



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 277 505**

② Número de solicitud: 200500570

⑤ Int. Cl.:  
**G06F 19/00** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **04.03.2005**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.07.2007**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**01.07.2007**

⑦ Solicitante/s: **Universidad de Cantabria  
Pabellón de Gobierno-Av. de los Castros, s/n  
39005 Santander, Cantabria, ES**

⑦ Inventor/es: **Barros Guadalupe, Julio y  
Diego García, Ramón Ignacio**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Procedimiento para medir armónicos de tensión o de corriente en líneas eléctricas aplicando la transformada Wavelet-Packet.**

⑤ Resumen:

Procedimiento para medir armónicos de tensión o de corriente en líneas eléctricas aplicando la Transformada Wavelet-Packet.

Procedimiento para medir el valor eficaz de los Grupos Armónicos de tensión o de corriente en líneas eléctricas aplicando la Transformada Wavelet-Packet. Se toman muestras de la señal de tensión o de corriente de la línea eléctrica según la ventana de medida definida en el estándar de la Comisión Electrotécnica Internacional CEI 61000-4-7, adoptado como norma española UNE-EN 61000-4-7 de mayo de 2004. Se aplica la Transformada Wavelet-Packet para obtener el valor eficaz (valor cuadrático medio o valor rms) de las componentes espectrales contenidas en bandas de frecuencia de anchura espectral uniforme centradas en las frecuencias armónicas de la frecuencia fundamental de la red eléctrica y coincidentes con el valor eficaz de los Grupos Armónicos definidos en el estándar CEI 61000-4-7.

ES 2 277 505 A1

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para medir armónicos de tensión o de corriente en líneas eléctricas aplicando la Transformada Wavelet-Packet.

### Sector de la técnica

Electrónica. Instrumentación industrial para medida de calidad del suministro eléctrico.

### Estado de la técnica

La mayor parte de los dispositivos eléctricos, electrónicos y electromecánicos que requieren de un suministro de energía para su funcionamiento obtienen esta energía de la red de suministro eléctrico. La calidad de la energía eléctrica suministrada a los dispositivos afecta a la posibilidad de su funcionamiento incorrecto, a la posibilidad de avería y a su tiempo de vida.

Varios estándares y normas internacionales que regulan las características de la energía eléctrica suministrada, definen sus defectos, los procedimientos con que tienen que ser medidos y las características que deben reunir los dispositivos utilizados para tal fin. Este conjunto de conocimientos y técnicas es internacionalmente denominado Power Quality. Uno de los problemas fundamentales de este área de conocimiento es la correcta medición de los armónicos de tensión y corriente presentes en una línea eléctrica.

El estándar internacional CEI 61000-4-7 establece para la toma de muestras de la señal de la línea eléctrica una ventana temporal de medida de una duración de diez veces el período de la componente fundamental presente en la línea eléctrica. En Europa esta componente fundamental es una señal sinusoidal de frecuencia 50 Hz lo que equivale a un período de 20 milésimas de segundo y a una ventana de medida de 200 milésimas de segundo.

La ventana temporal de medida durante la que se toman las muestras debe contener diez ciclos de la componente fundamental, sin embargo cualquier pequeña alteración de la frecuencia fundamental o de la duración de la ventana de medida impide que esto se cumpla ocasionándose una pérdida de sincronía que va a producir un error en la medida.

El estándar CEI 61000-4-7 propone la utilización del algoritmo conocido como FFT (Fast Fourier Transform), basado en la Transformada Discreta de Fourier, como herramienta de análisis de la señal. Esta herramienta de análisis matemático permite, partiendo de las muestras, obtener la magnitud de cada componente del conjunto de componentes espectrales de frecuencia comprendidas entre 0 Hz y la mitad de la frecuencia de muestreo a que se tomaron las muestras durante la ventana temporal de medida y separadas entre ellas por la resolución de la ventana de muestreo que en este caso es de 5 Hz.

Este conjunto de componentes espectrales representan la señal que se ha medido suponiendo por una parte que no ha habido pérdida de sincronía y por otra que no existe ninguna componente espectral superior a la mitad de la frecuencia de muestreo. En caso de no cumplirse alguna de estas dos condiciones se produce una alteración de la magnitud de las componentes espectrales entre las que se encuentran las componentes armónicas de la frecuencia fundamental de la línea eléctrica.

Si en la señal muestreada existe alguna componente espectral cuya frecuencia no coincida con un múltiplo de 5 Hz esto ocasiona alteraciones en los va-

lores obtenidos con la FFT para el resto de las componentes espectrales; este fenómeno se denomina dispersión espectral.

El enorme aumento del número de cargas no lineales conectadas a la red de distribución eléctrica y el uso cada vez mayor de cargas pulsantes no sincrónicas con la frecuencia fundamental de la red eléctrica, generan componentes espectrales interarmónicas que se extienden por todo el espectro de las señales eléctricas. Estas nuevas componentes de frecuencia no se pueden calcular correctamente con los métodos actuales de procesado. Para tener en cuenta esta nueva situación, el estándar CEI 61000-4-7 define Grupos Armónicos, donde se calculan como una única magnitud diferentes componentes de frecuencia, para de esta forma obtener una mejor representación de la distorsión armónica existente en un punto determinado de la red eléctrica que la obtenida calculando únicamente la valores de las componentes armónicas como frecuencias individuales.

Para cada armónico de la componente fundamental, el valor eficaz de un Grupo Armónico se define como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados del valor eficaz de ese armónico y de las componentes espectrales adyacentes a él dentro de la ventana temporal, sumando así el contenido energético de las líneas espectrales vecinas a la del propio armónico.

### Descripción de la invención

La presente invención es un procedimiento de medida del valor eficaz de los Grupos Armónicos, tal y como se definen en el estándar CEI 61000-4-7, mediante la aplicación de la Transformada Wavelet-Packet.

Se toman muestras de la señal de tensión o de intensidad de la línea eléctrica según se desee conocer el espectro de tensión o de corriente presente en ella. El muestreo se efectúa según las indicaciones de la CEI 61000-4-7, con una ventana temporal de diez ciclos de la señal fundamental de la línea eléctrica, 50 Hz en Europa, es decir 200 milisegundos.

Se descompone la señal mediante la Transformada Wavelet-Packet utilizando una determinada función wavelet-madre y se obtiene el valor eficaz conjunto de todas las componentes espectrales contenidas en cada banda de frecuencia de anchura espectral uniforme de 25 Hz. Se agrupan las bandas de dos en dos de modo que se obtienen bandas frecuenciales de anchura 50 Hz centradas en las frecuencias armónicas de la frecuencia fundamental de la red y conceptualmente equivalentes a los Grupos Armónicos definidos en la CEI 61000-4-7. Se calcula el valor eficaz de las nuevas bandas de frecuencia obteniéndose como resultado el valor eficaz de los Grupos Armónicos.

Dado que el procedimiento propuesto calcula el valor eficaz de bandas de frecuencia que incluyen a todas las componentes espectrales de frecuencias intermedias posibles presentes en la señal, sean múltiplos o no de 5 Hz, no presenta pérdidas espectrales en caso de que la señal muestreada tenga componentes de frecuencia no múltiplo de 5 Hz como ocurre con los métodos basados en la Transformada de Fourier. Por el mismo motivo, el procedimiento propuesto no presenta dispersión espectral cuando se produce pérdida de sincronía entre la ventana temporal de medida y la frecuencia fundamental de la señal eléctrica.

### Ejemplo de realización de la invención

Dispositivo electrónico para medir el valor eficaz

de los Grupos Armónicos de tensión o de corriente presentes en una línea de suministro eléctrico.

La figura es una configuración esquemática del dispositivo. Tiene unas etapas de acondicionamiento y muestreo de la señal de la línea eléctrica. Las muestras se almacenan en una memoria informática y se utilizan para el análisis con la Transformada Wavelet-Packet. El resultado que produce la Transformada Wavelet-Packet se procesa para calcular el valor efi-

caz de los Grupos Armónicos tal como se definen en el estándar CEI 61000-4-7. Los valores calculados se pueden mostrar mediante una pantalla o almacenarse en memoria informática.

5 Opcionalmente las muestras pueden no ser adquiridas de la línea eléctrica sino ser suministradas a la memoria informática por otro dispositivo medidor o por medio de un fichero de datos informático.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para medir armónicos de tensión o de corriente en líneas eléctricas aplicando la transformada Wavelet-Packet definidos en el estándar CEI 61000-4-7 que se **caracteriza** porque toma muestras de una línea eléctrica, descompone la señal en el dominio tiempo-frecuencia calculando la Transformada Wavelet-Packet sucesivas veces, calcula sus contenidos energéticos repartidos en bandas uniformes y continuas de frecuencia y reagrupa estas bandas de frecuencia de tal modo que sean asociables a los Grupos Armónicos de tensión o de corriente definidos en CEI 61000-4-7.

2. Procedimiento de medida, según la reivindicación 1, que se **caracteriza** por tomar muestras de la señal de una línea eléctrica según la ventana rectangular de muestreo definida en el estándar CEI 61000-4-7 de duración temporal diez ciclos de la señal fundamental de 50 Hz presente en la línea eléctrica.

3. Procedimiento de medida, según la reivindicación 1, que se **caracteriza** por realizar un proceso de

ajuste de la anchura espectral de las bandas de frecuencia y posterior recombinación de las mismas, de tal modo que abarquen la misma región del espectro de frecuencia que las componentes espectrales que constituyen los Grupos Armónicos y coincidan en su punto central con las componentes armónicas de la frecuencia fundamental de la línea eléctrica.

4. Procedimiento de medida, según la reivindicación 1, que se **caracteriza** por calcular el contenido energético de las bandas frecuenciales recombinadas equivalente al valor eficaz de los Grupos Armónicos.

5. Procedimiento de medida, según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que calcula el contenido energético en bandas de frecuencia que cubren de modo continuo el espectro de frecuencia de la señal presente en la línea eléctrica lo que evita dispersión espectral cuando se produce la pérdida de sincronía entre la ventana temporal de medida y la señal de la línea eléctrica o cuando la señal de la línea eléctrica presenta una o más componentes espectrales de frecuencia distinta a un múltiplo entero de la resolución espectral de la ventana temporal.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

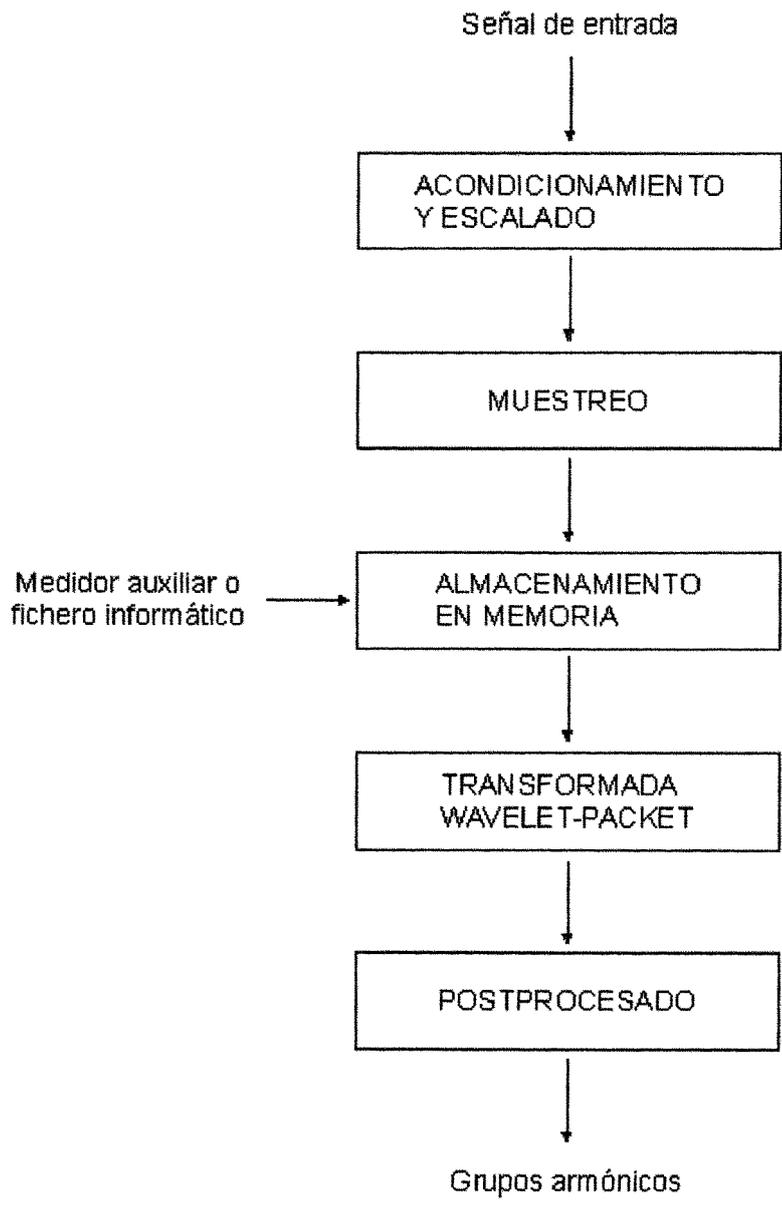
50

55

60

65

**DIBUJOS**





OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 277 505

② Nº de solicitud: 200500570

③ Fecha de presentación de la solicitud: 04.03.2005

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **G06F 19/00** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	HAMID, E.Y.; KAWASAKI, Z.-I. Wavelet Packet Transform for Rms and Power Measurements. Power Engineering Review, IEEE Volume 21, Issue 9, Sept. 2001. Páginas: 49-51. ISSN 0272-1724.	1-5
X	WEON-KI YOON; MICHAEL J. DEVANEY. Power Measurement using the Wavelet Transform. IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, St. Paul, Minnesota USA, May 18-20, 1998. Volume 2, 18-21 May 1998. Páginas: 801-806. ISBN 0-7803-4797-8.	1-5
X	EREN L.; DEVANEY MICHAEL J. Calculation of Power System Harmonics via Wavelet Packet. IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, Anchorage USA 21-23 May 2002, páginas 1643-1647. ISBN 0.7803-7218-2.	1-5
X	EREN L.; DEVANEY MICHAEL J; ÜNAL MEHMET. Harmonic Analysis via Wavelet Packet Decomposition using Special Elliptic Half-Band Filters. IMTC 2004- Instrumentation and Measurement Technology Conference, Como Italy 18-20 May 2004, páginas 2111-2114. ISBN 0-7803-8248-X.	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

28.05.2007

Examinador

L. García Aparicio

Página

1/1