armónicos, duración hueco y amplitud hueco.

- Generación de señales con una sobretensión: igual que la generación realizada en el hueco pero con el tipo de perturbación con valor 1 (sobretensión). Para la generación automática sería necesario modificar los parámetros: amplitud de distintos armónicos, duración sobretensión y amplitud sobretensión.  
50

- Generación de señales con desviación de la frecuencia fundamental: se lleva acabo a partir de un fichero que contiene datos de tensiones para generar una señal con un único primer armónico de amplitud 220 y fase 0, a la que se le añade una desviación de frecuencia en el primer armónico de 220 V, con un nivel DC de 20 V y con el armónico fundamental de 60 Hz. Para generar un conjunto de las mismas de modo automático es necesario programar  
55 la modificación de los parámetros de amplitud de los distintos armónicos y frecuencia.

- Generación de señales con una señal transitoria superpuesta: una perturbación de este tipo genera un fichero de datos de tensiones con un único primer armónico de amplitud 220 V y fase 0°, a la que se le añade un transitorio cuyo inicio está en 20 ms, duración es de 800 ms, amplitud del seno es de 5 Vrms, la frecuencia es de 50 Hz, la fase de 80°  
60 y el exponente es de valor 0.

- Generación de señales con fase inicial programable: contiene un fichero de generación diseñado expresamente para el entrenamiento de una red neuronal, que por ejemplo dado un primer armónico ideal (220 V y fase 0) e incrementándose la amplitud del tercer armónico en diferentes pasos: de 0 a 13,20 V en incrementos 0,44 V, de 13,20 a 16,50 V en 0,22 V, de 16,50 a 18,70 V en 0,11 V, de 18,70 a 22 V en 0,22 V, de 22,44 a 44 V en 0,44 V, de 44 a 110 V de 1,1 V y de 110 a 220 V en 2,2 V, crea un conjunto de ficheros de distinguiéndose en el nombre del fichero aquellos  
65 que contienen armónicos significativos o carecen de ellos (el THD de la señal es inferior a 8%).

## ES 2 302 412 B1

- Generación con fase aleatoria: diseñado expresamente para el entrenamiento de una red neuronal, incluye un fichero de datos de tensiones de la fase inicial de la señal en forma aleatoria. Se corresponde con la primera parte de la generación en el tipo de perturbación previamente descrita, con la diferencia de que es la fase es aleatoria.

- 5 - Generación de señales con flicker: contiene un fichero de datos de tensiones con el tipo de perturbación configurado en flicker para generar una señal con un único primer armónico de amplitud 220 y fase 0 y a la que se le añade una componente de flicker cuyo inicio es 20 ms, duración 100 ms, amplitud 200 Vrms, frecuencia 15 Hzy fase 0°, siendo necesaria la modificación de este conjunto de parámetros para la generación automática de los mismos.

### 10 Sector de la técnica al que se aplica el dispositivo de la invención

El estudio de la calidad de las señales de suministro eléctrico y, sobre todo, el efecto que la falta de calidad tiene sobre los equipos y sistemas eléctricos y electrónicos, es un tema de la máxima importancia. Se necesita estudiar la tolerancia de estos equipos y sistemas, por lo general en configuración trifásica, ante una fuente de alimentación  
15 distorsionada con contenido variable de armónicos y perturbaciones. Estas pruebas han de hacerse a niveles de tensión y potencia reales. La instrumentación requerida para estos ensayos de tolerancia en sistemas trifásicos consiste en asociar tres generadores de funciones monofásicos sincronizados y programar, si es posible, su contenido armónico y perturbaciones. Existen algunos generadores trifásicos, de importación y con precios muy elevados, poco flexibles en los aspectos de control de las formas de onda.

20 La síntesis de formas de ondas en la pantalla del PC, a partir de una amigable interfaz de usuario, permite generar cualquier forma de señal trifásica simulando las perturbaciones que aparecen en las redes de distribución. Estas señales pueden ser posteriormente amplificadas para excitar el sistema de prueba.

25 En el aspecto educativo y de investigación, la invención proporciona un instrumento versátil, barato y de fácil implementación y uso. Cualquier carga trifásica o monofásica, lineal o no lineal, puede ser simulada a partir de las señales de tensión e intensidad.

30 Por lo tanto, los fabricantes de instrumentación, equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, los centros técnicos educativos, de investigación, diseño y desarrollo de convertidores, reguladores de motores, actuadores, plantas industriales de producción, etc. son los más directamente implicados en esta invención.

35 Además de los anteriores, las compañías suministradoras de electricidad constituyen un sector de la técnica al que se aplica la invención, ya que pueden emplear el GPE para simular los efectos de la falta de calidad de la onda, p. ej. debida a fallos en las líneas de suministro, en el funcionamiento de equipos sensibles, en la percepción de los usuarios o en el cumplimiento de las normas establecidas.

40 Al tiempo, la precisión del instrumento desarrollado permite su uso como equipo patrón. Dichas compañías pueden usarlo para la realización de pruebas defensivas ante denuncias por mal funcionamiento de equipos de usuarios. Así, por ejemplo, sería posible establecer formas de onda que aún perturbadas estuvieran dentro de los márgenes legales, comprobando fallos de dichos equipos. Actualmente, no es fácil determinar la responsabilidad, de la compañía suministradora o del fabricante del equipo, en dicho fallo. Las características de exactitud y funcionales del nuevo equipo lo permiten con facilidad.

45

50

55

60

65

# ES 2 302 412 B1

## REIVINDICACIONES

5 1. Generador de patrones eléctricos consistente en un circuito electrónico de conversión digital-analógica, D/A, controlado por un programa residente en la memoria de un ordenador, **caracterizado** porque incluye una unidad de potencia que permite convertir las señales de bajo nivel de tensión y potencia a niveles de aplicación para análisis y test de sensibilidad de equipos reales.

10 2. Generador de patrones según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el programa residente permite introducir mediante una interfaz de usuario cualquier tipo de perturbación existente en redes eléctricas trifásicas.

3. Generador de patrones según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque permite introducir perturbaciones estacionarias, en particular armónicos, flicker y asimetrías en módulo y fase de las señales de tensión trifásica.

15 4. Generador de patrones según las reivindicaciones 1-3, **caracterizado** porque permite introducir perturbaciones transitorias.

20 5. Generador de patrones según las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** porque la unidad de potencia presenta triple salida, ancho de banda comprendido entre 20 Hz y 20 KHz, una ganancia de tensión de al menos 300 V RMS y potencia de salida para cada fase de al menos 100 w, todo ello con una distorsión armónica total y ruido menor a 0,2% de la salida.

25 6. Generador de patrones según las reivindicaciones 1-5, **caracterizado** porque la interfaz de usuario contiene al menos una sección de indicadores con la información que se ofrece al usuario y otra sección de controles con los valores que puede modificar el usuario para editar la señal que desee.

30 7. Generador de patrones según las reivindicaciones 1-6, **caracterizado** porque puede generar señales trifásicas senoidales a las que se superpone individualmente una selección de perturbaciones, programables cada una de ellas, tales como la distorsión armónica (definida por el coeficiente THD), flicker, huecos, sobretensiones, transitorios de alta y baja frecuencia, desviación en frecuencia fundamental, y ruido.

8. Generador de patrones según las reivindicaciones 1-7, **caracterizado** porque puede funcionar en modo automático para generar un gran volumen de patrones por cada tipo de perturbación descrita anteriormente.

35

40

45

50

55

60

65

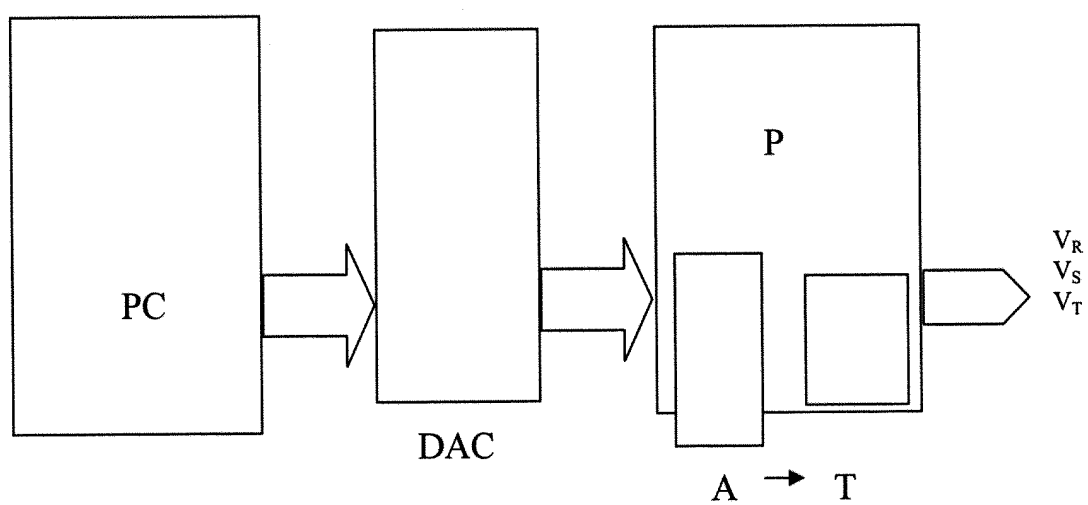


Figura 1



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 302 412

② Nº de solicitud: 200502457

③ Fecha de presentación de la solicitud: **03.10.2005**

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **G06F 1/02** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	MONEDERO, I. León, C. GARCIA A. ELENA, J.M. MONTANO, J.C. ROPER, J. A real-time system for the generation and detection of electrical disturbance. POWER SYSTEMS CONFERENCE AND EXPOSITION, 2004 IEEE PES (10.13.2004) páginas 1019-1023 ISBN: 0-7803-1023 VOL. 2.	1-8
X	ES 2204313 A1 (CONSEJO SUPERIOR DE INV. CIENTÍFICAS) 16.04.2004, columna 2, línea 5 - columna 3, línea 20.	1-6
A		7,8
X	US 5663728 A1 (ESSENWANGER) 02.09.1997, resumen; columna 3, líneas 17-48.	1-6
A		7,8
A	US 5485153 A1 (PARK) 16.01.1996, columna 1, línea 60 - columna 2, línea 34.	1-8
A	US 3441727 A1 (G.C. VIETH, JR) 29.04.1967, columna 1, línea 25 - columna 2, línea 32.	1-8

#### 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

13.06.2008

Examinador

L. García Aparicio

Página

1/1