



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 329 855**

⑫ Número de solicitud: 200700397

⑬ Int. Cl.:
G01R 23/02 (2006.01)
G01R 23/16 (2006.01)
G06N 3/04 (2006.01)

⑭ **PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO**

B2

⑮ Fecha de presentación: **14.02.2007**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2009**

Fecha de la concesión: **01.06.2010**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **16.06.2010**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.06.2010

⑲ Titular/es: **Universidad de Málaga**
c/ Severo Ochoa, 4 (PTA)
29590 Campanillas, Málaga, ES

⑳ Inventor/es: **Salinas Vázquez, José Ramón;**
García Lagos, Francisco y
Sandoval Hernández, Francisco

㉑ Agente: **No consta**

㉒ Título: **Analizador de espectros basado en redes neuronales.**

㉓ Resumen:

Analizador de espectros basado en redes neuronales. La presente invención consiste en un método y un dispositivo para el análisis espectral de señales periódicas. El objetivo es permitir el análisis espectral de señales periódicas con precisión y alta flexibilidad. El nuevo método de análisis espectral se basa en técnicas de sine-fitting y en redes neuronales artificiales. La señal a analizar es muestreada en los instantes de tiempo correspondientes durante varios ciclos. Las muestras obtenidas son aplicadas como entradas a una red neuronal que proporciona los coeficientes de la serie de Fourier truncada correspondiente a la señal bajo análisis, con los cuales se establece el espectro de dicha señal. A su vez, la red neuronal también proporciona una estimación de la frecuencia fundamental de la señal bajo análisis. La aplicación del dispositivo es de interés en todos aquellos casos en que se quieran realizar análisis espectral es precisos con alta flexibilidad.

ES 2 329 855 B2

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

DESCRIPCIÓN

Analizador de espectros basado en redes neuronales.

5 **Sector de la técnica**

La presente invención es de aplicación en todos aquellos casos en los que se requiera realizar un análisis espectral preciso y se desee un sistema flexible.

10 **Estado de la técnica**

No existen antecedentes sobre el uso de redes neuronales para realizar el análisis espectral preciso de señales sinusoidales y que obtengan una estimación de la frecuencia fundamental de la señal bajo análisis. Por otro lado, en cuanto al problema del análisis espectral de señales periódicas, existen múltiples invenciones al respecto, pero ninguna de ellas con la precisión y versatilidad de la presente invención. Las invenciones más destacadas se presentan a continuación:

En la patente ES 2 109 848 B1 se presenta un dispositivo para la vigilancia de la calidad del servicio de suministro de energía eléctrica, que consiste en un circuito electrónico que conectado a un punto de la red eléctrica puede determinar la calidad del servicio de suministro haciendo una medición de varias magnitudes eléctricas en redes contaminadas por armónicos. Las magnitudes medidas son los factores de distorsión y el contenido armónico de las ondas de tensión e intensidad, los verdaderos valores eficaces de las señales de tensión e intensidad, las potencias aparentes y activas, la verdadera potencia reactiva y el factor de potencia. A partir de estas medidas, la invención es capaz de proponer una posible mejora del suministro basándose en las medidas anteriores. En esta invención el análisis espectral necesario para realizar las medidas deseadas se realiza mediante la transformada discreta de Fourier, lo que, a diferencia de esta invención, requiere el uso de un sistema de lazo con enclavamiento de fase (PLL).

En la patente US 4301404 se presenta un dispositivo electrónico para el análisis espectral de señales de tensión alterna. Al igual que el sistema anterior, este sistema se basa en la transformada discreta de Fourier (DFT) para realizar el análisis espectral de las muestras obtenidas, por lo que incluye una circuitería específica para la generación de las señales de reloj apropiadas que consiguen que el muestreo abarque un número entero de periodos de la señal a analizar.

En la patente US 6408696B1 se presenta un dispositivo electrónico para la medida de la densidad espectral de potencias de señales sinusoidales o cuasi sinusoidales. El sistema usa la transformada de Fourier para el análisis espectral de la señal bajo medida por lo que requiere del uso de un sistema PLL.

En la patente ES 2 172 982 T3 se describe un procedimiento para la estimación de la frecuencia de una señal de tiempo. El método se basa en el uso de la transformación discreta de Fourier y la interpolación entre puntos del espectro para estimar la frecuencia de una señal de tiempo.

Descripción detallada de la invención

El presente invento introduce una solución novedosa al problema de realizar el análisis espectral de señales periódicas, y en particular, aunque no de forma exclusiva, un método y aparato para determinar el contenido armónico de, por ejemplo, la forma de onda de la tensión de red en un sistema de distribución de energía eléctrica.

El alejamiento de las condiciones sinusoidales en la red de distribución de energía eléctrica ha provocado un interés cada vez mayor en la búsqueda de métodos de medida de las magnitudes de potencia eléctrica que proporcionen una elevada precisión [S. Svensson, Power Measurement techniques for nonsinusoidal conditions, Doctoral Thesis, Chalmers University of Technology, Sweden, 1999], [G. Ramm, H. Moser, and A. Braun, "A new scheme for generating and measuring active, reactive, and apparent power at power frequencies with uncertainties of 2.5ppm", IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, Vol. 48, No. 2, April 1999], [U Pogliano, "Use of integrative analog-to-digital converters for high-precision measurement of electrical power", IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, Vol. 50, No.5, pp.1315-1318, October 2001]. La mayoría de las soluciones planteadas a este problema pasan por la digitalización de las señales de tensión y corriente y su posterior procesamiento, generalmente en el dominio de la frecuencia, dado que el análisis frecuencial de dichas señales proporciona una mayor versatilidad a la hora de calcular las distintas magnitudes de potencia eléctrica de interés.

Dicho análisis frecuencial es realizado en la mayoría de los casos mediante algoritmos como la DFT o la transformada rápida de Fourier (FFT) [S. Svensson, Power Measurement techniques for nonsinusoidal conditions, Doctoral Thesis, Chalmers University of Technology, Sweden, 1999], [G. Ramm, H. Moser, and A. Braun, "A new scheme for generating and measuring active, reactive, and apparent power at power frequencies with uncertainties of 2.5ppm", IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, Vol. 48, No. 2, April 1999]. No obstante, dichos algoritmos imponen una serie de limitaciones a la etapa de muestreo, ya que para que el análisis espectral no introduzca errores en el cálculo de las magnitudes de interés, es necesario que se muestreen las señales de tensión y corriente durante un número entero de periodos de dichas señales. Esta necesidad lleva a la implementación de sistemas síncronos, es decir, sistemas en los que la etapa de generación de las señales de tensión y corriente y la etapa de muestreo de dichas

señales comparten una base de tiempos común, ya sea por la propia construcción física del sistema del sistema, ya sea mediante el uso de técnicas como los PLL. Todo ello encarece y limita el sistema final de medida.

Para evitar la limitación del sincronismo en los algoritmos DFT o FFT, algunos autores han planteado el uso de las técnicas sine-fitting. El fundamento de dichas técnicas consiste en ajustar los coeficientes de una serie de Fourier truncada de orden K , Ecuación 1, de forma que la energía de la diferencia entre la señal sintetizada con dicha serie de Fourier, $y(t)$, y la señal bajo análisis, $x(t)$, sea mínima, tal y como se plantea en la Ecuación 2.

$$y(t) = DC + \sum_{k=1}^K (A_k \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot k \cdot f_{ac} \cdot t) + B_k \cdot \text{sen}(2 \cdot \pi \cdot k \cdot f_{ac} \cdot t))$$

Ecuación 1- síntesis de $y(t)$ mediante una serie de Fourier truncada de orden K

$$(y(t) - x(t))^2 \rightarrow \min$$

Ecuación 2- fundamento de los métodos sine-fitting

Existen múltiples versiones de los métodos sine-fitting. La más simple [IEEE Std 1057 1994 (R2001)] es la que se aplica cuando la señal bajo análisis es una señal sinusoidal y la frecuencia fundamental de dicha señal es conocida. En este caso, sólo es necesario calcular los coeficientes del seno y el coseno a frecuencia fundamental, A_1 y B_1 respectivamente, así como el valor de la componente de continua, DC . Este método es denominado *Three Parameter Sine Fitting*, *3PSF*.

No obstante, cuando se trata de realizar medidas de elevada precisión en sistemas asíncronos, las diferencias entre las bases de tiempos del sistema de generación y el sistema de muestreo provocan que el método anterior no sea adecuado. Por ello, dicho método es modificado para obtener también una estimación de la frecuencia fundamental de la señal bajo análisis, f_{est} , método conocido como *Four Parameter Sine Fitting*, *4PSF*.

Los anteriores métodos han sido generalizados [U. Pogliano, "Use of integrative analog-to-digital converters for high-precision measurement of electrical power", IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, Vol. 50, No.5, pp.1315- 1318, October 2001], [Ramos, P.M.; M. F. Silva; RCM Martins; A.C. Serra; "Simulation and Experimental Results of Multiharmonic Least-Squares Fitting Algorithms Applied to Periodic Signals", IEEE Trans. on Instrum. and Measurement, Vol. 55, No. 2, pp. 646 - 651, April, 2006] para el caso de señales periódicas no sinusoidales con un cierto contenido de armónicos. Si bien el número de parámetros devueltos por estos métodos es ahora distinto de 3 y/o 4, se han continuado denominando *3PSF* y *4PSF*. En este caso se establece el orden K , en función del conocimiento de que se dispone del contenido armónico de la señal bajo análisis, y se calculan los coeficientes de la componente continua y de los senos y cosenos desde el orden fundamental hasta el orden K . En el caso del *4PSF*, también se obtiene una estimación de la frecuencia fundamental.

En todos los casos anteriores, la obtención de los coeficientes deseados se realiza, planteando el sistema de ecuaciones que minimiza la energía de la diferencia entre la señal sintetizada y la señal bajo análisis, Ecuación 2, en el que las incógnitas son los coeficientes de la serie de Fourier truncada.

La obtención de la serie de Fourier truncada mediante sistemas de ecuaciones tiene algunos inconvenientes. El primero, es su elevado coste computacional, lo que hace prohibitiva su implementación en un sistema con un tiempo de análisis bajo. Algunos autores resuelven este problema truncando la serie de Fourier en órdenes relativamente bajos, si bien aún así indican tiempos de ejecución del algoritmo del orden de minutos.

Otro inconveniente de la implementación de los métodos sine-fitting mediante sistemas de ecuaciones es su elevada dependencia respecto de la fase de la señal muestreada, dependencia que provoca resultados más imprecisos cuanto más se aproxima la fase de la componente fundamental de las señales muestreadas al valor $\pm\pi/2$. Dicha limitación puede resolverse si se dispone de una referencia de fase de la señal a muestrear, lo que, a su vez, limita y aumenta la complejidad el sistema de medida completo.

El método objeto de la presente invención resuelve satisfactoriamente los inconvenientes de los métodos expuestos anteriormente mediante la implementación del método *4PSF* mediante redes neuronales artificiales, eliminando así, tanto la necesidad de sincronismo de los métodos DFT o FFT como la limitación en tiempo de ejecución y en la dependencia con la fase de la señal muestreada de los métodos sine-fitting implementados mediante sistemas de ecuaciones.

El método de análisis se basa en la implementación de la ecuación de síntesis de una señal mediante una serie de Fourier truncada de orden K , Ecuación 1, mediante la red neuronal multicapa de la Figura 1.

Una vez muestreada la señal a analizar, $x(t)$ (1), con una cierta frecuencia de muestreo, f_s , tal que se obtienen N muestras en M periodos de $x(t)$, los datos de entrada al algoritmo son los instantes de muestreo, $t[n]$ ($n \in [0, N-1]$) (2), y los valores de las muestras de la señal a analizar $x(t)$, $x[n]$ ($n \in [0, N-1]$) (3), en dichos instantes de tiempo.

5 La primera capa de la red neuronal (5) tiene como entrada el vector de tiempos, $t[n]$ (2), escalado por el factor 2π (6), que denominaremos $t_e[n]$ (7). Esta capa tiene una función de transferencia lineal, que provoca un escalado del vector $t_e[n]$. Dicho escalado equivale a multiplicar $t_e[n]$ por la frecuencia fundamental que se desea obtener, de forma que a la salida de esta etapa se disponga del argumento de los senos y cosenos de la ecuación 1.

10 Las capas segunda (8) y tercera (9) de la red tienen funciones de transferencia *coseno* y *seno* respectivamente, de forma que a la entrada de la etapa cuarta (10) se dispone del argumento del sumatorio de la ecuación 1.

Por último, la cuarta capa de la red (10) tiene una función de transferencia lineal y el bias, DC (11), habilitado, de forma que los cosenos y senos obtenidos en las etapas anteriores son escalados respectivamente por los pesos A_k (12) y B_k (13) y sumados junto con el valor de bias DC (11). De esta forma, la salida de la cuarta capa de la red (14) equivale a la expresión de síntesis de la ecuación 1.

Así, para la obtención de la serie de Fourier truncada de orden K que mejor aproxima la serial muestreada $x(t)$ (1), basta con definir apropiadamente la red neuronal de la Figura 1 y realizar el entrenamiento de la red con el vector de entrada $t_e[n]$ (7) y con el vector objetivo $x(t)$ (3) (en terminología de redes neuronales: salida deseada o *targets* en terminología inglesa). Los valores obtenidos para los pesos de la cuarta capa, A_k (12) y B_k (13), junto con el valor de polarización de la cuarta capa DC (11), y junto con el peso de la primera capa, f_{est} (15), proporcionan el espectro (4) de la señal bajo análisis $x(t)$ (1), así como una estimación de su frecuencia fundamental (15), tal y como corresponde al método *4PSF* para señales periódicas no sinusoidales.

25 Tal y como se ha introducido anteriormente, el comportamiento de la red neuronal no depende de la fase de la señal bajo análisis, $x(t)$, y no requiere que se realice un muestreo síncrono para conseguir resultados precisos.

Descripción de los dibujos

30 Figura 1.- Esquema de la red neuronal: Muestra la topología de la red neuronal que implementa el método de análisis espectral objeto de la invención.

Figura 2.- Módulos electrónicos de que consta una posible implementación del dispositivo para el análisis espectral de una señal periódica.

Modos de realización de la invención

El dispositivo de la invención consiste en un circuito electrónico, controlado por un código eficiente, al que se conecta convenientemente la señal a analizar.

A continuación se explica un modo de realización de la invención de carácter no limitativo.

En relación con la topología de la red neuronal que implementa el método de análisis espectral objeto de la invención (figura 1), explicar que el vector de instantes de tiempo (2) escalado por el factor 2π (6) pasa por la primera capa de la red (5) donde es escalado por la estimación de la frecuencia fundamental (15). El vector resultado pasa a las capas 2 (8) y 3 (9) de la red neuronal, que obtienen los vectores $\cos(2 \cdot \pi \cdot k \cdot f_{est} \cdot t)$ y $\sin(2 \cdot \pi \cdot k \cdot f_{est} \cdot t)$. La salida de ambas capas pasa a la capa 4 (10) que multiplica los vectores anteriores por los coeficientes A_k y B_k respectivamente y realiza el sumatorio de todos los vectores temporales para obtener la aproximación (14) de la señal de entrada (1) mediante la serie de Fourier truncada de orden K que minimiza la energía de la diferencia entre la señal de entrada (1) y la señal sintetizada (14).

1.- Estructura del diseño (hardware)

55 Una implementación del aparato que realiza el análisis espectral mediante el método descrito anteriormente es la que se presenta en la Figura 2, donde se han representado el circuito de adquisición de datos, ADA (16), el circuito de análisis espectral, AE (17), y de interfase con el usuario IU (18).

Mediante el interfaz de usuario, módulo IU (18) el usuario puede establecer los parámetros del análisis (20). Una vez fijados estos parámetros se realiza el muestreo de la señal de entrada (1) en los instantes de tiempo establecidos por CLK (19), obtenido a partir de los parámetros (20) establecidos por el usuario, obteniendo las muestras digitales de la señal de entrada (3). Dichas muestras son procesadas en el módulo de análisis espectral, AE, (17) mediante el método propuesto en esta invención. El espectro obtenido del análisis (4) y una estimación de la frecuencia fundamental de la señal de entrada (15) son indicados al usuario a través de la interfaz de usuario, IU (18).

65 El ADA (16) incluye un circuito de muestreo y retención y un convertor analógico-digital rápido (A/D) de 12 bits. Estos circuitos están controlados por un generador de la señal de reloj, a CLK (19). La señal de entrada (1) se introduce mediante una sonda de atenuación adecuada, de forma que la señal de entrada al convertor A/D se encuentre

en el rango apropiado. Dicha señal es muestreada a la frecuencia de muestreo f_s indicada por el usuario a través del módulo IU (18). El módulo AE (17) incorpora un microcontrolador de propósito general que controla la interfase con el usuario IU (18). Asimismo, el módulo AE (17) implementa la red neuronal del método objeto de la presente invención y contiene una memoria rápida RAM estática, donde se almacenan los valores de las muestras obtenidas para su posterior procesamiento, y otros circuitos integrados necesarios para las funciones de control y almacenamiento.

2.- Software

Los algoritmos de control de estos circuitos, que permiten realizar el análisis espectral propuesto, se esquematizan en el diagrama de flujo que se describe a continuación. Se realizan las siguientes operaciones:

- a) Solicitar al usuario los parámetros de N , M , f_{ac} y K (20).
- b) Configurar la red neuronal que implementa la ecuación de síntesis de una serie de Fourier de K armónicos.
- c) Muestrear la señal de entrada, $x(t)$ (1), de forma que se adquieran N muestras en M periodos de una señal con una frecuencia fundamental f_{ac} .
- d) Realizar el entrenamiento de la red neuronal configurada en el paso b) con las muestras obtenidas en el paso c) y el vector de instantes de muestreo derivado de los parámetros introducidos por el usuario en el paso a)
- e) Computar el espectro obtenido en la medida (4) a partir del resultado proporcionado por la red neuronal en el paso d)
- f) Presentar al usuario los resultados obtenidos en el IU (18).

Aplicación industrial

La invención es aplicable en entornos metrológicos donde se requieran realizar medidas de alta precisión. A modo de ejemplo, la mayoría de los patrones nacionales de potencia eléctrica en condiciones no sinusoidales se basan en la digitalización de las señales de tensión y corriente y en un procesamiento posterior en el dominio de la frecuencia. La presente invención sería directamente aplicable en estos casos, simplificando la configuración hardware de dichos sistemas y aumentando su versatilidad.

También es aplicable la presente invención en el campo de la instrumentación básica de laboratorio, ya que permite realizar análisis espectrales con un coste bajo, alta precisión y alta versatilidad. La invención podría utilizarse simplemente como un analizador de espectros, o incluirse dentro de bancos o sistemas de medida más complejos como módulo que realice los análisis espectrales requeridos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para el análisis espectral de señales basado la implementación de las técnicas de sine-fitting para señales periódicas con cierto contenido armónico **caracterizado** por estar basado en la implementación de la ecuación de síntesis de una señal mediante una serie de Fourier truncada de orden K mediante una red neuronal multicapa que implementa el método *4PSF* de forma independiente respecto de la fase de la señal bajo análisis, $x(t)$, y sin requerir la realización de un muestreo sincrónico para resultar precisa.
- 10 2. Método para el análisis espectral de señales basado la implementación de las técnicas de sine-fitting para señales periódicas con cierto contenido armónico según la reivindicación anterior **caracterizado** porque una vez muestreada la señal a analizar, $x(t)$, con una cierta frecuencia de muestreo, f_s , tal que se obtienen N muestras en M periodos de $x(t)$, los datos de entrada al algoritmo son los instantes de muestreo, $t[n]$ ($n \in [0, N-1]$), y los valores de las muestras de la señal a analizar $x(t)$, $x[n]$ ($n \in [0, N-1]$) en dichos instantes de tiempo.
- 15 3. Método para el análisis espectral de señales basado la implementación de las técnicas de sine-fitting para señales periódicas con cierto contenido armónico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque la red neuronal multicapa que comprende:
 - 20 a. Una primera capa de escalado del vector de instantes de tiempo, que permite realizar una estimación de la frecuencia fundamental de la señal bajo análisis;
 - b. Dos capas, capa 2 y capa 3, que obtienen los vectores $\cos(2 \cdot \pi \cdot k \cdot f_{\text{est}} \cdot t)$ y $\sin(2 \cdot \pi \cdot k \cdot f_{\text{est}} \cdot t)$, siendo f_{est} una estimación de la frecuencia fundamental de la señal bajo análisis; y
 - 25 c. Una última capa, capa 4, que multiplica las salidas de las capas 2 y 3 por los coeficientes A_k y B_k respectivamente y realiza el sumatorio de todos los vectores temporales para obtener la aproximación de la señal de entrada.
- 30 4. Dispositivo para el análisis espectral de señales periódicas **caracterizado** por implementar el método descrito según las reivindicaciones anteriores y que comprende:
 - a) Circuito electrónico de adquisición de datos (ADA)
 - 35 b) Circuito electrónico de análisis espectral (AE)
 - c) Circuito electrónico de interfaz con el usuario (IU)
- 40 5. Dispositivo para el análisis espectral de señales periódicas según la reivindicación anterior **caracterizado** porque al mismo se adapta una sonda de tensión alterna para conectar la tensión a analizar, estando dicho dispositivo controlado por un programa residente en su memoria interna y **caracterizado** porque realiza las operaciones de:
 - a) Solicitar al usuario los parámetros de la medida a realizar, número total de muestras, N , número de periodos, M , frecuencia fundamental de la señal de entrada, f_{ac} , y orden de la serie de Fourier truncada, K .
 - 45 b) Muestrear la señal de tensión a analizar, de forma que se obtengan N muestras en M periodos de una señal de frecuencia fundamental f_{ac} .
 - c) Aplicar el método de análisis espectral según la reivindicación 1, obteniendo el espectro de la señal bajo análisis y una estimación de su frecuencia fundamental, f_{est}
 - 50 d) Mostrar al usuario a través del interfaz de usuario (IU) el resultado de la medida.

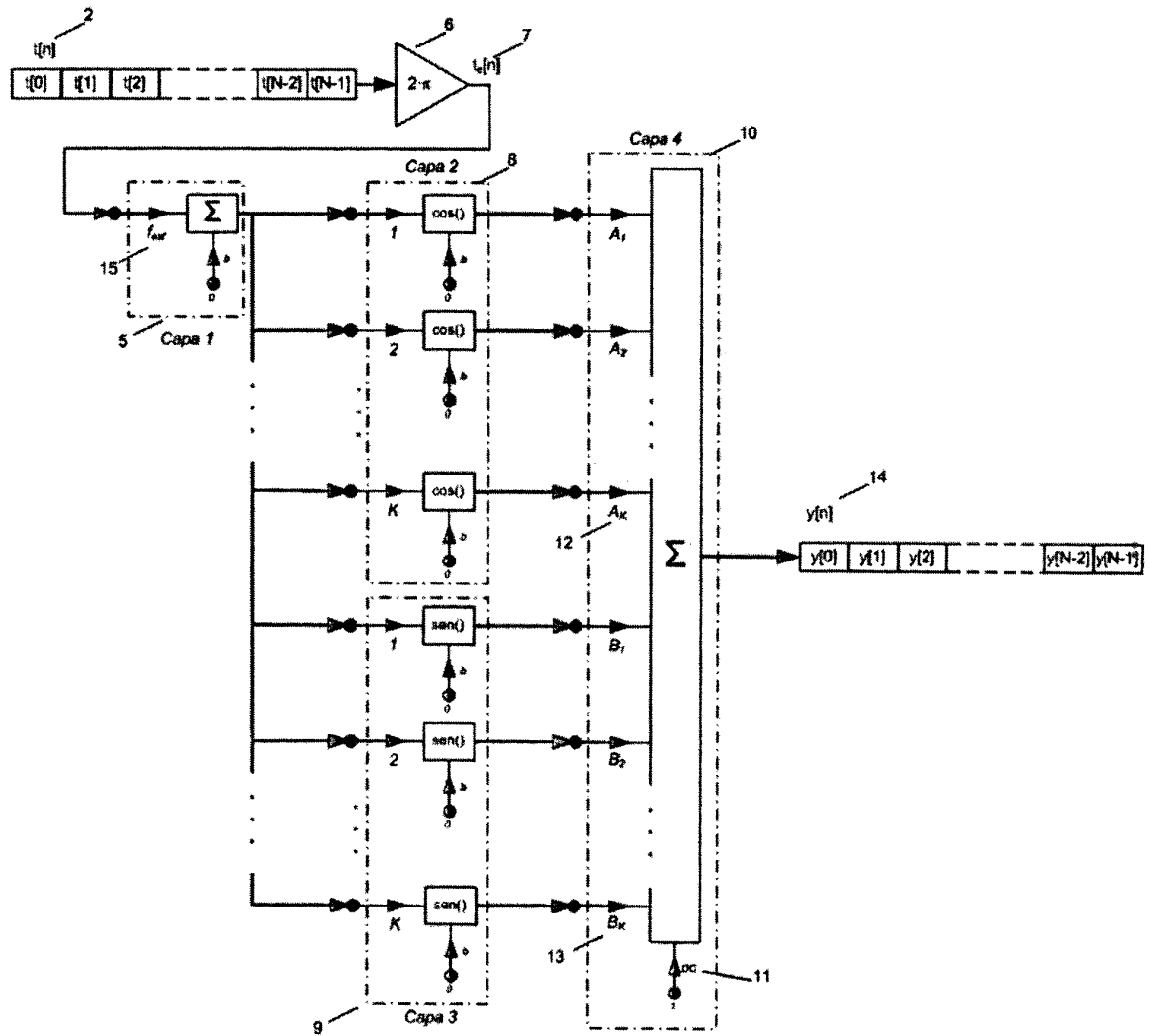


Figura 1

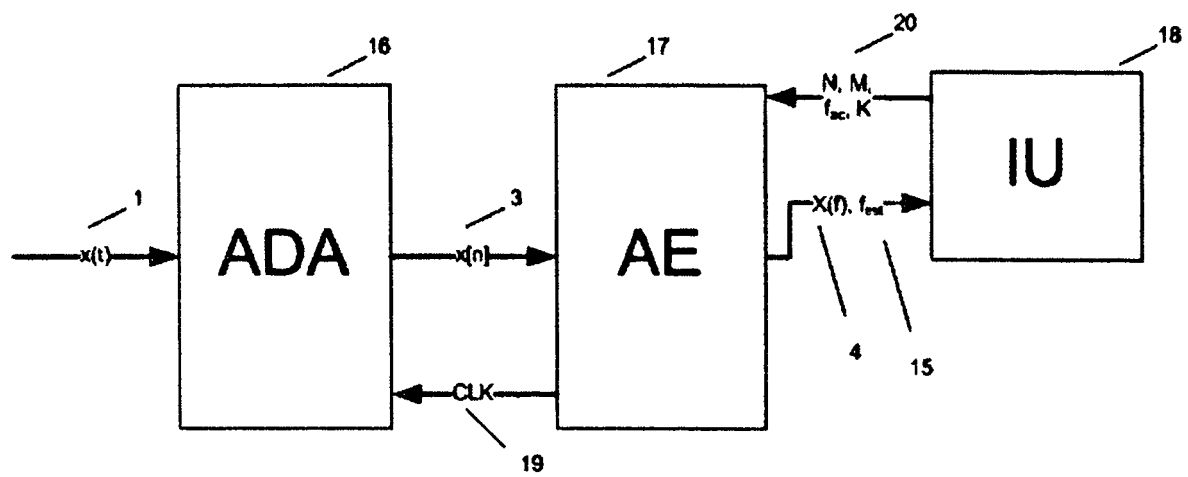


Figura 2



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 329 855

⑫ Nº de solicitud: 200700397

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 14.02.2007

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	CICHOCKI, A.; LOBOS, T.. "Artificial neural networks for real-time estimation of basic waveforms of voltages and currents", Power Industry Computer Application Conference, 1993. Conference Proceedings 4-7 Mayo 1993 Página(s): 357-363 [en línea] [recuperado el 06.02.2008] Recuperado de internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=290995&isnumber=7208>	1-5
A	EL-AMIN, I.; ARAFAH, I.. "Artificial neural networks for power systems harmonic estimation" Harmonics And Quality of Power, 1998. Proceedings. 8th International Conference on Volume 2, 14-16 Oct. 1998 Página(s): 999-1009 vol. 2 [en línea] [recuperado el 06.02.2008] Recuperado de internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=760178&isnumber=16440>	1-5
A	LAI, L.L.; CHAN, W.L.; SO, A.T.P.. "A two-ANN approach to frequency and harmonic evaluation" Artificial Neural Networks, Fifth International Conference on (Conf. Publ. No. 440) 7-9 Julio 1997 Página(s): 245-250 [en línea] [recuperado el 06.02.2008] Recuperado de internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=607525&isnumber=13303>	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

18.11.2009

Examinador

J. Botella Maldonado

Página

1/4

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

G01R 23/02 (2006.01)

G01R 23/16 (2006.01)

G06N 3/04 (2006.01)

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

G01R, G06N

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, XPESP, XPAIP, XPI3E, NPL, INSPEC.

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 18.11.2009

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-5	SÍ
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-5	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	Cichocki, A.; Lobos, T.. "Artificial neural networks for real- time estimation of basic waveforms of voltages and currents", Power Industry Computer Application Conference, 1993. Conference Proceedings 4-7 May 1993 Page(s):357 - 363 [en línea][recuperado el 06.02.2008] Recuperado de internet: URL: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=290995&isnumber=7208	05-1993
D02	El-Amin, I.; Arafah, I.. "Artificial neural networks for power systems harmonic estimation" Harmonics And Quality of Power, 1998. Proceedings. 8th International Conference on Volume 2, 14- 16 Oct. 1998 Page(s):999 - 1009 vol.2 [en línea][recuperado el 06.02.2008] Recuperado de internet: URL: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=760178&isnumber=16440	10-1998
D03	Lai, L.L.; Chan, W.L.; So, A.T.P.. "A two-ANN approach to frequency and harmonic evaluation"Artificial Neural Networks, Fifth International Conference on (Conf. Publ. No. 440) 7-9 July 1997 Page(s):245 - 250 [en línea][recuperado el 06.02.2008] Recuperado de internet: URL: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=607525&isnumber=13303	07-1997

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

El objeto principal de la invención , es un método (reivindicación 1ª) y un dispositivo (reivindicación 4ª) para el análisis espectral de señales con cierto contenido armónico. El método se basa en aproximar la señal con una serie de Fourier truncada de orden K y valor medio distinto de cero, utilizando el método 4PSF a través de una red neuronal multicapa de forma independiente respecto a la fase de la señal y sin requerir muestreo síncrono para ser preciso. El dispositivo, controlado por un programa residente en su memoria interna, implementa el método anterior y comprende un circuito electrónico de adquisición de datos, uno de análisis espectral y otro de interfaz con el usuario.

En relación a los documentos citados, estos sólo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia. Además ninguno de estos documentos, tomados solos o en combinación, revelan la invención definida en las reivindicaciones de la 1ª a la 5ª. Ni hay en ellos sugerencias que dirijan al experto en la materia hacia la invención definida por las citadas reivindicaciones.

Así, la invención reivindicada en las reivindicaciones de la 1ª a la 5ª es nueva y se considera que implica actividad inventiva y aplicación industrial.