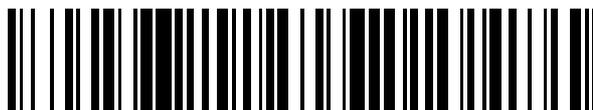


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 442 379**

51 Int. Cl.:

G01R 19/25 (2006.01)

G01R 23/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2004 E 04728130 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 1738184**

54 Título: **Control de la calidad de la potencia**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2014

73 Titular/es:

**ELSPEC LTD. (100.0%)
4 HASHOHAM STREET, ZONE 23 CAESARIA
INDUSTRIAL PARK
38900 CAESARIA, IL**

72 Inventor/es:

**NISENBLAT, POL;
BROSHI, AMIR, MORDEHAY y
EFRATI, OFIR**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 442 379 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Control de la calidad de la potencia

5 **SECTOR DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere al sector de control de la calidad de la potencia, y en particular, al almacenamiento de datos de calidad de la potencia para referencia posterior.

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

15 A efectos de suministrar un servicio de potencia eléctrica de alta calidad, es deseable controlar la calidad de las señales eléctricas en diferentes localizaciones a lo largo de una red de potencia eléctrica. En particular, es deseable conocer la forma de onda de la corriente y el voltaje en varias localizaciones de la red en el momento en el que ha ocurrido un evento específico (por ejemplo, un apagón) a efectos de comprender la causa del evento.

20 La patente US 5.736.847 de Van Doom y otros describe un medidor de potencia para leer y visualizar formas de onda de la potencia eléctrica y para calcular parámetros de la forma de onda. Estos parámetros pueden incluir, por ejemplo, corriente, voltaje, potencia, relación de fase entre formas de onda de una señal de tipo multifase, factor de potencia, frecuencia, kilovatios hora (KWH), kilo Volt Amperios de energía reactiva (KVAR), KVARH, KVA y KVAH.

25 En algunos casos, no obstante, la visualización en línea de las formas de onda y/o los parámetros deducidos no son suficientes. La patente US 6.675.071 de Griffin, Jr. y otros indica que sería deseable implementar un dispositivo de calidad de potencia que capte todos los datos de formas de onda del voltaje en todo momento, pero este dispositivo es impracticable debido a las grandes cantidades de datos involucrados. Con una velocidad de muestreo de 32 muestras por ciclo, se recogen 1920 muestras por segundo. Para medidores trifásicos que miden formas de onda de voltaje y de corriente, el dato es 6-8 veces mayor. La patente 6.675.071 sugiere la detección de variaciones en las formas de onda y captar datos relativos a las horas de las variaciones detectadas.

30 La patente US 6.671.654 de Forth y otros describe un dispositivo electrónico para la medición de parámetros de potencia de un sistema de distribución de potencia. Igual que en la patente '071, se almacenan datos solamente cuando ocurre un evento (por ejemplo, un cambio brusco de la corriente o del voltaje).

35 La patente US 6.639.518 de Curtis describe un controlador de circuito que controla uno o varios valores medidos de un circuito eléctrico. El controlador incluye un sistema para seleccionar puntos determinados de alarma.

40 Algunos sistemas de control almacenan solamente la raíz cuadrada de las medias de los cuadrados (RMS) y/o la potencia de las señales eléctricas. Este dato, no obstante, no es siempre suficiente para determinar la naturaleza exacta de los problemas.

Los siguientes documentos dan a conocer otros procedimientos de la técnica anterior para la compresión de los valores de una forma de onda de una señal de potencia eléctrica controlada:

- 45 - Chi-Jui Wu y otros: "Data compression technique in recording arc furnace voltage and current wave forms for tracking power quality" Conferencia sobre transmisión y distribución IEEE PES 2003. Actas de la conferencia. Dallas, TX, Septiembre 7-12, 2003; [Conferencia sobre transmisión y distribución y exposición IEEE/PES], New York, NY: IEEE, US, vol. 1, 7 Septiembre 2003, páginas 383-388;
- 50 - Ribeiro M V y otros: "An enhanced data compression method for applications in power quality analysis" IECON'01. Actas de la 27 Conferencia anual de la sociedad de electrónica industrial IEEE. Denver, CO, Nov. 29 - Dic. 2, 2001; [Conferencia Annual de la sociedad electrónica industrial IEEE], New York, NY: IEEE, US, vol. 1, 29 Noviembre 2001, páginas 676-681;
- 55 - Littler B y otros: "Wavelets for the analysis and compression of power system disturbances" Conversaciones sobre suministro de potencia IEEE, centro de servicio IEEE, New York, NY, US, vol. 14, nº. 2, 1 Abril 1999, páginas 358-364.

RESUMEN DE LA INVENCION

60 La invención se refiere a un procedimiento que comprende las características de la reivindicación 1. El procedimiento funciona específicamente en un aparato para almacenamiento continuo de la forma de onda de una o varias señales de potencia, con independencia de si se ha identificado o no un evento de interés. El aparato incluye opcionalmente memoria suficiente para almacenar la forma de onda en condiciones normales de potencia a lo largo de un prolongado periodo de tiempo, como mínimo de 1 mes, 2 meses, o incluso un año. El almacenamiento de la forma de onda a lo largo de este prolongado periodo permite consultar eventos pasados para determinar diferentes

65

parámetros que han sido considerados importantes en el momento de un evento y/o permite la consulta de eventos pasados que, en el momento en que ocurrieron no se consideraron importantes o no fueron ni siquiera identificados.

5 En algunas realizaciones de la invención, el procedimiento de compresión tiene en cuenta la naturaleza de las señales de la potencia eléctrica. Opcionalmente, el procedimiento de compresión es llevado a cabo en tiempo real, al ser captadas las señales, de manera que se llevan a cabo las decisiones de compresión antes de que se hayan recibido todos los datos comprimidos. La compresión para cualquier segmento específico de los datos se lleva a cabo opcionalmente basándose en un pequeño segmento de los datos. En algunas realizaciones de la invención, la cantidad de datos no comprimidos tenidos en cuenta por un procesador que lleva a cabo la compresión en la
10 generación de cualquier parte de datos comprimidos es relativamente pequeña, por ejemplo, menos de un minuto, un segundo, o incluso una décima de segundo de los datos no comprimidos. Opcionalmente, la cantidad de memoria disponible para su utilización y/o utilizada realmente para compresión por el procesador de compresión es menor de 100 kbytes o incluso 10 kbytes.

15 De acuerdo con ciertas realizaciones de la invención, la potencia de proceso y/o el desarrollo de recursos que se han consumido hasta el momento en la identificación de eventos, se dirigen hacia la compresión y almacenamiento de las grandes cantidades de datos involucradas en el almacenamiento de los datos de forma de onda.

20 El almacenamiento de la forma de onda es llevado a cabo opcionalmente con una elevada exactitud de, como mínimo, 64, 128, 256 o incluso 512 muestras por tiempo de ciclo eléctrico (en general, 1/50 o 1/60 segundos).

25 Algunas realizaciones de la invención se refieren a la utilización de un procedimiento de compresión "lossy" ("con pérdidas") en la compresión de señales de potencia controladas. Utilizando un procedimiento de compresión "lossy" para señales de potencia, permite conseguir una elevada proporción de compresión, lo que permite el almacenamiento de grandes volúmenes de datos con una reducción de calidad relativamente baja. De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, en vez de almacenar de manera precisa un número limitado de parámetros se almacena la totalidad de la forma de onda de potencia con una ligera pérdida de exactitud. Opcionalmente, se almacenan valores exactos de uno o varios parámetros altamente utilizables junto con la forma de onda, en el caso de que se requiera también una información más exacta. La compresión "lossy" comporta opcionalmente la pérdida de hasta 1-2% aproximadamente de la exactitud, preferentemente y de forma aproximada 0,1%, consiguiendo una relación de compresión de 1:500, 1:1000 o superior.

35 El procedimiento de compresión con pérdidas ("lossy") se lleva a cabo opcionalmente en tiempo real. La compresión en tiempo real puede requerir en algunos casos una unidad de compresión con requerimientos de potencia de proceso relativamente alta.

40 La compresión en tiempo real puede ser llevada a cabo sobre la marcha, sin requerir que la unidad de compresión tenga una memoria interna grande. De manera alternativa o adicionalmente, la compresión en tiempo real es llevada a cabo en cada muestra dentro de menos de un segundo, o incluso medio segundo de cuando fue captada.

45 La compresión puede ser llevada a cabo a lo largo de un periodo de tiempo relativamente largo. La compresión acopla los valores de cada uno de los componentes a lo largo del tiempo en un modelo que puede ser representado utilizando una pequeña cantidad de datos. La compresión de los valores de cada componente se efectúa sin relación con los valores de cualquiera de los otros componentes.

Opcionalmente, la compresión comprende una compresión "lossy" o con pérdidas que ignora pequeños errores en el acoplamiento de los valores de los componentes a los modelos. En algunas realizaciones de la invención, la compresión "lossy" ignora errores menores que la exactitud de medición del aparato.

50 Los componentes de frecuencia son generados opcionalmente aplicando una transformada, tal como una transformada de Fourier (por ejemplo, DFT, FFT), una transformada de coseno (DCT) o una transformada Z, a las muestras del dominio de tiempo. De manera alternativa o adicionalmente, los componentes de frecuencia son generados utilizando una serie de filtros, digitales o analógicos, correspondientes a las diferentes frecuencias. Además, de forma alternativa o adicional, los componentes de frecuencia son generados utilizando reconocimiento de modelo de tiempo.
55

60 La señal de la potencia eléctrica es representada por el almacenamiento, para cada armónico, de valores promedio, y números respectivos de ciclos consecutivos en los que el armónico tiene un valor próximo al valor promedio. Si bien llevar a cabo una transformada de Fourier es relativamente intensivo en cuanto al proceso, la relación de compresión conseguida y, por lo tanto, la capacidad de almacenar señales de potencia de periodos de tiempo largos, se considera ventajosa.

65 En algunas realizaciones de la invención, la longitud del ciclo de la señal de potencia es controlada de manera continuada (es decir, su proximidad a la frecuencia nominal de 50 o 60 Hz), de manera que la transformada de Fourier se lleva a cabo de manera precisa en las señales de un ciclo sin salir del ciclo. En algunas realizaciones de la invención, la proporción de muestreo de las señales de potencia es ajustada de acuerdo con la duración del ciclo,

de manera que cada ciclo tiene sustancialmente el mismo número de muestras, con independencia de su longitud. Opcionalmente, cada ciclo tiene un número predeterminado de muestras que es adecuado para transformada rápida de Fourier (por ejemplo, 256 muestras).

- 5 Al seguir de manera precisa los ciclos de las señales de potencia, los valores de los armónicos tienen en general los mismos valores o muy similares a lo largo de prolongados periodos de señales. De este modo, si solamente se almacenan los cambios, la compresión consigue para señales eléctricas normales proporciones de compresión muy elevadas (por ejemplo 1:10.000) que permite el almacenamiento de grandes cantidades de datos.
- 10 En algunas realizaciones de la invención, los valores de los armónicos que tienen valores muy bajos (es decir, próximos a cero) no se almacenan. De manera general, muchos armónicos de ciclos de señales de potencia eléctrica tienen valores sustancialmente cero y, por lo tanto, no requieren espacio de almacenamiento, especialmente cuando las líneas de potencia controladas funcionan satisfactoriamente.
- 15 Un aspecto de algunas realizaciones de la invención se refiere al almacenamiento de la forma de onda de una señal eléctrica a lo largo de un periodo prolongado de, como mínimo, una semana, o incluso un mes, al almacenar los componentes espectrales de la señal. Opcionalmente, los componentes espectrales son comprimidos.
- 20 Opcionalmente, el número de ciclos en el que el valor es próximo al valor promedio se determina efectuando la determinación del mínimo y máximo de un tren de valores armónicos, y determinando cuándo la distancia entre el mínimo y el máximo es más elevada que una distancia predeterminada. Opcionalmente, la distancia predeterminada es un porcentaje configurado del valor reciente promedio del armónico. Opcionalmente, la distancia predeterminada es un porcentaje configurado de un valor configurado esperado del armónico.
- 25 Opcionalmente, la captación de las muestras comprende la captación de una señal analógica y el muestreo de las señales. Opcionalmente, la división de las muestras en grupos comprende la determinación repetitiva de una frecuencia de potencia principal de la señal y determinar, de acuerdo con ello, ciclos de la señal de potencia.
- 30 Opcionalmente, el muestreo de las señales comprende el muestreo según una velocidad determinada con respecto a la frecuencia principal de la potencia. Opcionalmente, la determinación repetitiva de la frecuencia principal de la potencia comprende la determinación a partir de las muestras captadas. De manera alternativa o adicionalmente, la determinación repetitiva de la frecuencia principal de la potencia comprende la determinación a partir de una señal analógica, a partir de la cual se han generado las muestras captadas. Opcionalmente, la transformada de las muestras de cada grupo comprende la transformada utilizando una transformada rápida de Fourier.
- 35 Opcionalmente, el procedimiento comprende la aplicación de un procedimiento de compresión sin pérdidas a los valores armónicos comprimidos. Opcionalmente, el procedimiento comprende el almacenamiento de, como mínimo, alguno de los componentes comprimidos en un archivo que representa una serie de señales de potencia. Opcionalmente, el procedimiento comprende el almacenamiento de los componentes comprimidos en un archivo que representa las señales de potencia de manera continuada a lo largo de más de un mes. Opcionalmente, el procedimiento comprende la transmisión de los componentes comprimidos mediante un enlace de comunicación.
- 40 Opcionalmente, la compresión, como mínimo, de alguno de los componentes, comprende la compresión de cada uno de los componentes separadamente. Opcionalmente, la compresión, como mínimo, de alguno de los componentes comprende la compresión en tiempo real y/o utilizando una compresión con pérdidas. Opcionalmente, la compresión de, como mínimo, algunos de los componentes separadamente, comprende la compresión separadamente, como mínimo, en tres periodos de la forma de onda. Opcionalmente, la señal de potencia comprende una señal de corriente o una señal de voltaje. Opcionalmente, la adquisición de datos que representan periodos de las formas de onda comprende la adquisición de datos que representan ciclos de la forma de onda.
- 45 Opcionalmente, la adquisición de datos que representan periodos de las formas de onda comprende la adquisición de datos que representan periodos más cortos o más largos que los ciclos de la forma de onda.
- 50 Opcionalmente, la descomposición de la forma de onda en una serie de componentes, comprende la descomposición en componentes que son co-extensivas en el tiempo.
- 55 Opcionalmente, una representación de los valores de los componentes armónicos se puede almacenar en un medio de almacenamiento no volátil, de manera continua a lo largo de, como mínimo, una semana.
- 60 El procedimiento de la invención puede ser implementado en un dispositivo para controlar señales de potencia eléctrica comprendiendo un interfaz de línea de potencia para la medición de las señales de línea de potencia, un medio de almacenamiento no volátil y un procesador adaptado para almacenar una representación de información de forma de onda y de señales de línea de potencia medidas en el medio de almacenamiento de forma continua, con independencia de si se ha identificado o no un evento especial.
- 65 Opcionalmente, las señales de la línea de potencia comprenden, como mínimo, una señal de corriente y/o, como mínimo, una señal de voltaje. Opcionalmente, el procesador está adaptado para almacenar la representación de

manera continua a lo largo de, como mínimo, una semana. Opcionalmente, el dispositivo no está adaptado para identificar eventos especiales. Opcionalmente, el medio de almacenamiento tiene una capacidad más reducida de 1 Gbyte. Alternativamente, el medio de almacenamiento tiene una capacidad superior a 1 Gbyte. Opcionalmente, el procesador está adaptado para comprimir las señales de potencia medida, como mínimo, con una relación de compresión mínima determinada previamente.

Opcionalmente, el procesador está adaptado para ajustar el nivel de pérdida de la compresión a efectos de conseguir la relación de compresión mínima predeterminada. Opcionalmente, el procesador está adaptado para comprimir las señales de potencia medida en tiempo real. Opcionalmente, el procesador está adaptado para comprimir las señales de potencia medidas con un procedimiento de compresión con pérdidas ("lossy"). Opcionalmente, el interfaz está adaptado para proporcionar muestras de las señales de potencia a una velocidad de, como mínimo, 8 muestras por ciclo de las señales de potencia.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se describirán realizaciones específicas a título de ejemplo de la invención haciendo referencia a la siguiente descripción de realizaciones, conjuntamente con las figuras, en las que idénticas estructuras, elementos o partes que aparecen en más de una figura están designadas de manera general con el mismo o similar número en todas las figuras en las que aparecen, en las que:

La figura 1 es un diagrama esquemático de una unidad de compresión, de acuerdo con una realización a título de ejemplo;

La figura 2 es un diagrama de un procedimiento de compresión, de acuerdo con una realización a título de ejemplo de la invención;

La figura 3 es un diagrama de un procedimiento de determinación de periodos de tiempo en los que los valores de un armónico o un parámetro son sustancialmente iguales, de acuerdo con una realización a título de ejemplo de la invención; y

La figura 4 es una ilustración esquemática de un dispositivo de almacenamiento de datos comprimidos, de acuerdo con una realización a título de ejemplo de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES A TÍTULO DE EJEMPLO

La figura 1 es una representación esquemática de una unidad de compresión 100, de acuerdo con una realización a título de ejemplo de la invención. La unidad de compresión 100 se conecta opcionalmente a cables eléctricos, por ejemplo, a tres líneas de fase 102 y una línea neutra 104 para controlar las señales que pasan por las mismas, para control de calidad. La unidad de compresión 100 comprime las señales detectadas procedentes de los cables eléctricos a efectos de permitir el almacenamiento de datos de control para duraciones prolongadas, opcionalmente, de forma continua sin relación al hecho de si se ha identificado un evento de interés. En algunas realizaciones, la unidad de compresión 100 comprende conexiones de medición de corriente 130 y conexiones 132 de medición de voltaje. Las conexiones pueden incluir conexiones físicas, conexiones de campo magnético y/o las utilidades de cualquier otro acoplamiento.

La unidad de compresión 100 comprende opcionalmente un sensor analógico 110 que detecta las señales controladas, un convertidor A/D 114 que convierte las señales analógicas detectadas en muestras digitales, y un compresor 112, que lleva a cabo la compresión. En algunas realizaciones, la unidad de compresión 100 comprende además un procesador 118 que determina uno o varios parámetros de los datos en bruto que se han detectado, tal como uno o varios de: potencia, relación de fase entre formas de onda de una señal de fases múltiples, factor de potencia, frecuencia principal de potencia, kilovatios por hora (KWH), KVAR, KVARH, KVA, distorsión total de armónicos (THD), corriente de la raíz de la media de cuadrados (RMS), voltaje RMS, y KVAH. Como mínimo, alguno de estos parámetros es calculado opcionalmente para cada fase. De manera alternativa o adicionalmente, los parámetros controlados incluyen parámetros de caída, aumento y/o parámetros de fluctuación y/o datos utilizados en la determinación de estos parámetros. En algunos casos, la relación entre valores para diferentes fases es calculada. Los parámetros calculados por el procesador 118 pueden ser comprimidos por el elemento compresor 112 y/o pueden ser utilizados para generar avisos, tal como se conoce en esta técnica. Los parámetros calculados por el procesador 118 son opcionalmente parámetros que tienen una elevada utilidad y/o parámetros que están afectados relativamente por pequeñas inexactitudes en las formas de onda. Estos parámetros son almacenados opcionalmente además de la propia forma de onda, a efectos de evitar las inexactitudes debidas a la compresión con pérdidas ("lossy") aplicada a las formas de onda.

El compresor 112 lleva a cabo opcionalmente la compresión en tiempo real, de manera que las señales son comprimidas dentro de menos de un segundo o incluso una décima de segundo desde el momento que han sido adquiridas. Los datos comprimidos procedentes del compresor 112 son almacenados opcionalmente en una unidad de almacenamiento 120 de cualquier tipo conocido en la técnica, tal como una unidad de disco, una memoria compacta flash o cualquier otra memoria no volátil. En algunas realizaciones, la unidad de almacenamiento 120 es relativamente grande, de manera que puede almacenar datos acumulados a lo largo de meses o incluso más de un año. Opcionalmente, la unidad de almacenamiento 120 es relativamente grande, es decir, mayor de 1 Gbyte, 10

Gbyte o incluso 40 Gbyte. De manera alternativa o adicionalmente,, la compresión del compresor 112 es muy elevada, de manera que es suficiente una unidad de almacenamiento relativamente pequeña 120, incluso menor de 1Gbyte es suficiente.

5 En algunas realizaciones, el compresor 112 comprende una memoria caché que almacena datos temporalmente hasta que se almacenan en la unidad de almacenamiento 120. De manera alternativa o adicionalmente, la memoria caché almacena los datos requeridos para la compresión. La memoria caché tiene opcionalmente una dimensión menor de 10 Mbytes, 1 Mbyte o incluso menor de 100 Kbyte.

10 De manera alternativa o adicionalmente al almacenamiento de las señales comprimidas, las señales comprimidas son transferidas a un transmisor 124 para su transmisión a una unidad remota. Las señales son comprimidas antes de su transmisión a efectos de permitir la transmisión con una anchura de banda razonable. La transmisión puede ser llevada a cabo utilizando cualquier enlace de comunicación conocido en esta técnica, incluyendo las líneas de potencia controladas, enlaces inalámbricos, líneas de cable y/o telefónicas. En la unidad en posición remota, las
15 señales transmitidas pueden ser almacenadas, visualizadas y/o analizadas. En algunas realizaciones, las señales comprimidas almacenadas en la unidad de almacenamiento 120 son accesibles desde la estación de control 126, que puede ser utilizada para visualizar y/o analizar las señales comprimidas. Tal como se describe más adelante, las señales son almacenadas opcionalmente, de manera que permite una recuperación rápida de señales de un dato específico y/o un tipo específico. La unidad de control 126 se utiliza también opcionalmente para configurar atributos
20 de funcionamiento de la unidad de compresión 100.

El sensor analógico 110 puede ser de cualquier tipo conocido en esta técnica, incluyendo los que se describen en la patente US antes mencionada 5.736.847. El compresor 112 tiene opcionalmente suficiente potencia de proceso a efectos de llevar a cabo una transformada de Fourier (por ejemplo, FFT) en cada una de las señales controladas,
25 para cada ciclo de la señal de potencia.

El convertidor A/D 114 funciona opcionalmente a una velocidad suficiente para cubrir el número deseado de armónicos de las señales detectadas. En algunas realizaciones, el convertidor A/D 114 funciona a una velocidad predeterminada suficientemente elevada. De manera alternativa, la velocidad del convertidor A/D 114 se ajusta de
30 acuerdo con la frecuencia principal de potencia de las señales medidas. Opcionalmente, se puede utilizar una velocidad de muestreo distinta para diferentes líneas y/o diferentes señales (por ejemplo, corriente, voltaje) en la misma línea. De manera alternativa, se utiliza la misma velocidad de muestreo para todas las señales recogidas por el sensor analógico 110.

35 El convertidor A/D 114 puede tener sustancialmente cualquier tamaño de palabra de muestreo adecuado, por ejemplo, 16 bits. El tamaño del muestreo se selecciona opcionalmente de acuerdo con la exactitud del aparato de medición.

La figura 2 es el diagrama de flujo de un procedimiento de compresión, de acuerdo con una realización a título de ejemplo de la invención. Basándose en las señales recogidas (202) se determina la frecuencia principal de potencia (204) utilizando cualquier procedimiento conocido en esta técnica, tal como cualquier procedimiento de bloqueo del bucle de fase (PLL), utilizando opcionalmente características tales como detección del cruce por cero o auto-correlación. Se calcula la proporción de muestreo correspondiente a la frecuencia principal de potencia (206). Si la proporción de muestreo calculada (208) es sustancialmente diferente de la proporción de muestreo del momento del
45 convertidor A/D 114, se cambia la proporción de muestreo (210) a la proporción de muestreo calculada, inmediatamente después de la determinación de que se requiere el cambio o uno o varios ciclos más tarde. De manera alternativa, el cambio es llevado a cabo gradualmente utilizando, por ejemplo, un algoritmo de histéresis.

Las muestras de cada ciclo de las señales detectadas son transformadas (212) en el dominio de frecuencia (es decir, en vectores armónicos formados de valores reales e imaginarios), utilizando opcionalmente una transformada rápida de Fourier (FFT). De manera alternativa o adicional, los valores de uno o varios parámetros de las señales detectadas son determinados (214). Para cada parámetro y armónico, el compresor 112 determina (216) la duración de tiempo (o muestra) durante el cual su valor no cambia sustancialmente, conservando referencia de valores y periodos de valor igual respectivo. Una realización a título de ejemplo de determinación (216) de los periodos de tiempo se describe a continuación, haciendo referencia a la figura 3. Los valores determinados (216) y los periodos son almacenados opcionalmente (218) en formato de archivo adecuado, por ejemplo, tal como se describe más adelante con referencia a la figura 4. En algunas realizaciones de la invención, el formato del archivo es comprimido adicionalmente utilizando un procedimiento de compresión adecuado, sin pérdidas y/o aplicación general (es decir, no dependiendo del tipo de datos representados por las señales comprimidas) conocido en la técnica tal como la compresión Lempel Ziv Welch (LZW).
60

Haciendo referencia con mayor detalle al cálculo (216) de la proporción de muestreo correspondiente de la frecuencia, en algunas realizaciones de la invención, la proporción de muestreo se basa en el número de armónico s a utilizar en la compresión. En una realización a título de ejemplo de la invención, se utilizan 128 armónicos, si bien se pueden utilizar más armónicos a efectos de conseguir una compresión más precisa y/o para recoger altas frecuencias y/o eventos transitorios. Por ejemplo, una proporción de muestreo de 1 MHz correspondiente
65

aproximadamente a 20.000 armónicos, en una frecuencia principal de potencia de 50 HZ se puede utilizar para recoger transitorios rápidos en las señales eléctricas controladas. Dado que los armónicos altos tienen, en general, valores cero, el tamaño de las señales comprimidas no queda sustancialmente afectado por la utilización de dicho número grande de armónicos. De manera alternativa, se pueden utilizar menos armónicos (por ejemplo, 32) cuando no se requiere una elevada exactitud, a efectos de reducir la potencia de proceso requerida del compresor 112 en la realización de las transformadas de Fourier. La proporción de muestreo utilizada es opcionalmente igual al doble de la frecuencia principal de potencia multiplicado por el número de armónicos, de manera que para cada ciclo de las señales controladas, existe un número suficiente de muestras para construir el número deseado de armónicos. Por ejemplo, a efectos de conseguir 128 armónicos, para una línea de potencia que funciona por una frecuencia de 50Hz, se utiliza una proporción de muestreo de 12,8 HZ, mientras que para una frecuencia de 60 Hz, se utiliza una proporción de muestreo de 15,36 Hz.

Haciendo referencia de manera más detallada a la determinación (208) de si la proporción de muestreo calculada es sustancialmente diferente de la proporción de muestreo del momento, en algunas realizaciones de la invención, los valores se consideran sustancialmente diferentes basándose en el efecto que tiene la diferencia en la compresión. Opcionalmente, cuando la diferencia tiene una elevada probabilidad de provocar que los valores de ciclos consecutivos FFT sean diferentes aunque los ciclos de las señales eléctricas sean sustancialmente el mismo, la proporción de muestreo de un convertidor A/D 114 es cambiado (210).

De manera alternativa a la determinación de la frecuencia principal de potencia basándose en los valores muestreados, se determina la frecuencia principal de potencia a partir de las señales analógicas utilizando procedimientos conocidos en esta técnica. Opcionalmente, cuando la unidad de compresión 100 funciona sobre una serie de líneas de potencia, la proporción de muestreo se determina basándose en la frecuencia principal promedio de las líneas, o basándose en la frecuencia principal de una de las líneas utilizada como línea de potencia representativa, dado que las frecuencias de las líneas de potencia relacionadas son generalmente la misma. De manera alternativa o adicionalmente, por ejemplo, cuando no se relacionan con las diferentes líneas de potencia, se utilizan diferentes proporciones de muestreo para las diferentes líneas de potencia.

De manera alternativa al ajuste de la proporción de muestreo, de acuerdo con los cambios de la frecuencia principal, se utiliza una proporción de muestreo superior a la requerida, y la frecuencia principal se utiliza para agrupar las muestras en ciclos. Opcionalmente, de acuerdo con esta alternativa, se utiliza una transformada digital de Fourier (DFT) o cualquier otra transformada, tal como una transformada en Z o transformada DCT, en vez de una FFT. De manera alternativa, las muestras son remuestreadas en una serie de muestras requeridas para la FFT.

En algunas realizaciones de la invención, si se pierde la sincronización con la señal de la que se ha determinado la frecuencia principal de potencia, se utiliza la última frecuencia principal de potencia determinada en la determinación de la longitud del ciclo (para otras señales controladas) hasta que se restablece la sincronización.

De manera alternativa a la utilización de la transformada FFT, se puede utilizar cualquier otro procedimiento para convertir los valores de cada ciclo en armónicos. Estos procedimientos alternativos pueden incluir, por ejemplo, otras transformadas, tales como las transformadas DCT o la transformada Z. De manera alternativa o adicionalmente, se utilizan dispositivos de filtrado y/o de reconocimiento de modelo de tiempo para convertir los valores de cada ciclo en armónicos. Haciendo referencia de manera más detallada a la determinación de (216) de periodos de tiempo en los que los valores no cambian sustancialmente, en algunas realizaciones de la invención, cuando los valores cambian ligeramente de acuerdo con un modelo predeterminado, ello queda indicado en el formato comprimido. Esto permite una reconstrucción más exacta de las señales y/o la utilización de valores más elevados de tolerancia.

De manera alternativa o adicionalmente a la determinación de periodos de tiempo (216) durante los cuales el valor del armónico no cambia sustancialmente, el compresor 112 puede intentar acoplar los valores medidos en una función o modelo predeterminados, por ejemplo, en una línea de incremento o decremento monótono y/o en un polinomio de orden bajo. También de forma alternativa o adicional, el compresor 112 selecciona a partir de un conjunto predeterminado de funciones, una función que consigue un acoplamiento óptimo de los valores en la función. Los resultados de la compresión incluyen una indicación de la función seleccionada y de los coeficientes utilizados.

La figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de determinación (216) de periodos de tiempo, en el que los valores de un armónico o un parámetro (al que se hace referencia más adelante, a efectos de simplicidad, de manera conjunta utilizando el término colectivo "armónico") son sustancialmente el mismo, de acuerdo con una realización a título de ejemplo de la invención. En el procedimiento de la figura 3, las variables **min**, **max**, **acc** y **promedio**, almacenan respectivamente los valores mínimo, máximo, suma y promedio de los valores del armónico durante un periodo en el que los valores son sustancialmente el mismo (es decir, la diferencia entre min y max es pequeña). El conteo variable almacena el número de valores en el periodo de valores del momento.

En el inicio (300), cuando se empieza un registro nuevo de señal (tal como se describe más adelante con referencia a la figura 4) y cuando (330) se recibe un valor sustancialmente diferente para un armónico, las variables **min**, **max** y **acc** se ajustan (302) al valor que se acaba de recibir, al que se hace referencia en esta descripción utilizando la

variable nuevo, es decir, $\min = \max = \text{acc} = \text{nuevo}$. Entonces, se recibe (303) un valor de recepción nueva (nuevo). El siguiente valor (nuevo) recibido (304), es comparado a \min y \max para determinar si el valor de cualquiera de estas variables debe ser cambiado, es decir,

- 5 Si nuevo < \min entonces $\min = \text{nuevo}$
Entonces si nuevo > \max entonces $\max = \text{nuevo}$

10 La diferencia entre los valores mínimo y máximo (306) se compara al nivel de tolerancia, para el que los valores se considera que pertenecen todavía al mismo periodo de valores. Si la diferencia (306) entre \min y \max es superior (330) que la tolerancia permitida (es decir, $|\max - \min| > \text{tolerancia}$), el periodo anterior es cerrado (310) y se empieza un nuevo periodo en 302. El cierre del periodo anterior (310) incluye el almacenamiento del valor promedio (avg) de las muestras del periodo junto con el número de muestras en el periodo (count). De manera alternativa o adicionalmente al almacenamiento del promedio, se almacena la suma (acc). Si la diferencia (306) entre \min y \max se encuentra dentro de la tolerancia permitida, se añade el valor de nuevo (315) a acc y se incrementa count en 1. A continuación, se recibe otro valor del armónico (303).

20 Después de una serie de periodos de trabajo con el procedimiento de la figura 3, se recibe un conjunto de pares de valores de avg y count. De manera general, en señales de potencia eléctrica, aparecen los valores armónicos iguales o muy similares en muchos ciclos consecutivos de la frecuencia principal de potencia. Por lo tanto, se puede conseguir una representación de muchos ciclos de una señal eléctrica utilizando un número relativamente pequeño de pares de valores y el número de ciclos consecutivos en los que aparecen.

25 Se observará que la igualdad de valores es especialmente cierta para algunos de los armónicos, de manera que incluso si para algunos armónicos los ahorros de la utilización del procedimiento de compresión de la presente invención son relativamente bajos, los ahorros en alguno de los armónicos son muy grandes.

30 En algunas realizaciones de la invención, en vez de almacenar los valores armónicos en sí mismos, se almacena la proporción entre dos armónicos, que se sabe que están relacionados. En algunos casos, esta proporción es más estable que los propios valores. En una realización a título de ejemplo de la invención, se utiliza la proporción entre armónicos altos y el armónico fundamental. De manera alternativa o adicionalmente, la unidad de compresión 100 selecciona en tiempo real si se almacenan los valores armónicos en sí mismos o las proporciones, según la opción que proporciona momentáneamente valores más estables.

35 En algunas realizaciones de la invención, el valor de tolerancia es ajustado como porcentaje del valor nominal del armónico. De manera alternativa, el valor de la tolerancia es ajustado como porcentaje del armónico fundamental o de la señal total. La tolerancia es configurada opcionalmente de acuerdo con un compromiso deseado entre exactitud y proporción de compresión. En la configuración, la inexactitud de la medición de las señales se toma opcionalmente en cuenta, de manera que el porcentaje de tolerancia no es menor que la inexactitud de la medición de la señal. Se observará que en casos en los que la inexactitud es relativamente alta (por ejemplo 0,1 % de los valores medidos) el valor de la tolerancia se puede ajustar a la inexactitud intrínseca del aparato de medición, de manera que no se pierde información debido a la compresión con pérdidas ("lossy"). En una realización a título de ejemplo de la invención, se utiliza la tolerancia entre 0,1 – 1% del valor nominal. De manera alternativa a la utilización de un valor de tolerancia preconfigurado, el valor de la tolerancia es ajustado a lo largo del tiempo de acuerdo con parámetros de la compresión. En una realización a título de ejemplo de la invención, el valor de la tolerancia se ajusta de acuerdo con la proporción de compresión conseguida. Opcionalmente, cada vez que se completa un registro de datos 414 (figura 4), la proporción de compresión del registro 414 se determina y, de acuerdo con ello, se selecciona la tolerancia del nuevo registro de datos, a efectos de conseguir una relación de compresión deseada.

50 Opcionalmente, se utiliza la misma la tolerancia para todas las señales comprimidas. De manera alternativa, se utilizan diferentes valores de la tolerancia para diferentes armónicos y/o parámetros, por ejemplo, de acuerdo con la importancia de cada uno de los armónicos y/o parámetros. El valor nominal es opcionalmente un valor esperado predeterminado configurado del armónico. De manera alternativa, el valor nominal es un valor promedio determinado basándose en el valor del armónico en ciclos recientes.

55 En algunas realizaciones de la invención, para armónicos que tienen valores complejos, se lleva a cabo el procedimiento de la figura 3 separadamente para la parte real y para la parte imaginaria del armónico. De manera alternativa, el procedimiento es llevado a cabo en valores complejos de los armónicos de manera conjunta, llevándose a cabo la comparación con la tolerancia basándose en la magnitud de la diferencia entre \min y \max .
60 También, de forma alternativa o adicionalmente, se lleva a cabo el procedimiento de la figura 3 separadamente en las amplitudes y fases de los valores de los armónicos.

65 La figura 4 es una representación esquemática de una disposición de almacenamiento 400 de datos comprimidos, de acuerdo con una realización a título de ejemplo de la invención. Los datos comprimidos son organizados opcionalmente en archivos 404, que pertenecen a las sesiones 402. Los archivos 404 de una única sesión 402 son captados de forma consecutiva, de manera que no hay intervalo de datos entre los archivos 404 de una sesión única

402. Entre sesiones 402, no obstante, puede haber un intersticio de datos, por ejemplo, debido a un fallo momentáneo de potencia y/o una instrucción de paro/arranque del usuario.

5 Cada archivo 404 incluye opcionalmente una cabecera 410, un registro de información 412, que identifica los tipos de datos soportados por el archivo, y registros de bloques de datos 414 que incluyen datos comprimidos. En algunas realizaciones de la invención, cada registro 414 de bloque de datos comprende una cabecera 420 y campos de señales 422 (marcados 422A, 422B, 422C, etc.), correspondiendo cada campo de señal 442 a una señal única controlada por la unidad de compresión 100. Para señales relativas a un parámetro único de valor tal como se ha mostrado por el campo de señal 422B. El campo de señal 422B comprende un campo de longitud 430 y un conjunto 10 432 de pares de valores promedio (avg, figura 3) y el número de veces en que aparecen de forma consecutiva en la señal controlada (count, figura 3). Los valores del conjunto 432 son almacenados en 310 de la figura 3. En algunas realizaciones de la invención, los valores promedio son indicados al iniciar una proporción entre el valor promedio y un valor nominal de la señal. La utilización de una proporción reduce en general el espacio de almacenamiento requerido para almacenar el valor promedio.

15 Los campos de señal 422 que se refieren a señales de forma de onda representadas por sus armónicos, están representados en la figura 4 por la señal 422D, que comprende una serie de campos de armónicos 438 correspondientes a armónicos de la señal y una serie de campos 434 que indican el número de campos de armónicos 438 en el campo de señal 422D. Cada uno de los campos de armónicos 438 incluye opcionalmente un campo ID 436 que indica el armónico al que se refiere el campo de armónico 438, incluyendo un campo 432 de conjuntos, pares de valores promedio y el número de veces en que aparecen en forma consecutiva, indicando un campo de longitud 430 el número de pares en el campo 432 de conjuntos. En algunas realizaciones de la invención, los armónicos que tienen valor cero no están relacionados en el campo de señal 422D. Muchos armónicos de orden elevado tienen habitualmente un valor cero en las señales de línea de potencia, de manera que es ventajoso no 20 almacenar valores cero de armónicos. De manera alternativa, el campo de señal 422D incluye un campo de armónicos 438 para cada uno de los armónicos calculados, de manera que todos los campos de señal 422D tienen el mismo número de armónicos y campos ID 436 y el campo de número 434. También de forma alternativa, cuando es ventajoso, el campo de número 434 indica que existen valores para todos los armónicos y los campos ID 436 no se utilizan.

30 Opcionalmente, cuando los valores de un armónico cambian sustancialmente en cada ciclo a lo largo de un periodo relativamente largo (por ejemplo, 10 ciclos), se utiliza un formato distinto de almacenamiento, por ejemplo, almacenamiento de los valores medidos solos y/o almacenamiento de las diferencias entre valores consecutivos. Opcionalmente se utiliza una indicación especial para señalar la utilización del formato distinto.

35 El orden de los armónicos dentro de los campos de señal 422D es seleccionado, en algunas realizaciones de la invención, de forma arbitraria, por ejemplo, a partir del armónico fundamental de manera secuencial hasta el armónico de orden más elevado (por ejemplo, 127). De manera alternativa, se selecciona un orden de armónico que se espera que consiga una mejor compresión sin pérdidas del archivo, por ejemplo, utilizando compresión LZW. Opcionalmente, el orden del armónico se selecciona de acuerdo con el procedimiento de compresión sin pérdidas utilizado en los archivos 404 y la similitud esperada de los armónicos. En una realización a título de ejemplo de la invención, los armónicos impares se almacenan separadamente de los armónicos pares. De manera alternativa o 40 adicionalmente, los armónicos se almacenan en orden descendente.

45 En algunas realizaciones de la invención, sustancialmente todos los registros de datos 414 incluyen datos de las mismas señales. En una realización a título de ejemplo de la invención, las señales almacenadas en los registros 414 incluyen una señal de forma de onda de corriente y una señal de forma de voltaje, que son representadas por campos de señal largos 422D. Además, las señales almacenadas por los registros 414 incluyen opcionalmente raíces cuadradas de las medias de los cuadrados (RMS) de voltaje y de corriente. De manera alternativa, diferentes registros de datos 414 se refieren a diferentes conjuntos de señales.

50 La cabecera 420 del registro de datos 414 indica opcionalmente el tiempo de inicio y/o tiempo de terminación de los datos a los que se refiere el registro 414. En algunas realizaciones de la invención, la indicación de tiempo utiliza un esquema de tiempo interno de la unidad de compresión 100 en la cabecera 420. Tal como se describe más adelante, el registro info 412 de cada archivo indica opcionalmente un tiempo regional (es decir, tiempo estándar) y un tiempo interno correspondiente a utilizar para la conversión del tiempo interno en tiempo estándar (regional). La utilización del tiempo interno dentro de las cabeceras 420 permite la utilización de un campo de tiempo más corto y/o elimina la posibilidad de una contradicción de tiempo debida al ajuste erróneo humano del tiempo regional durante la adquisición de datos de un archivo único. El tiempo regional permite la comparación de los datos comprimidos con 55 datos de otras unidades de compresión 100 y/o con otros eventos. El tiempo regional está indicado opcionalmente en cada archivo 404, de manera que los desplazamientos de reloj del tiempo interno no provocan un desplazamiento grande del tiempo indicado para los datos captados.

65 Los registros de datos 414 de un archivo 404 se refieren opcionalmente cada uno de ellos a señales de un periodo de tiempo único, de manera que todas las señales de un periodo de tiempo específico están incluidas en un único registro de datos 414. Los registros de datos 414 de un archivo único 404 están ordenados opcionalmente de forma

secuencial, de acuerdo con el periodo de tiempo al cual se relacionan. Opcionalmente, diferentes registros de datos 414 se refieren a periodos de tiempo de diferentes longitudes. En algunas realizaciones de la invención, los registros de datos 414 están limitados a referirse a datos de un periodo de tiempo que llega a una duración predeterminada, por ejemplo 2-10 minutos, por ejemplo, 5 minutos. En algunas realizaciones de la invención, el periodo de tiempo máximo predeterminado es seleccionado a efectos de limitar la magnitud del cambio en la frecuencia principal de potencia a lo largo del tiempo, dado que los conjuntos 432 utilizan el número de ciclos como tipo de indicación de tiempo.

De manera alternativa o adicionalmente, los registros bloque de datos 414 tienen hasta un tamaño máximo, por ejemplo, entre unos 0,5-2 Mbytes. Además, de forma alternativa o adicional, los registros de datos 414 están limitados por el tamaño de los datos no comprimidos originales, de manera que es simple manipular los datos de un registro único 414 en un procesador único. En una realización a título de ejemplo de la invención, los registros de datos 414 están limitados a referirse hasta entre 2-20 Mbytes de datos.

Los archivos 404 están opcionalmente limitados a no ser mayores de un tamaño que es gestionado prácticamente por computación (por ejemplo, descompresión) y unidades de almacenamiento, tales como hasta 20-40 Mbytes. De manera alternativa o adicional, los archivos 404 están limitados al periodo de tiempo al que se refieren (por ejemplo, no más de un día o una semana) y/o en el número de registro de datos 414 que incluye. En algunas realizaciones de la invención, los archivos 404 no están limitados en el periodo de tiempo al que se refieren y/o al número de registros que incluyen.

En algunas realizaciones de la invención, cuando cambian los parámetros de configuración de la unidad de compresión 100 y/o cambia cualquier otra información en el registro de información 412, el archivo actual 404 es cerrado y abre un nuevo archivo 404. De este modo, los datos de la cabecera 410 y el registro de información 412 de un archivo único 404 se refieren a la totalidad del archivo sin cambios. De manera alternativa o adicional, uno o varios de los campos del registro de información 412 incluyen espacio para indicar diferentes valores de configuración para diferentes registros de datos 414 y/o diferentes señales 422.

La cabecera del archivo 410 identifica opcionalmente la sesión 402 a la que pertenece el archivo 404 y la posición del archivo 404 dentro de la sesión. En algunas realizaciones de la invención, la cabecera de archivo 410 indica adicionalmente el tipo y versión, tal como es conocido en esta técnica. De manera alternativa o adicional, la cabecera de archivo 410 indica un tiempo regional en el que empiezan y/o terminan los datos del archivo. También de forma alternativa o adicional, la cabecera de archivo 410 indica un punto de reloj interno en el que empiezan los datos del archivo y/o terminan. En algunas realizaciones de la invención, la cabecera 410 comprende un campo adicional que puede ser utilizado por el usuario para identificar el archivo.

El registro de información 412 incluye opcionalmente toda la información de configuración requerida a efectos de comprender el contenido del archivo 404, de manera que cada archivo 404 es una unidad autónoma. De manera alternativa, se incluye solamente en un primer archivo 404 de cada sección 402 cierta información que en general no cambia. Opcionalmente, cuando tiene lugar un cambio durante una sesión, la información que se ha cambiado es incluida en el archivo 404 en el que ha ocurrido el cambio o en todos los archivos 404 que tienen valores diferentes del indicado en el primer archivo de su sesión 402.

El registro de información 412 incluye opcionalmente, una indicación de si los datos del archivo están codificados y/o comprimidos y/o el tipo de codificación y/o la compresión utilizada. Opcionalmente, el registro de información 412 incluye también una indicación de tipo de producto que se refiere, por ejemplo, al tipo del equipo utilizado, información de topología de red y/o número de señales y/o de tipos por los que se almacenan los datos. En una realización a título de ejemplo de la invención, el registro de información 412 incluye varias cadenas de caracteres generales que indican al usuario información comprensible sobre los datos, tales como operador y nombre de la empresa. El registro de información 412 indica también de forma opcional el tiempo de inicio y/o de terminación del periodo de tiempo al que se refiere el archivo 404. De manera opcional, el registro de información 412 indica eventos en los que se actualizó la correspondencia entre el tiempo interno y el tiempo regional, por un usuario o automáticamente.

En algunas realizaciones de la invención, para cada señal para la que se recogen datos, el registro de información 412 indica el tipo de la señal (por ejemplo, una onda representada por una serie de armónicos, un parámetro real, un parámetro complejo, un parámetro transitorio) y un identificador único de la señal, que es opcionalmente, como mínimo, parcialmente descifrable humanamente. Opcionalmente, para cada señal, el registro de información 412 llega también a atributos utilizados para la señal en el procedimiento de la figura 3, tal como el valor nominal y la tolerancia. De manera alternativa o adicionalmente, para cada señal, un valor de conversión y/o función utilizados para convertir el valor medido al valor de amplitud real (por ejemplo, debido a las relaciones de conversión de transformador).

El registro de información 412 puede incluir también opcionalmente información sobre eventos especiales que no se han representado de manera apropiada por la información comprimida almacenada en los registros de datos 414. Por ejemplo, en algunas realizaciones de la invención, la unidad de compresión 100 incluye un interfaz adecuado

para identificar eventos transitorios rápidos de altas frecuencias. Opcionalmente, datos de dichos eventos transitorios rápidos son almacenados en el registro de información 412 junto con una indicación de la hora a la que ha tenido lugar el evento. En algunas realizaciones de la invención, el registro de información 412 incluye la eliminación de errores de la información.

Se observará que los datos que se han indicado como incluidos en el registro de información 412 pueden estar incluidos en vez de ello, de manera parcial o completa, en la cabecera 410 y/o en otros registros del archivo 404. Por ejemplo, el registro de información 412 se puede dividir en una serie de registros que se refieren a diferente información.

En un ejemplo, ocho señales (4 de corriente y 4 de voltaje) son controladas por muestreo a una velocidad de 12,6 KHz. Cada una de las muestras requiere opcionalmente 2 bytes, de manera que las muestras captadas en cada segundo requieren 204,8 Kbytes y más de seis meses requiere aproximadamente 6400 Giga Bytes. Utilizando el procedimiento de compresión antes indicado, se consiguió una proporción de compresión aproximada de 1:1000 y utilizando una compresión de tipo general adicional (LZW) se consiguió una relación de compresión total de aproximadamente 1:10000.

En las realizaciones anteriormente descritas, la unidad de compresión 100 incluye el sensor analógico 110 y el compresor 112 pero no incluye la unidad de almacenamiento 120 que es una unidad separada de la unidad de compresión 100. En otras realizaciones de la invención, el sensor analógico 110 y opcionalmente en el convertidor A/D 114 están incluidos en una unidad separada con respecto al compresor 112, por ejemplo cuando la detección es llevada a cabo por una unidad de control estándar de la alarma. La unidad de control de la alarma es alterada para proporcionar todos los datos que detecta al compresor 112, en vez de hacerlo solamente con los datos detectados cuando sea identificado un evento de alarma. De manera alternativa o adicional, la unidad de almacenamiento 120 está incluida dentro de la unidad de compresión 100.

La unidad de compresión 100 no está limitada a su utilización con ningunos cables de potencia específicos y/o topologías de red. De manera específica, la unidad de compresión 100 puede ser utilizada con cualquier red de potencia de varias fases o una sola. La medición puede ser también aplicada a líneas de masa, que pueden incluir un número de líneas menor del número de líneas totales de la red y/o se pueden relacionar con cualquier combinación de mediciones de corriente y voltaje. Además, la unidad de compresión 100 puede ser utilizada con redes equilibradas o no equilibradas, y sustancialmente con cualquier tipología de red, incluyendo delta/estrella u otras redes híbridas, así como otros puntos eléctricos. La unidad de compresión 100 puede ser utilizada sustancialmente con cualesquiera niveles de voltaje, incluyendo voltajes bajos, voltajes de nivel medio, voltajes altos y voltajes extra elevados.

Si bien en la descripción anterior la compresión es llevada a cabo sobre parámetros o armónicos de un solo ciclo de la frecuencia principal de potencia, se puede utilizar el mismo procedimiento de compresión sobre parámetros determinados de manera menos frecuente o más frecuente. En algunas realizaciones de la invención, la transformada es llevada a cabo cada vez sobre una serie de ciclos conjuntamente y los armónicos son comprados a cada pluralidad de ciclos. De manera alternativa, la transformada es llevada a cabo sobre muestras que representan menos de un ciclo de línea de potencia, por ejemplo, medio ciclo o un sexto de ciclo. Estas realizaciones son utilizadas, por ejemplo, en una red de potencia que es conocido que tiene interferencia repetitiva con una frecuencia distinta del ciclo de la línea de potencia. En algunas realizaciones de la invención, la frecuencia de la transformada es predeterminada. De manera alternativa, la frecuencia de la transformada es ajustada de acuerdo con las señales medidas.

De manera alternativa o adicional, se determinan una vez para varios ciclos valores de uno o varios de parámetros tales como reducción, aumento y/o oscilación y la compresión es llevada a cabo de acuerdo con ello. También de forma alternativa o adicional, se pueden almacenar dos veces los datos de una o varias formas de onda en resoluciones alta y baja. La copia de alta resolución es almacenada opcionalmente en cada ciclo con una tolerancia de compresión relativamente alta, mientras que la copia de alta resolución es almacenada solamente una vez para algunos ciclos con una tolerancia de compresión mucho más baja.

De manera alternativa al almacenamiento de armónicos o parámetros, la unidad de compresión 100 puede almacenar modelos de forma de onda. Opcionalmente, cada vez que el modelo de forma de onda cambia sustancialmente (por ejemplo, más de 5-10%) se almacena el nuevo modelo.

Se observará que los procedimientos anteriormente descritos pueden ser variados de muchas maneras. Se debe apreciar también que la descripción que se ha realizado de procedimientos y aparatos se deberá interpretar incluyendo aparatos para llevar a cabo los procedimientos y procedimientos de utilización de los aparatos.

La presente invención ha sido descrita utilizando descripciones detalladas no limitativas de realizaciones de la misma que se facilitan a título de ejemplo y que no están destinadas a limitar el alcance de la invención. Por ejemplo, el procesador 118 no está necesariamente incluido en la unidad de compresión 100. Las funciones del procesador 118 pueden no ser llevadas a cabo por la unidad 100 o pueden ser llevadas a cabo por la unidad 100 o

5 pueden ser llevadas a cabo por otros elementos de la unidad de compresión 100, tal como el compresor 112. Se debe comprender que las características y/o etapas descritas con respecto a una realización pueden ser utilizadas con otras realizaciones y que no todas las realizaciones de la invención tienen todas las características y/o etapas mostradas en una figura específica o descritas con respecto a una de las realizaciones. Las variaciones de las realizaciones que se han descrito serán ideadas por las personas relacionadas con esta técnica.

10 Se observará que algunas de las realizaciones anteriormente descritas pueden describir la mejor modalidad prevista por los inventores y, por lo tanto, pueden incluir estructuras, acciones o detalles de estructuras y acciones que pueden no ser esenciales a la invención y que se describen como ejemplos. Las estructuras y acciones que se describen son sustituibles por equivalentes que llevan a cabo la misma función, aunque la estructura o acciones sean diferentes, tal como es conocido en la técnica. Por lo tanto, el alcance de la invención está limitado solamente por los elementos y limitaciones que se utilizan en las reivindicaciones. Cuando se utiliza en las siguientes reivindicaciones los términos "comprende", "incluye", "tiene" y sus conjugados significarán "incluyen pero sin limitación a ello".

15

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de compresión de valores de una forma de onda de una señal de potencia eléctrica periódica controlada, que comprende:
- 5 - adquirir datos que representan periodos de la forma de onda, de manera que la adquisición de datos representativos de la forma de onda comprende la adquisición de muestras (202) de la señal de potencia a lo largo de una serie de periodos de la forma de onda y dividir las muestras en grupos correspondientes a ciclos de la frecuencia principal de la señal de potencia;
- 10 - descomponer la forma de onda de la señal de potencia en una serie de componentes de frecuencia a lo largo de una serie de periodos de la forma de onda, de manera que la descomposición de la forma de onda comprende la transformada de las muestras de cada grupo en valores componentes armónicos; caracterizado por
- comprimir los valores de, como mínimo, algunos de los componentes de la frecuencia a lo largo de una serie de periodos, separadamente para cada componente de frecuencia, de manera que la compresión de, como mínimo, algunos de los componentes separadamente comprende el almacenamiento para cada armónico de pares de un valor promedio y una serie de ciclos, en el que el valor se encuentra dentro de un rango predeterminado de un valor promedio.
- 15
2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el número de ciclos en el que el valor se encuentra dentro de un rango predeterminado de valor promedio es determinado al determinar un mínimo y un máximo de un tren de valores armónicos y determinando cuándo la distancia entre el mínimo y el máximo es superior a una distancia predeterminada (306).
- 20
3. Procedimiento, según la reivindicación 2, en el que la distancia predeterminada es un porcentaje configurado del valor reciente promedio del armónico.
- 25
4. Procedimiento, según la reivindicación 2, en el que la distancia predeterminada es un porcentaje configurado de un valor esperado configurado del armónico.
5. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la adquisición de las muestras comprende la adquisición de una señal analógica y el muestreo de las señales.
- 30
6. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la división de las muestras en grupos comprende determinar repetitivamente una frecuencia principal de potencia (204) de la señal y determinar, de acuerdo con ello, ciclos de la señal de potencia.
- 35
7. Procedimiento, según la reivindicación 6, en el que el muestreo de las señales comprende el muestreo a una proporción determinada (206) relativa a la frecuencia principal de potencia.
- 40
8. Procedimiento, según la reivindicación 6, en el que la determinación repetitiva de la frecuencia máxima de potencia comprende la determinación a partir de las muestras adquiridas o la determinación a partir de una señal analógica de la cual se han generado las muestras adquiridas.
9. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la transformada de las muestras de cada grupo comprende la transformada utilizando una transformada rápida de Fourier (212).
- 45
10. Procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende la aplicación de un procedimiento de compresión sin pérdidas a los valores armónicos comprimidos.
- 50
11. Procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende el almacenamiento de, como mínimo, algunas de las componentes comprimidas en una estructura de archivo que representa una serie de señales de potencia.
12. Procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende el almacenamiento de las componentes comprimidas en una estructura de archivo que representa la señal de potencia de manera continuada a lo largo de más de un mes.
- 55
13. Procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende la transmisión de las componentes comprimidas por un enlace de comunicación.
14. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la compresión de, como mínimo, algunos de los componentes comprende la compresión de cada uno de los componentes separadamente.
- 60
15. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la compresión de, como mínimo, algunos de los componentes comprende la compresión en tiempo real.
- 65
16. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la compresión de, como mínimo, algunos de los componentes comprende la compresión utilizando compresión con pérdidas.

- 5 17. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la compresión de, como mínimo, algunos de los componentes separadamente comprende la compresión separadamente a lo largo de, como mínimo, tres periodos de la forma de onda.
18. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la adquisición de datos que representan periodos de la forma de onda comprende la adquisición de datos que representan ciclos periódicos de la forma de onda.
- 10 19. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la adquisición de datos que representan periodos de las formas de onda comprenden la adquisición de datos que representan periodos más cortos o más largos de los ciclos de la forma de onda.
- 15 20. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la descomposición de la forma de onda en una serie de componentes comprende la descomposición en componentes que tienen la misma extensión en el tiempo.
21. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la compresión de los valores de, como mínimo, algunas de las componentes de frecuencia comprende la compresión utilizando un procedimiento de compresión con pérdidas.
- 20 22. Procedimiento, según la reivindicación 21, en el que la compresión de las muestras comprende una compresión en tiempo real.
23. Procedimiento, según la reivindicación 21, en el que la adquisición de las muestras comprende la adquisición a una proporción mínima de 50 muestras por ciclo de la señal de potencia.
- 25 24. Dispositivo configurado para llevar a cabo las etapas de procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

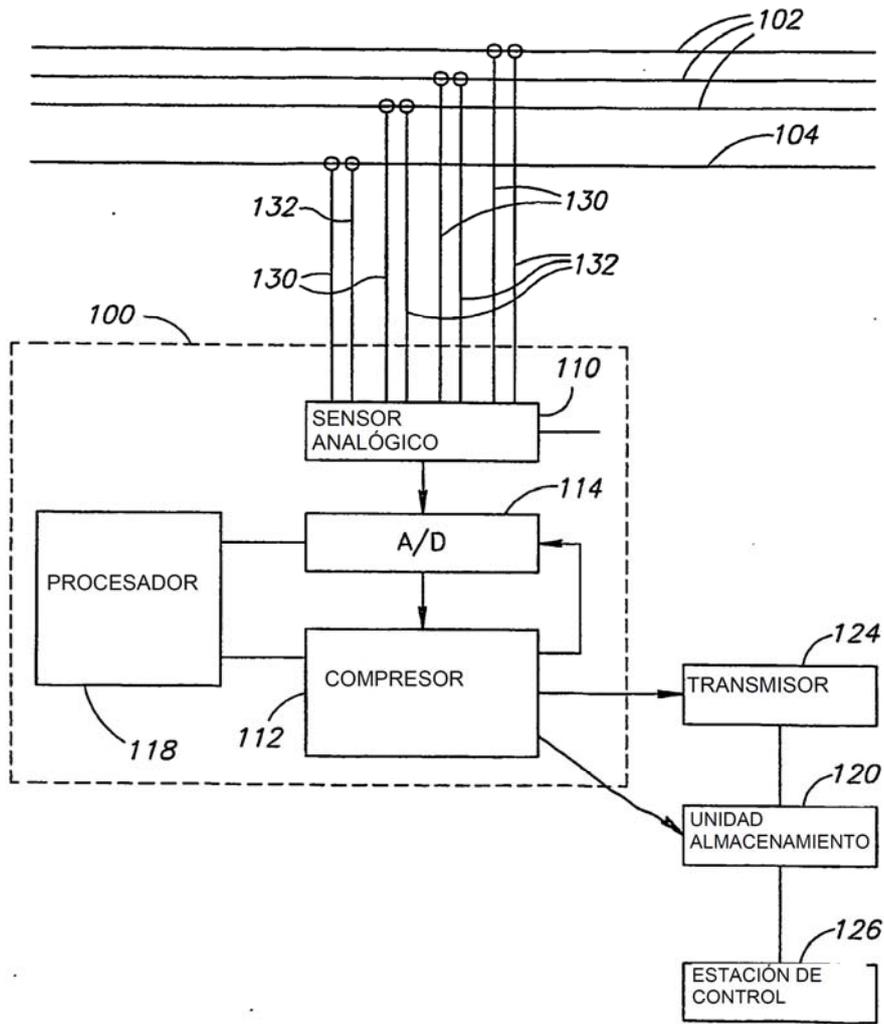


FIG.1

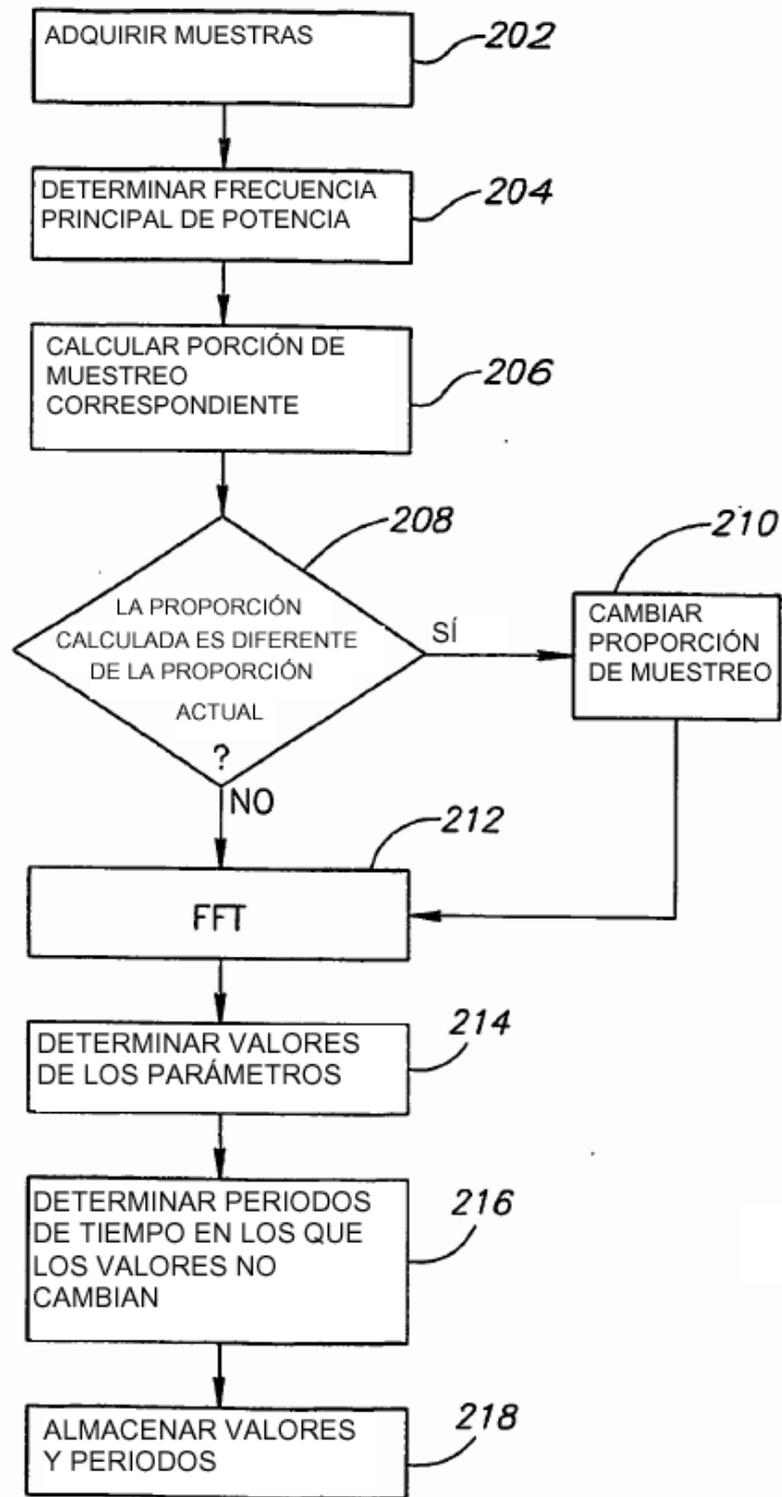


FIG.2

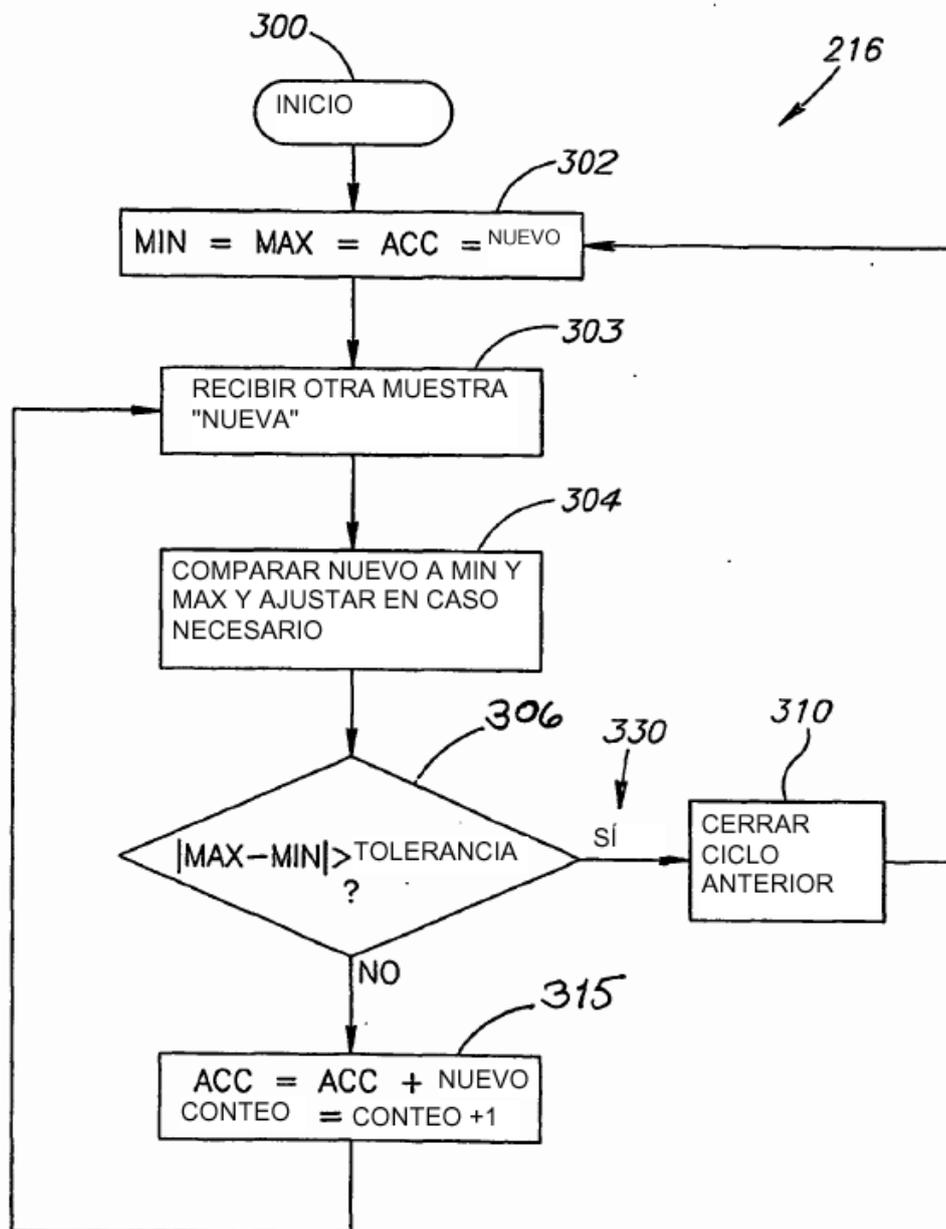


FIG.3

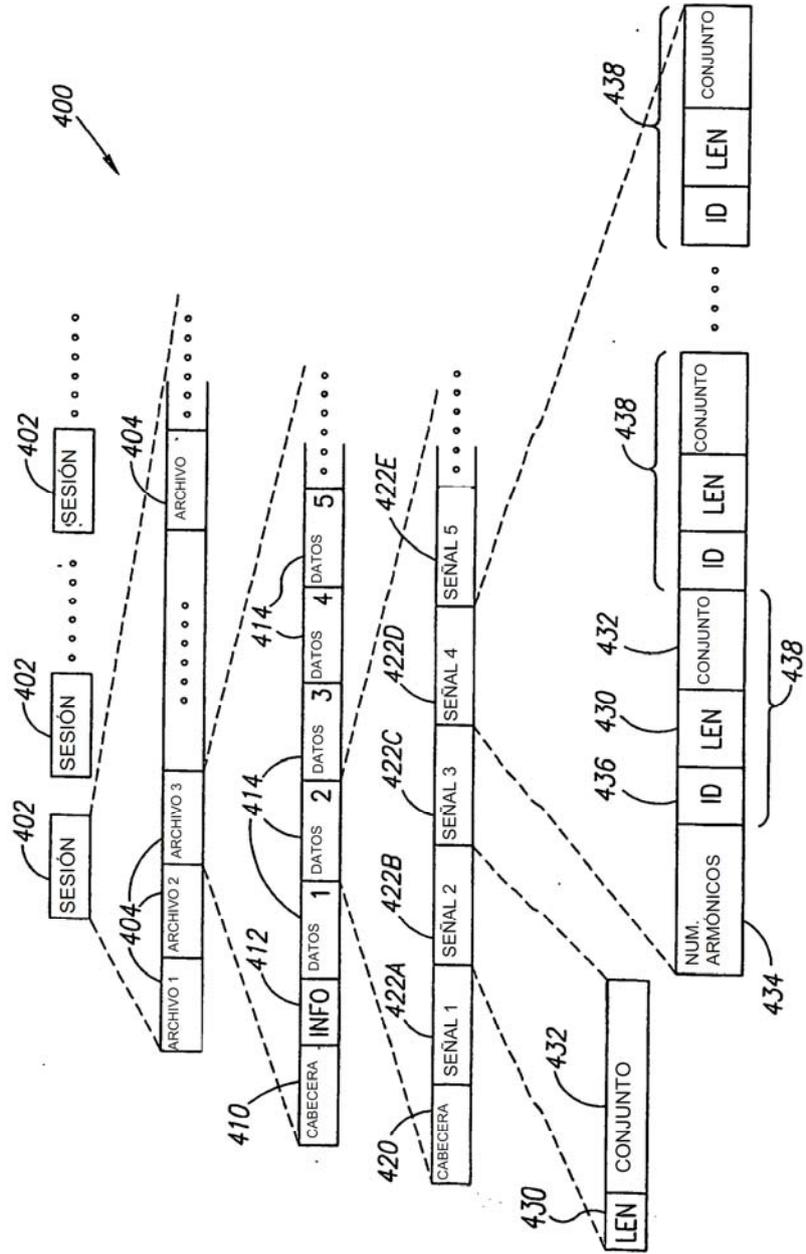


FIG.4