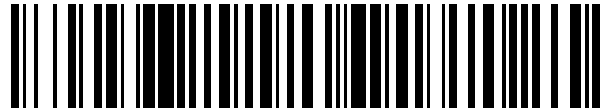


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 591**

21 Número de solicitud: 201250002

51 Int. Cl.:

H02J 3/08 (2006.01)

H02J 3/34 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

20.07.2010

30 Prioridad:

19.08.2009 US 61/235,109

04.09.2009 US 12/554,057

43 Fecha de publicación de la solicitud:

04.10.2013

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

04.02.2014

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

28.03.2014

Fecha de la concesión:

06.05.2015

45 Fecha de publicación de la concesión:

13.05.2015

73 Titular/es:

**SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES,
INC. (100.0%)**

2350 Ne Hopkins Court Pullman, WA 99163 US

72 Inventor/es:

Qin, Jianchun

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

54 Título: **Sistemas y métodos para conversión de datos de muestreo asíncrono**

ES 2 424 591 B2

DESCRIPCIÓN

SISTEMAS Y MÉTODOS PARA CONVERSIÓN DE DATOS DE MUESTREO ASÍNCRONO

5

Campo técnico

Esta descripción se refiere al muestreo y procesamiento de datos que representan corrientes eléctricas alternas. Más particularmente, esta descripción se refiere al muestreo de una primera corriente eléctrica alterna que tiene una primera frecuencia a una frecuencia de muestreo, al muestreo de una segunda corriente eléctrica alterna que tiene una segunda frecuencia a la frecuencia de muestreo, y después a la conversión de las muestras de datos usando un algoritmo de conversión para compensar cualquier discrepancia provocada por la diferencia entre la primera frecuencia y la segunda frecuencia.

Breve descripción de los dibujos

Aspectos y ventajas adicionales resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas, que se realiza con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 es un diagrama de un dispositivo electrónico inteligente configurado para monitorizar y/o proteger un generador y una interconexión, según una realización a modo de ejemplo.

La figura 2 ilustra un método de muestrear una corriente eléctrica alterna y convertir muestras de datos para compensar una diferencia entre una frecuencia de la corriente eléctrica alterna y otra frecuencia de sistema de una corriente eléctrica alterna, según una realización.

La figura 3 ilustra una subrutina del método de la figura 2 de muestreo de una corriente eléctrica alterna a una tasa de muestreo de 32 muestras por ciclo, según una realización.

La figura 4 ilustra una subrutina del método de la figura

2 de conversión de muestras de datos para compensar una diferencia entre la frecuencia de una corriente eléctrica alterna en la interconexión y la frecuencia de una corriente eléctrica alterna en el generador, según una realización.

5 La figura 5 ilustra una subrutina del método de la figura 2 de usar un filtro de coseno usado para obtener una parte real de un fasor a partir de muestras de datos recogidas correspondientes a una corriente eléctrica alterna, según una realización.

10 La figura 6 ilustra una forma de onda de 40 hercios reconstruida a partir de muestras de datos tomadas a una frecuencia de muestreo de 1280 ($40 * 32$) hercios y una magnitud calculada de la forma de onda, según una realización.

15 La figura 7 ilustra una forma de onda de 60 hercios reconstruida a partir de muestras de datos tomadas a una frecuencia de muestreo de 1280 ($40 * 32$) hercios y una magnitud calculada de la forma de onda, según una realización.

20 La figura 8 ilustra gráficamente una forma de onda de 60 hercios muestreada a una frecuencia de muestreo de 1280 ($40 * 32$) hercios que está convirtiéndose para calcular magnitudes precisas, según una realización.

25 La figura 9A ilustra una forma de onda de 60 hercios cuya magnitud cambia desde 1 hasta 1,5 reconstruida a partir de muestras de datos convertidas mediante un método de conversión de muestreo de datos asíncrono tal como se describe en el presente documento, según una realización.

La figura 9B ilustra un cálculo de magnitud a partir de las muestras de datos de la figura 9A, según una realización.

30 La figura 10A ilustra una forma de onda de 60 hercios cuya magnitud cambia desde 1 hasta 1,5 reconstruida a partir de muestras de datos tomadas a una frecuencia de muestreo correspondiente a una frecuencia de sistema de 40 hercios, según una realización.

La figura 10B ilustra un cálculo de magnitud a partir de

las muestras de datos de la figura 10A, según una realización.

La figura 11 es un diagrama de bloques funcional que ilustra un método de conversión de datos de muestreo asíncrono, según una realización.

5 En la siguiente descripción, se proporcionan numerosos detalles específicos para un entendimiento exhaustivo de las diversas realizaciones dadas a conocer en el presente documento. Sin embargo, los expertos en la técnica reconocerán que las enseñanzas dadas a conocer en el presente documento
10 pueden ponerse en práctica sin uno o más de los detalles específicos, o con otros métodos, componentes, materiales, etc. Además, en algunos casos, pueden no mostrarse o describirse en detalle estructuras, materiales u operaciones bien conocidos con el fin de evitar confundir aspectos de la
15 descripción. Además, las características, estructuras o rasgos descritos pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones alternativas.

Descripción detallada

20 Cuando se conecta un generador eléctrico a una interconexión, la magnitud, frecuencia y fase de una corriente eléctrica alterna (AEC) producida por el generador se sincronizan aproximadamente con la magnitud, frecuencia, y fase de la corriente llevada a la interconexión. Puede
25 producirse daño en el generador u otro equipo si el generador no se sincroniza antes de conectarse. Puede configurarse un dispositivo protector, tal como un dispositivo electrónico inteligente (IED) para monitorizar el generador y para determinar cuándo las condiciones son apropiadas para conectar
30 o desconectar el generador de la interconexión. El IED puede monitorizar características de la AEC producida por el generador y la AEC llevada por la interconexión, tales como magnitud de tensión, frecuencia de tensión, ángulo de fase de tensión, ángulo de fase de corriente, frecuencia de corriente,

y otros atributos relacionados.

En una aplicación, los sistemas y métodos dados a conocer en el presente documento pueden usarse en relación con un IED usado para monitorizar y conectar selectivamente un generador de energía intermitente, tal como una turbina eólica, a una interconexión a la red eléctrica. En el caso de una turbina eólica, las condiciones del viento variables pueden provocar que un generador eléctrico asociado se arranque y se detenga periódicamente. Cuando se arranca un generador, la frecuencia de una AEC producida por el generador es proporcional a la rotación de la entrada del generador. Por consiguiente, el IED puede configurarse para determinar cuándo los atributos eléctricos de la AEC producida por el generador son adecuados para conectarse con la interconexión a la red eléctrica. Evidentemente, también puede usarse una variedad de tipos de generadores eléctricos en relación con los sistemas y métodos dados a conocer en el presente documento.

En otra aplicación, los sistemas y métodos dados a conocer en el presente documento pueden usarse en relación con un IED usado para monitorizar y conectar selectivamente dos partes aisladas de un sistema de distribución de energía eléctrica. En una aplicación de este tipo, el IED puede configurarse para determinar cuándo los atributos eléctricos de una parte aislada del sistema de distribución de energía eléctrica son adecuados para su conexión a otra parte aislada del sistema de distribución de energía eléctrica.

En el presente documento se dan a conocer sistemas y métodos para convertir muestras de datos obtenidas muestreando una AEC que tiene una primera frecuencia a una frecuencia de muestreo correspondiente a una AEC que tiene una segunda frecuencia. En una realización, un IED muestrea la AEC del generador y la AEC de la interconexión a una frecuencia de muestreo correspondiente a la frecuencia del generador. La frecuencia de muestreo corresponde a una tasa de muestreo

multiplicada por una frecuencia de sistema. La tasa de muestreo puede ser, por ejemplo, de 32 muestras por ciclo. Si el generador está arrancando, o por algún otro motivo la frecuencia de sistema del generador tiene una frecuencia de sistema que es diferente de la frecuencia de la AEC de la interconexión, las muestras de datos correspondientes a la AEC de la interconexión pueden requerir una conversión con el fin de compensar la disparidad entre la tasa a la que se muestreó la AEC y la frecuencia real. En el presente documento se dan a conocer sistemas y métodos para determinar cuándo es necesaria una conversión de este tipo y para realizar una conversión de este tipo.

Las etapas y funciones exactas de los algoritmos ilustrados y descritos pueden manipularse o modificarse de otro modo, pero todavía realizar sustancialmente el mismo procedimiento de conversión. Particularmente, las manipulaciones matemáticas pueden realizarse en diversos órdenes y de diversas maneras. El método puede realizarse usando cualquier número de manipulaciones de datos, ecuaciones, matrices y/o aproximaciones matemáticas. No se pretende que los algoritmos y manipulaciones numéricas a modo de ejemplo expuestos en el presente documento limiten el alcance de la descripción, sino que más bien se proporcionan para ilustrar varias realizaciones a modo de ejemplo.

Tal como se usa en el presente documento, el término "corriente" y variaciones del mismo se refieren al flujo de corriente eléctrica, y no es indicativo del tiempo. En cambio, las palabras "previo" y "presente" se usan a lo largo de toda la descripción y reivindicaciones posteriores para indicar tiempo u otro orden de acontecimientos, a menos que el contexto requiera lo contrario.

Tal como se usa en el presente documento, la expresión "frecuencia de muestreo" se refiere a una frecuencia de sistema multiplicada por una tasa de muestreo. Por ejemplo, si

una frecuencia de sistema es de 60 Hz y una tasa de muestreo es de 32 muestras por ciclo, la frecuencia de muestreo es igual a 1920 (60 * 32) Hz. En este ejemplo, puede fijarse un reloj de muestreo para muestrear datos cada 1/1920 de un
5 segundo.

Tal como se usa en el presente documento, la expresión "tasa de muestreo" se refiere al número de muestras obtenidas por ciclo. Puede usarse una amplia variedad de frecuencias de muestreo en relación con la presente descripción. En algunas
10 realizaciones, por ejemplo, una tasa de muestreo puede ser igual a 32 muestras por ciclo. En otras realizaciones, una tasa de muestra puede ser igual a 16 muestras por ciclo.

Tal como se usa en el presente documento, la expresión "dispositivo electrónico inteligente" o IED se refiere a
15 cualquier dispositivo basado en microprocesador que monitoriza, controla, automatiza y/o protege equipo dentro de un sistema. Tales dispositivos pueden incluir, por ejemplo, unidades terminales remotas, relés diferenciales, relés de distancia, relés direccionales, relés alimentadores, relés de
20 sobrecorriente, controles de regulador de tensión, relés de tensión, relés de fallo de disyuntor, relés de generador, relés de motor, controladores de automatización, controladores de posición, medidores, controles de reconectores, procesadores de comunicaciones, plataformas de cálculo,
25 controladores lógicos programables (PLC), controladores de automatización programables, módulos de entrada y salida, accionadores de motor y similares. Los IED recopilan información de estado de una o más piezas de equipo monitorizado, y pueden controlar diversos aspectos referentes
30 al equipo monitorizado. Los IED pueden recibir información referente a equipo monitorizado usando sensores, transductores, actuadores y similares.

Varios aspectos de las realizaciones descritas a continuación se ilustrarán como componentes o módulos de

software. Tal como se usa en el presente documento, un componente o módulo de software puede incluir cualquier tipo de instrucción informática o código ejecutable por ordenador ubicado dentro de un dispositivo de memoria y/o transmitido
5 como señales electrónicas a través de un bus de sistema o red por cable o inalámbrica. Un componente o módulo de software puede comprender, por ejemplo, uno o más bloques físicos o lógicos de instrucciones informáticas, que pueden organizarse como una rutina, programa, objeto, componente, estructura de
10 datos, etc., que realiza una o más tareas o implementa tipos de datos abstractos particulares.

En determinadas realizaciones, un componente o módulo de software particular puede comprender instrucciones dispares en diferentes ubicaciones de un dispositivo de memoria, que
15 juntas implementan la funcionalidad descrita del módulo. De hecho, un módulo o componente puede comprender una única instrucción o muchas instrucciones, y puede distribuirse a lo largo de diversos segmentos de código diferentes, entre diferentes programas, y a lo largo de varios dispositivos de
20 memoria. Algunas realizaciones pueden ponerse en práctica en un entorno informático distribuido en el que las tareas se realizan por un dispositivo de procesamiento remoto conectado mediante una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, pueden ubicarse componentes o módulos de software
25 en dispositivos de almacenamiento en memoria locales y/o remotos. Además, los datos que están asociándose o poniéndose juntos en un registro de base de datos pueden residir en el mismo dispositivo de memoria, o a lo largo de varios dispositivos de memoria, y pueden conectarse juntos en campos
30 de un registro de una base de datos a lo largo de una red.

Pueden proporcionarse realizaciones como un producto de programa informático que incluye un medio legible por máquina que tiene almacenadas en el mismo instrucciones que pueden usarse para programar un ordenador (u otro dispositivo

electrónico) para realizar procedimientos descritos en el presente documento. El medio legible por máquina puede incluir, pero no se limita a, discos duros, discos flexibles, discos ópticos, CD-ROM, DVD-ROM, ROM, RAM, EPROM, EEPROM, 5 tarjetas magnéticas u ópticas, dispositivos de memoria en estado sólido, u otros tipos de medios/medio legible por máquina adecuados para almacenar instrucciones electrónicas.

La referencia en la memoria a "una realización" significa que una característica, estructura o rasgo particular descrito 10 en relación con la realización se incluye en al menos una realización. La aparición de la frase "en una realización" en diversos lugares en la memoria no hace necesariamente referencia en todos los casos a la misma realización.

La figura 1 ilustra un IED 102 configurado para 15 monitorizar y proteger un generador 180 y una conexión 110 de interconexión. La conexión 110 de interconexión puede conectarse a una red eléctrica (no mostrada). Según diversas realizaciones, la interconexión 110 está configurada para llevar una AEC, y un generador 180 está configurado para 20 generar una AEC.

Tal como se ilustra en la figura 1, el IED 102 está configurado para monitorizar y proteger tanto el generador 180 como la interconexión 110 accionando selectivamente disyuntores 150 y 155. En la figura 1, puede proporcionarse 25 energía eléctrica a una carga 185 por el generador 180 o la interconexión 110. Cuando BK2 155 está abierto y BK1 150 está cerrado, se proporciona energía desde la interconexión 110 hacia la carga 185. De manera similar, si BK1 150 está abierto y BK2 155 está cerrado, se proporciona energía desde el 30 generador 180 hacia la carga. Si tanto BK1 150 como BK2 155 están cerrados, puede proporcionarse energía a la carga 185 tanto por la interconexión 110 como por el generador 180.

El IED 102 puede rastrear características eléctricas de la AEC producida por el generador 180 y la AEC transmitida por la

interconexión 110. El IED 102 puede configurarse para medir la frecuencia, fase, magnitud, y otros atributos tanto de la AEC producida por el generador 180 como de la AEC llevada por la interconexión 110 para garantizar que se satisfacen
5 condiciones especificadas antes de cerrar el disyuntor BK2 155. Según una realización, el disyuntor BK2 155 no se cierra hasta que la fase, magnitud de tensión, y frecuencia de la AEC del generador 180 son aproximadamente iguales a la fase, magnitud de tensión, y frecuencia de la AEC de la
10 interconexión 110.

Una vez que la AEC del generador 180 y la AEC de la interconexión 110 satisfacen una o más condiciones especificadas, el IED 102 puede accionar el disyuntor BK2 155, y el generador 180 puede suministrar energía a la
15 interconexión 110. En algunas realizaciones, el IED 102 monitoriza tanto la AEC del generador 180 como la AEC de la interconexión 110 tras cerrar el BK2 155. Si el IED 102 detecta determinadas condiciones, tales como un fallo o sobrecorriente, puede accionar el BK1 150 para desconectar la
20 interconexión 110 del generador 180.

El BK2 155 puede accionarse selectivamente para conectar el generador 180 a la carga 185. Cuando se cierra el BK2 155, el generador 180 se conecta a la carga 185. Cuando se cierra el BK2 155, el PT2 133 puede medir la salida del generador 180
25 con la carga 185. Con el BK2 155 cerrado y el BK1 150 abierto, el generador 180 se conecta a la carga 185 pero no a la interconexión 110 a la red eléctrica.

Tal como se ilustra en la figura 1, el IED 102 se conecta de manera comunicativa a transformadores de tensión (o potencial) (PT) 130, 133, y 135 y transformadores de corriente (CT) 140, 143, y 145. Los PT 130, 133, y 135 y los CT 140, 143, y 145, permiten al IED 102 medir tensiones, corrientes y otras características eléctricas en diversos puntos en el sistema 100. Los PT y CT pueden acoplarse al IED 102 mediante
30

diversas entradas. El PT2 133 está configurado para permitir al IED 102 medir una parte del sistema 100 entre los disyuntores 150 y 155. El PT3 135 está configurado para permitir al IED 102 medir la salida del generador 180. El CT1 140 está configurado para permitir al IED 102 medir una AEC en la interconexión 110. CT2 143 está configurado para permitir al IED 102 medir la corriente en el lado de conexión a tierra del generador 180, y el CT3 145 mide el flujo de corriente en la conexión a tierra.

Según una realización, el IED 102 mide la frecuencia de la AEC del generador 180 y la frecuencia de la AEC de la interconexión 110 mediante uno o más PT 130, 133, 135 y/o CT 140, 143, 145. Cuando se arranca el generador 180, el IED 102 puede configurarse para ajustar su frecuencia de muestreo basándose en la frecuencia de AEC del generador 180. Dado que la frecuencia de AEC de la interconexión 110 es probablemente diferente de la frecuencia de AEC del generador 180, el IED 102 o bien incluirá dos sistemas de adquisición de datos diferentes, o bien incluirá un mecanismo para corregir cualquier error introducido por la diferencia de frecuencia. Determinadas realizaciones pueden incluir dos sistemas de adquisición de datos diferentes en el IED 102; sin embargo, el coste del IED 102 puede aumentarse por la inclusión de un sistema de adquisición de datos adicional. En otras realizaciones, puede configurarse un módulo 105 de conversión de datos para compensar la diferencia de frecuencia entre el generador 180 y la interconexión 110 a la red eléctrica.

Realizaciones alternativas del sistema 100 pueden incluir más o menos CT y/o PT y/u otros dispositivos de medición configurados para permitir al IED 102 medir diversos aspectos del sistema 100, tales como corriente, tensión y/o frecuencia. Asimismo, el sistema 100 puede incluir uno o más disyuntores, tal como se ilustra en la figura 1 o en ubicaciones alternativas. El sistema 100 también puede adaptarse para

alojar cualquier número de fases de energía eléctrica (por ejemplo, energía trifásica). En tales realizaciones, cada fase de energía puede tener disyuntores relacionados.

En la realización ilustrada, el IED 102 incluye un
5 procesador 107, una memoria, y un módulo 105 de conversión de datos. Un bus 108 de datos puede proporcionar un enlace de comunicación entre el procesador 107 y la memoria 109. El procesador 107 puede funcionar usando cualquier número de tasas de procesamiento, arquitecturas, y puede implementarse
10 usando un procesador específico de aplicación o de propósito general. El procesador 107 puede configurarse para realizar diversos algoritmos y cálculos descritos en el presente documento. El procesador 107 puede realizarse como un circuito integrado de propósito general, un circuito integrado
15 específico de aplicación, una disposición de puertas programables en campo y otros dispositivos lógicos programables.

El IED 102 puede incluir una memoria 109. La memoria 109 puede implementarse usando una variedad de tecnologías,
20 incluyendo discos duros, discos flexibles, RAM, dispositivos de memoria en estado sólido, y otros medios de almacenamiento adecuados para almacenar instrucciones electrónicas y otros datos. Determinadas realizaciones pueden proporcionarse como un producto de programa informático que incluye un medio de
25 almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenadas instrucciones en el mismo que pueden usarse para programar un ordenador (u otro dispositivo electrónico) para realizar procedimientos descritos en el presente documento.

La memoria 109 puede ser el repositorio de módulos de
30 software u otras instrucciones legibles por ordenador usados por el IED 102. En particular, el módulo 105 de conversión de datos puede residir en la memoria 109. El módulo 105 de conversión de datos puede realizar un método, tal como el método ilustrado en la figura 2, para convertir muestras de

datos obtenidas muestreando una AEC que tiene una primera frecuencia a una frecuencia de muestreo correspondiente a una segunda frecuencia de AEC.

La memoria 109 también puede ser el repositorio de un módulo 111 de cálculo de frecuencia, que puede configurarse para determinar la frecuencia de AEC de la interconexión 110 o la frecuencia de AEC del generador 180. En una realización, el módulo 111 de cálculo de frecuencia puede determinar casos de cruce por cero de una forma de onda, tales como una forma de onda de tensión o una forma de onda de corriente. Usando los casos de los cruces por cero de forma de onda eléctrica, el módulo 111 de cálculo de frecuencia puede ser capaz de determinar la frecuencia de una forma de onda:

$$\text{Frecuencia de forma de onda} = \frac{1}{2 \bullet (T_{ZC2} - T_{ZC1})} \quad (1)$$

donde:

T_{ZC1} es un tiempo de un primer cruce por cero; y,

T_{ZC2} es un tiempo de un cruce por cero posterior.

20

En otra realización, el módulo 111 de cálculo de frecuencia puede calcular tiempos de máximos de una forma de onda. En aún otro ejemplo, el módulo 111 de cálculo de frecuencia puede usar un fasor de secuencia positiva ("PSP"), tal como un fasor de tensión de secuencia positiva o un fasor de corriente de secuencia positiva, para calcular la frecuencia de señal. Aunque el siguiente ejemplo describe una técnica de cálculo de la frecuencia de señal usando el fasor de tensión de secuencia positiva, el fasor de corriente de secuencia positiva puede calcularse y usarse en lugar del fasor de tensión de secuencia positiva. En un sistema de energía eléctrica trifásica, se usan fasores para cada fase para calcular el fasor de secuencia positiva. Por ejemplo, el

30

fasor de tensión de secuencia positiva se calcula usando los fasores de tensión de cada fase usando:

$$V_1 = \frac{1}{3}(V_A + aV_B + a^2V_C) \quad (2)$$

5

donde

V_1 es el fasor de tensión de secuencia positiva;

V_A , V_B y V_C son fasores de tensión para cada una de las tres fases en un punto particular en el sistema de energía eléctrica; y

10

a es el número complejo $a = 1 \angle 120^\circ$.

En un ejemplo al que se hará referencia en la descripción de la figura 2 y a lo largo de toda esta descripción, el IED 15 102 (mostrado en la figura 1) está configurado para muestrear tanto la interconexión 110 como el generador 180 a la misma frecuencia de muestreo, que puede fijarse basándose en la frecuencia del generador 180. En un ejemplo, el IED 102 está configurado para muestrear las señales eléctricas en diversos 20 puntos de muestra en el sistema 100 treinta y dos veces por ciclo de la AEC del generador 180 (es decir, el sistema 100 tiene una tasa de muestreo de 32 muestras por ciclo). En este ejemplo, la frecuencia de muestreo del sistema 100 corresponde aproximadamente a la frecuencia del generador 180, y las 25 muestras de datos asociadas con la interconexión 110 pueden requerir conversión. Evidentemente, en otros ejemplos, la frecuencia de muestreo puede corresponder a la frecuencia de la interconexión 110, y las muestras de datos asociadas con el generador 180 pueden requerir conversión. Todavía en otros 30 ejemplos, puede elegirse algún valor fijo o arbitrario como la frecuencia de muestreo, y un conjunto de muestras de datos asociadas con el generador 180 y un conjunto de muestras de datos asociadas con la interconexión 110 pueden requerir

conversión.

La figura 2 ilustra una realización de un método 200 de recoger y convertir un conjunto de muestras de datos de una AEC que tiene una primera frecuencia a una frecuencia de muestreo correspondiente a una segunda frecuencia de AEC. El método 200 puede realizarse cada cuarto de ciclo 210 de la AEC producida por el generador 180. Realizar la conversión de datos cada cuarto de ciclo de la AEC puede ser ventajoso porque determinados atributos de la AEC pueden calcularse usando dos partes reales cualesquiera de un fasor correspondiente a muestras de datos separadas por un cuarto de ciclo. Por ejemplo, pueden usarse muestras separadas por un cuarto de ciclo para calcular el ángulo de fase y la magnitud de tensión de una ACE muestreada. En las siguientes ecuaciones se proporciona un método de calcular la magnitud, en las que un ciclo es igual a 32 etapas, o valores de k. Las etapas se denominan k en las siguientes ecuaciones y a lo largo de toda esta descripción. Cuando un ciclo es igual a 32 etapas, un cuarto de ciclo es igual a 8 etapas.

$$\text{Magnitud de tensión} = \sqrt{(\text{REAL_V}(k))^2 + (\text{REAL_V}(k-8))^2} \quad (3)$$

$$\text{Magnitud de corriente} = \sqrt{(\text{REAL_I}(k))^2 + (\text{REAL_I}(k-8))^2} \quad (4)$$

Si se usa una tasa de muestreo distinta de 32, las ecuaciones 3 y 4 pueden modificarse para garantizar que las dos partes reales están separadas por un cuarto de ciclo. Adicionalmente, también son posibles métodos alternativos conocidos por un experto en la técnica para calcular la magnitud de la tensión y/o la corriente.

También puede calcularse un ángulo de fase de tensión y/o corriente usando dos partes reales de fasores correspondientes a muestras de datos separadas por un cuarto de ciclo. En las

siguientes ecuaciones (5) y (6) se proporciona un método de calcular el ángulo de fase de tensión y/o corriente.

$$\text{Ángulo de fase de tensión} = \tan^{-1} \left[\frac{P_REAL_V(k-8)}{P_REAL_V(k)} \right] \quad (5)$$

5

$$\text{Ángulo de fase de corriente} = \tan^{-1} \left[\frac{P_REAL_I(k-8)}{P_REAL_I(k)} \right] \quad (6)$$

Si se usa una tasa de muestreo distinta de 32 muestras por ciclo, las ecuaciones expuestas anteriormente pueden modificarse para garantizar que las dos partes reales están separadas por un cuarto de ciclo. Adicionalmente, pueden usarse métodos alternativos para calcular la magnitud y la fase. En diversas realizaciones, puede realizarse una conversión de datos con mayor o menor frecuencia que cada cuarto de ciclo. Puede usarse cualquier método adecuado para calcular características de una AEC junto con los sistemas y métodos dados a conocer en el presente documento.

El método 200 llama a la subrutina obtener muestras de datos 240 si un cuarto de ciclo de datos no está listo para ser procesado. A continuación se comenta una realización a modo de ejemplo de la subrutina obtener muestras de datos 240 en relación con la figura 3. Las muestras de datos obtenidas mediante la subrutina obtener muestras de datos se almacenan en una memoria intermedia legible por ordenador. Tras haberse almacenado un cuarto de ciclo de datos en la memoria intermedia, el sistema 200 determina si se necesita conversión de datos 220. Tal como se describirá a continuación con referencia a la figura 11, puede que la conversión de datos sólo sea necesaria cuando hay una discrepancia suficiente entre alguna característica, tal como frecuencia, de la AEC del generador y la AEC de la interconexión. Si no se necesita conversión de datos, se vacía la memoria intermedia 230, el

método 200 vuelve, y el método 200 comienza de nuevo.

Si se necesita conversión de datos, el método 200 llama a la subrutina conversión de datos 250 para generar muestras de datos convertidas. Puede llamarse a la subrutina conversión de datos 250 para generar muestras de datos convertidas usando un algoritmo de conversión para compensar una diferencia de frecuencia entre una AEC del generador y una AEC de la interconexión, o para compensar alguna otra diferencia. A continuación se comenta una realización a modo de ejemplo de la subrutina conversión de datos 250 en relación con la figura 4. Las muestras de datos convertidas se pasan a la subrutina aplicar filtro de coseno 260 para obtener partes reales de fasores. A continuación se comenta una realización a modo de ejemplo de la subrutina aplicar filtro de coseno 260 en relación con la figura 5. Finalmente, en la etapa 270, el sistema 200 calcula una magnitud, ángulo de fase, u otra característica de las muestras de datos convertidas.

La figura 3 ilustra una realización de la subrutina obtener muestras de datos 240. Según diversas realizaciones, pueden procesarse muestras de datos en tiempo real o en incrementos periódicos, tales como incrementos de cuarto de ciclo, incrementos de ciclo completo, o tras haber obtenido un número predeterminado de muestras de datos. Como ejemplo, cuando k es la etapa de muestra presente, pueden obtenerse muestras de datos de $V(k-8)$ a $V(k)$ 310 y almacenarse 320. Es decir, las diversas muestras de tensión de $V(k-8)$ a $V(k)$ se indexan según k y se almacenan respectivamente dentro de una memoria u otro medio legible por ordenador. De manera similar, pueden obtenerse muestras de datos de corriente como de $i(k-8)$ a $i(k)$ 330 y almacenarse 340. Según algunas realizaciones, incluyendo la realización ilustrada en la figura 2, las muestras de tensión y/o corriente se procesan en incrementos de cuarto de ciclo. Sin embargo, en otras realizaciones, el almacenamiento y procesamiento de muestras de datos puede

realizarse en incrementos menores o mayores.

La subrutina obtener muestras de datos puede usar una frecuencia de muestreo correspondiente a una frecuencia de muestreo diferente de una frecuencia de sistema de una AEC. Como tal, puede ser necesario convertir las muestras de datos obtenidas antes de realizar cálculos. Tras obtener las muestras de datos, las muestras de datos pueden convertirse por la subrutina conversión de datos, una realización de la cual se ilustra en la figura 4. En la etapa 400 se generan muestras de tensión convertidas, y en la etapa 450 se generan muestras de corriente convertidas. Como ejemplo, las siguientes ecuaciones pueden usarse para generar una muestra de datos de tensión convertida y una muestra de datos de corriente convertida, respectivamente.

$$V_{\text{convertida}}(k) = \frac{V(k-1) * \text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} * k * \frac{\Delta F}{F_AEC}\right) - V(k) * \text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} * (k-1) * \frac{\Delta F}{F_AEC} - \frac{360}{\text{Tasa_M}}\right)}{\text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} * k * \frac{\Delta F}{F_AEC} + \frac{360}{\text{Tasa_M}}\right)}$$

(7)

$$I_{\text{convertida}}(k) = \frac{I(k-1) * \text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} * k * \frac{\Delta F}{F_AEC}\right) - I(k) * \text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} * (k-1) * \frac{\Delta F}{F_AEC} - \frac{360}{\text{Tasa_M}}\right)}{\text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} * k * \frac{\Delta F}{F_AEC} + \frac{360}{\text{Tasa_M}}\right)}$$

(8)

En las ecuaciones anteriores, la tasa de muestreo (Tasa_M) multiplicada por una frecuencia de la AEC (F_AEC) es la frecuencia de muestreo. En diversas realizaciones, la frecuencia de muestreo puede ser Tasa_M multiplicada por la frecuencia de la AEC del generador, o la frecuencia de muestreo puede ser Tasa_M multiplicada por la frecuencia de la AEC de la interconexión. La diferencia entre la frecuencia de la AEC del generador y la frecuencia de la AEC de la interconexión se representa como $\square F$.

Una muestra de tensión $V(k)$ convertida, en la que k es la

muestra presente, puede obtenerse usando una muestra de datos de tensión presente (por ejemplo, $V(k)$), una muestra de datos de tensión previamente obtenida (por ejemplo $V(k-1)$), una frecuencia de AEC (por ejemplo, la frecuencia de la AEC del generador o la frecuencia de la AEC de la interconexión), y una tasa de muestreo basada en el ciclo, $Tasa_M$. La $tasa_M$ se determina mediante el número de muestras por ciclo de una frecuencia de sistema, y por consiguiente determina un desplazamiento de ángulo de cada muestra. Por ejemplo, si la tasa de muestreo, $Tasa_M$, es de 32 muestras por ciclo, el desplazamiento de ángulo de cada muestra es igual a $11,25^\circ$ porque un periodo completo de 360° dividido entre 32 muestras iguales es $11,25^\circ$. Cada tensión almacenada y cada corriente almacenada obtenida de la subrutina obtener muestras de datos (por ejemplo, de $V(0)$ a $V(8)$ y de $I(0)$ a $I(8)$) puede procesarse de manera similar. Un procesador puede configurarse para realizar simultáneamente un algoritmo de conversión en 8 muestras de datos, representativas de un cuarto de ciclo de una AEC muestreada a una tasa de muestreo de 32 muestras por ciclo. Alternativamente, el procesador puede configurarse para realizar un procesamiento secuencial de dos muestras de datos en cuanto se obtienen, o para realizar el procesamiento sólo tras haberse obtenido muestras de datos representativas de uno o más ciclos completos.

Según la realización ilustrada en la figura 4, un método para generar una muestra de datos convertida incluye multiplicar una muestra de datos previa (por ejemplo, $V(k-1)$) por una función periódica de una etapa de muestreo presente, una tasa de muestreo basada en ciclo, y una frecuencia de sistema de la AEC muestreada (por ejemplo, $\text{sen}\left(\frac{360}{Tasa_M} * k * \frac{\Delta F}{F_AEC}\right)$); después restar el producto de una muestra de datos presente (por ejemplo, $V(k)$) multiplicada por una función periódica de la etapa de muestreo previa, la tasa de muestreo basada en ciclo, y la frecuencia de sistema de la AEC muestreada (por

ejemplo, $\text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} * (k-1) * \frac{\Delta F}{F_AEC} - \frac{360}{\text{Tasa_M}}\right)$; y finalmente dividir la diferencia entre una función periodo de la tasa de muestreo, la tasa de muestreo basada en ciclo y la frecuencia de sistema de la AEC muestreada (por ejemplo, $\text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} * k * \frac{\Delta F}{F_AEC} + \frac{360}{\text{Tasa_M}}\right)$).

5

Una vez que se han generado muestras de datos convertidas, puede usarse la subrutina aplicar filtro de coseno para obtener las partes reales de los fasores representativos de la AEC muestreada. La figura 5 ilustra una realización a modo de ejemplo de la subrutina aplicar filtro de coseno. En la etapa 10 515, la subrutina aplicar filtro de coseno emplea la ecuación ilustrada para obtener las partes reales de los fasores $V_Real(k)$ de la tensión, mientras que en la etapa 525, la subrutina aplicar filtro de coseno emplea la ecuación 15 ilustrada para obtener las partes reales de los fasores $I_Real(k)$ de la corriente. Tal como se ilustra, según una realización a modo de ejemplo, las ecuaciones incluyen una suma de un ciclo completo de muestras de datos convertidas para obtener una única parte real de un fasor. Realizaciones 20 alternativas incluyen filtros de coseno de medio ciclo, configurados para generar la parte real de un fasor usando sólo suficientes muestras de datos para representar medio ciclo. En determinadas realizaciones, en la etapa 515 y 525, pueden inicializarse valores de $V_convertida(0)$ a 25 $V_convertida(-31)$ a cero si los datos muestreados disponibles son menos de un ciclo completo (por ejemplo, 32 muestras en la realización ilustrada).

Según diversas realizaciones, tras convertir un número inicial de muestras de datos, se genera una parte real 30 adicional de un fasor para cada muestra de datos convertida adicional proporcionada. En un ejemplo que tiene una tasa de muestreo de 32 muestras por ciclo, tras introducirse 32 muestras de datos convertidas, la subrutina aplicar filtro de

coseno genera una parte real de un fasor para cada muestra de datos convertida adicional proporcionada. Según realizaciones alternativas, pueden usarse menos del número de muestras de datos convertidas requeridas para representar un ciclo completo de la AEC para generar partes reales de fasores porque el algoritmo se ejecuta cada cuarto de ciclo.

Las figuras 6-10B ilustran gráficamente un método de convertir muestras de datos según los sistemas y métodos dados a conocer en el presente documento. A lo largo de las figuras 6-10B, los ejes horizontales de las gráficas son una etapa de muestreo, k . En el ejemplo ilustrado, la etapa de muestreo, k , es igual a 32 muestras por ciclo de una AEC de 40 Hz. Los ejes verticales representan la magnitud. Las gráficas son simplemente aproximaciones y pueden no reflejar cálculos exactos.

La figura 6 ilustra una forma 620 de onda representativa de una AEC con una frecuencia de 40 Hz y una magnitud de 1 muestreada a una tasa de muestreo de 32 muestras por ciclo de una AEC de 40 Hz. La figura 6 también ilustra un cálculo de magnitud de la forma 620 de onda calculada usando la ecuación 3. La forma 620 de onda tiene una magnitud constante de 1. Puede observarse que el cálculo de magnitud se retrasa detrás de la forma 620 de onda por 8 muestras, o un cuarto de ciclo, porque la ecuación 3 requiere dos puntos separados por un cuarto de ciclo.

La figura 7 ilustra una forma 740 de onda representativa de una AEC con una frecuencia de 60 Hz y una magnitud de 1 muestreada a una tasa de muestreo de 32 muestras por ciclo de una AEC de 40 Hz. Al comparar la forma 620 de onda, mostrada en la figura 6, con la forma 740 de onda, puede observarse la frecuencia superior. Al contrario que la forma 620 de onda, mostrada en la figura 6, la forma 740 de onda no es periódica cada 32 muestras. Por consiguiente, un cálculo 730 de magnitud determinado según la ecuación 3 no es preciso. El cálculo 730

de magnitud no es preciso porque ocho muestras, u ocho valores de k , no corresponden a un cuarto de ciclo de la forma 740 de onda.

La figura 8 ilustra gráficamente la conversión de datos usando los métodos descritos anteriormente. La forma 740 de onda y el cálculo 730 de magnitud son iguales que en la figura 7. Tal como se ilustra en la figura 8, los datos que van a convertirse (por ejemplo, la forma 740 de onda) se procesan mediante un método 810 de conversión de datos. El método 810 de conversión de datos puede ser una realización del método 200 ilustrado en la figura 2, o alguna otra realización. La salida del método 810 de conversión de datos muestra una forma 830 de onda convertida y una magnitud 820 calculada convertida. En la realización ilustrada, se emplea la ecuación 7 para generar la forma 830 de onda convertida, y se emplea la ecuación 3 para generar la magnitud 820 calculada convertida. Tal como se ilustra, la magnitud 820 calculada convertida es igual a 1.

Volviendo a los comentarios de la figura 1, además de accionar los disyuntores 150 y 155 para conectar el generador 180 a la interconexión 110, el IED 102 también puede configurarse para proteger el generador 180 y/o la interconexión 110 frente a sobrecorriente u otras situaciones de fallo. Según una realización, un IED 102 puede detectar un fallo asociado o bien con el generador 180 y/o bien con la interconexión 110. En realizaciones en las que el IED 102 muestrea a una frecuencia de muestreo correspondiente a la frecuencia de sistema de la AEC del generador 180, puede ser necesario usar un método de conversión de muestreo de datos asíncrono descrito en el presente documento para garantizar que los atributos de la AEC de la interconexión calculados son precisos.

Según una realización a modo de ejemplo, el IED 102 protege frente a fallos monitorizando la magnitud de la

corriente. Si la magnitud de la corriente se eleva por encima de una magnitud umbral, cambia abruptamente, fluctúa o disminuye por debajo de una magnitud umbral, el IED 102 puede responder accionando el disyuntor 150 y/o alertando a un
5 técnico.

La figura 9A ilustra una forma 910 de onda representativa de una AEC que cambia en cuanto a la magnitud desde 1 hasta 1,5. La figura 9B es una representación gráfica del cambio de magnitud 920 de la forma de onda de la figura 9A. Tal como se
10 ilustra, la magnitud cambia a lo largo de aproximadamente un ciclo (32 puntos de muestra) desde 1 hasta 1,5. Según algunas realizaciones, el método puede dar como resultado una sobremodulación mínima de la magnitud real. Sin embargo, según realizaciones alternativas, usando tasas de muestreo
15 superiores y/o un número mayor de muestras de datos en cada cálculo se minimiza o se elimina completamente la sobremodulación.

En cambio, la figura 10A ilustra una forma 1010 de onda de 60 Hz de muestras de datos no convertidas obtenidas mediante
20 muestreo de la misma AEC de la figura 9A usando una tasa de muestreo de 32 muestras por ciclo correspondiente a una frecuencia de sistema de 40 Hz. Tal como se ilustra en la figura 10B, una magnitud 1020 calculada resultante que se genera usando la ecuación 3 es errónea. La magnitud 1020
25 calculada representa una forma de onda oscilante que representa de manera inadecuada la transición de magnitud desde 1 hasta 1,5. Usando técnicas de conversión de datos descritas en el presente documento, pueden convertirse muestras de datos que comprenden la forma 1010 de onda, y una
30 magnitud calculada resultante puede ilustrar con precisión la transición desde una magnitud de 1 hasta una magnitud de 1,5.

La figura 11 ilustra un diagrama de bloques de función de un sistema 1100 para determinar cuándo puede requerirse la conversión de datos y para convertir muestras de datos. En la

realización ilustrada en la figura 11, el sistema 1100 usa una frecuencia de muestreo que es aproximadamente igual al producto de una frecuencia de una AEC procedente de un generador (no mostrado) y Tasa_M (por ejemplo, 32 muestras por ciclo). La frecuencia de muestreo se usa para muestrear una AEC producida por el generador y una AEC llevada por una interconexión. El sistema 1100 obtiene muestras 1110 y 1125 de datos de tensión (V_g , V_i) y/o corriente (I_g , I_i) tanto de la AEC producida por el generador como de la AEC llevada por la interconexión. Tal como se ilustra, no se requiere conversión de datos para las muestras de datos de tensión (V_g) y/o corriente (I_g) del generador porque la frecuencia de muestreo es aproximadamente igual al producto de la frecuencia real de la AEC del generador y Tasa_M (por ejemplo, 32 muestras por ciclo). Por consiguiente, tras pasar las muestras de datos de tensión (V_g) y/o corriente (I_g) del generador recogidas a través de un filtro de coseno 1115, el sistema 1100 puede determinar diversas características de la AEC 1120 producida por el generador, incluyendo ángulos de fase y magnitudes.

Tal como se indicó anteriormente, la frecuencia de muestreo del sistema 1100 es aproximadamente igual al producto de frecuencia de la AEC del generador y Tasa_M (por ejemplo, 32 muestras por ciclo). En algunas situaciones, la frecuencia de muestreo puede diferenciarse del valor de frecuencia de la AEC de la interconexión multiplicada por Tasa_M. Por consiguiente, pueden pasarse muestras 1125 de datos de corriente (I_i) y/o muestras de tensión (V_i) y corriente de la interconexión a través de la conversión 1135 de datos. La conversión 1135 de datos genera muestras de datos convertidas, que pueden pasarse a un filtro 1140 de coseno. El sistema 1100 puede determinar entonces diversas características de la AEC 1145 de la interconexión. En determinadas realizaciones, el filtro 1115 de coseno y el filtro 1140 de coseno pueden implementarse como un único filtro de coseno.

Según la realización ilustrada, el sistema 1100 determina si la conversión 1135 de datos de muestras de tensión y/o muestras de corriente es necesaria usando la diferencia entre la frecuencia de la AEC de la interconexión y la frecuencia de la AEC del generador. Cuando la diferencia entre esas frecuencias es inferior a un umbral (por ejemplo, 2 Hz en la realización ilustrada), las muestras de datos pueden no requerir conversión 1135 de datos. Tal como se ilustra en la figura 11, según una realización se usan la frecuencia 1150 del generador y la frecuencia 1155 de la interconexión para determinar una frecuencia 1160 delta. Se usa un comparador 1165 para comparar la frecuencia 1160 delta con una frecuencia umbral de 2 Hz. Según realizaciones alternativas, la frecuencia umbral puede ser tan baja como 0 Hz o tan alta como se desee.

Según una realización, la salida de un comparador 1165, junto con un bit 1170 de palabra del generador y un bit 1175 de palabra de la interconexión. Estas señales son entradas para la puerta 1180 lógica. La salida de la puerta 1180 lógica determina si se pasan las muestras de tensión y corriente de la interconexión a la conversión 1135 de datos. La salida de la puerta 1180 lógica también puede ser una salida del sistema 1100 como un bit 1185 de palabra de conversión de datos de muestreo asíncrono. Cuando la salida del comparador 1165 y los bits 1170 y 1175 de palabra son altos (por ejemplo, son un 1 lógico) la frecuencia 1160 delta es superior a 2 Hz, y se acciona un conmutador 1130, dirigiendo muestras 1125 de datos recogidas a través de la conversión 1135 de datos. Según una realización de este tipo, cuando la frecuencia 1160 delta es inferior a 2 Hz, no se necesita conversión de datos y el conmutador 1130 dirige muestras 1125 de datos recogidas directamente a través del filtro 1140 de coseno. El sistema 1100 puede determinar entonces diversas características de la AEC 1145 de la interconexión. En una realización, el bit de

palabra del generador es igual a 1 si la medición de la frecuencia del generador es correcta (por ejemplo, la señal es lo bastante fuerte como para que la lógica de detección de cruce por cero mida la frecuencia). El bit de palabra de la interconexión es igual a 1 si la medición de la frecuencia de la interconexión es correcta (por ejemplo, la señal es lo bastante fuerte como para que la lógica de detección de cruce por cero mida la frecuencia). El bit 1170 de palabra del generador y el bit 1175 de palabra de la interconexión pueden usarse para indicar que la conversión 1135 de datos puede basarse en la frecuencia 1150 del generador y la frecuencia 1155 de la interconexión. El bit de palabra de ASDC es la indicación de cuándo se procesan datos a través de conversión 1135 de datos. El bit 1185 de palabra de ASDC puede usarse en el análisis para verificar las condiciones en caso de un fallo.

En una realización alternativa, una frecuencia de muestreo puede corresponder a una frecuencia de muestreo predeterminada. Una frecuencia de muestreo predeterminada de este tipo puede ser una frecuencia constante o no. Según algunas realizaciones, la frecuencia de muestreo predeterminada se selecciona por el usuario, es constante o se basa en las frecuencias medidas de la AEC del generador, la AEC de la interconexión, y/u otras condiciones dentro del sistema.

La descripción anterior proporciona numerosos detalles específicos para una comprensión exhaustiva de las realizaciones descritas en el presente documento. Sin embargo, los expertos en la técnica reconocerán que pueden omitirse uno o más de los detalles específicos, o pueden usarse otros métodos, componentes o materiales. En algunos casos, no se muestran o se describen operaciones en detalle.

Aunque se han ilustrado y descrito realizaciones y aplicaciones específicas de la descripción, debe entenderse

que la descripción no se limita a la configuración precisa y los componentes dados a conocer en el presente documento. Pueden realizarse diversas modificaciones, cambios y variaciones evidentes para los expertos en la técnica en la
5 disposición, funcionamiento y detalles de los métodos y sistemas de la descripción sin apartarse del espíritu y alcance de la descripción.

REIVINDICACIONES

1. Método para conectar selectivamente un primer sistema eléctrico y un segundo sistema eléctrico, comprendiendo el método:

5

muestrear una primera corriente eléctrica alterna del primer sistema eléctrico que incluye un generador y que tiene una primera frecuencia a una frecuencia de muestreo para obtener un primer conjunto de muestras de datos, correspondiendo la frecuencia de muestreo a una frecuencia de sistema del primer sistema eléctrico o del segundo sistema eléctrico multiplicada por una tasa de muestreo;

10

muestrear una segunda corriente eléctrica alterna del segundo sistema eléctrico que incluye una interconexión y que tiene una segunda frecuencia a la frecuencia de muestreo para obtener un segundo conjunto de muestras de datos;

15

convertir al menos uno del primer conjunto de muestras de datos y el segundo conjunto de muestras de datos en un conjunto convertido de muestras de datos usando un algoritmo de conversión para compensar una diferencia de frecuencia entre la primera frecuencia y la segunda frecuencia;

20

determinar cuándo el conjunto convertido de muestras de datos y al menos uno del primer conjunto de muestras de datos y el segundo conjunto de muestras de datos satisfacen una condición predeterminada; y

25

accionar un disyuntor cuando se satisface la condición predeterminada para conectar selectivamente el primer sistema eléctrico y el segundo sistema eléctrico entre sí.

30

2. Método según la reivindicación 1, en el que la

frecuencia de muestreo es aproximadamente igual al producto de la primera frecuencia y la tasa de muestreo.

5 3. Método según la reivindicación 2, en el que el segundo conjunto de muestras de datos se convierte en el conjunto convertido de muestras de datos y en el que la frecuencia de sistema corresponde a la segunda frecuencia.

10 4. Método según la reivindicación 1, en el que la frecuencia de muestreo es aproximadamente igual al producto de la segunda frecuencia y la tasa de muestreo.

15 5. Método según la reivindicación 4, en el que el primer conjunto de muestras de datos se convierte en el conjunto convertido de muestras de datos y en el que la frecuencia de sistema corresponde a la primera frecuencia.

20 6. Método según la reivindicación 1, en el que la frecuencia de sistema es una frecuencia predeterminada; y en el que el primer conjunto de muestras de datos y un segundo conjunto de muestras de datos se convierten en el conjunto convertido de muestras de datos.

25 7. Método según la reivindicación 1, en el que el primer conjunto de muestras de datos y el segundo conjunto de muestras de datos comprenden cada uno al menos una muestra de datos presente y muestra de datos previa.

30 8. Método según la reivindicación 1, en el que el algoritmo de conversión comprende un método de:

determinar una diferencia entre:

una muestra de datos previa multiplicada por una primera función periódica de una etapa de muestreo, la primera frecuencia y la segunda frecuencia; y

una muestra de datos presente multiplicada por una segunda función periódica de la etapa de muestreo, la primera frecuencia y la segunda frecuencia; y

dividir la diferencia entre:

5 una tercera función periódica de la etapa de muestreo, la primera frecuencia y la segunda frecuencia.

10 9. Método según la reivindicación 1, que comprende además determinar un atributo de al menos una de la primera corriente eléctrica alterna y la segunda corriente eléctrica alterna usando dos muestras de datos separadas por un cuarto de ciclo del conjunto convertido de muestras de datos, seleccionándose el atributo del grupo

15 constituido por una magnitud de tensión, un ángulo de fase de tensión, una magnitud de corriente y un ángulo de fase de corriente; y

usar el atributo para determinar si se satisface la condición predeterminada.

20

10. Método según la reivindicación 1, que comprende además determinar una parte real de un fasor dentro del conjunto convertido de muestras de datos usando un filtro de coseno.

25

11. Método según la reivindicación 1, que comprende además:

generar la primera corriente eléctrica alterna usando el generador; y

30

llevar la segunda corriente eléctrica alterna a la interconexión.

12. Dispositivo electrónico inteligente (IED) configurado para conectar selectivamente un primer sistema

eléctrico a un segundo sistema eléctrico, comprendiendo el IED:

5 una primera entrada configurada para muestrear una primera corriente eléctrica alterna del primer sistema eléctrico que incluye un generador y que tiene una primera frecuencia a una frecuencia de muestreo para obtener un primer conjunto de muestras de datos, correspondiendo la frecuencia de muestreo a una frecuencia de sistema multiplicada por una tasa de muestreo;

10 una segunda entrada configurada para muestrear una segunda corriente eléctrica alterna del segundo sistema eléctrico que incluye una interconexión y que tiene una segunda frecuencia a la frecuencia de muestreo para obtener un segundo conjunto de muestras de datos;

un procesador;

15 un medio de almacenamiento legible por ordenador en comunicación eléctrica con el procesador, comprendiendo el medio de almacenamiento legible por ordenador:

20 un módulo de conversión de datos ejecutable en el procesador y configurado para compensar una diferencia de frecuencia entre la primera frecuencia del primer sistema eléctrico y la segunda frecuencia del segundo sistema eléctrico, y para generar un conjunto convertido de muestras de datos a partir de al menos uno del primer conjunto de muestras de datos y el segundo conjunto de muestras de datos;

25 en donde el IED está configurado para determinar cuándo el conjunto convertido de muestras de datos y al menos uno del primer conjunto de muestras de datos y el segundo conjunto de muestras de datos satisfacen una condición predeterminada; y

30 en donde el IED está configurado para accionar un disyuntor cuando se satisface la condición predeterminada

para conectar selectivamente el primer sistema eléctrico al segundo sistema eléctrico entre sí.

5 13. IED según la reivindicación 12, en el que la frecuencia de muestreo es aproximadamente igual al producto de la primera frecuencia y la tasa de muestreo.

10 14. IED según la reivindicación 13, en el que el segundo conjunto de muestras de datos se convierte en el conjunto convertido de muestras de datos y en el que la frecuencia de sistema corresponde a la segunda frecuencia.

15 15. IED según la reivindicación 12, en el que la frecuencia de sistema es aproximadamente igual al producto de la segunda frecuencia y la tasa de muestreo.

20 16. IED según la reivindicación 15, en el que el primer conjunto de muestras de datos se convierte en el conjunto convertido de muestras de datos y en el que la frecuencia de sistema corresponde a la primera frecuencia.

25 17. IED según la reivindicación 12, en el que la frecuencia de muestreo es una frecuencia predeterminada; y en el que el módulo de conversión de datos está configurado además para convertir el primer conjunto de muestras de datos en un primer conjunto convertido de muestras de datos, para convertir el segundo conjunto de muestras de datos en un segundo conjunto convertido de muestras de datos, y para usar el primer conjunto
30 convertido de muestras de datos y el segundo conjunto de muestras de datos para determinar cuándo se satisface la condición predeterminada.

18. IED según la reivindicación 12, en el que el

primer conjunto de muestras de datos y el segundo conjunto de muestras de datos comprenden cada uno al menos una muestra de datos presente y una muestra de datos previa.

5 19. IED según la reivindicación 12, en el que el módulo de conversión de datos está configurado además:

para determinar una diferencia entre:

10 una muestra de datos previa multiplicada por una primera función periódica de una etapa de muestreo, la frecuencia de la primera corriente eléctrica alterna, y la frecuencia de la segunda corriente eléctrica alterna; y

15 una muestra de datos presente multiplicada por una segunda función periódica de la etapa de muestreo, la frecuencia de la primera corriente eléctrica alterna y la frecuencia de la segunda corriente eléctrica alterna; y

para dividir la diferencia entre:

20 una tercera función periódica de la etapa de muestreo, frecuencia de la primera corriente eléctrica alterna y la frecuencia de la segunda corriente eléctrica alterna.

25 20. IED según la reivindicación 12, en el que el módulo de conversión de datos está configurado para determinar un atributo de al menos una de la primera corriente eléctrica alterna y la segunda corriente eléctrica alterna usando dos muestras de datos separadas por un cuarto de longitud de onda del conjunto convertido de muestras de datos, seleccionándose el atributo del grupo constituido por una magnitud de tensión, un ángulo de fase de tensión, una magnitud de corriente y un ángulo de fase de corriente; y

en el que el sistema está configurado para usar el

atributo para determinar si se satisface la condición predeterminada.

5 21. IED según la reivindicación 12, en el que el módulo de conversión de datos está configurado además para usar un filtro de coseno para determinar una parte real de un fasor dentro del conjunto convertido de muestras de datos.

10 22. Sistema para conectar selectivamente un primer sistema eléctrico y un segundo sistema eléctrico, comprendiendo el sistema:

un disyuntor configurado para conectar selectivamente el primer sistema eléctrico al segundo sistema eléctrico;

15 y

un dispositivo electrónico inteligente (IED) configurado para muestrear la primera corriente eléctrica alterna del primer sistema eléctrico que incluye un generador a una frecuencia de muestreo para obtener un primer conjunto de muestras de datos, correspondiendo la frecuencia de muestreo a una frecuencia de sistema multiplicada por una tasa de muestreo, y para muestrear la segunda corriente eléctrica alterna del segundo sistema eléctrico que incluye una interconexión a la frecuencia de muestreo para obtener un segundo conjunto de muestras de datos, comprendiendo el IED:

un procesador;

un medio de almacenamiento legible por ordenador en comunicación eléctrica con el procesador, comprendiendo el medio de almacenamiento legible por ordenador un módulo de conversión de datos ejecutable que comprende instrucciones informáticas ejecutables en el procesador para realizar un método de:

convertir al menos uno del primer conjunto de

muestras de datos y el segundo conjunto de muestras de datos en un conjunto convertido de muestras de datos usando un algoritmo de conversión para compensar una diferencia de frecuencia entre la primera frecuencia y la segunda frecuencia;

5

determinar cuándo el conjunto convertido de muestras de datos y al menos uno del primer conjunto de muestras de datos y el segundo conjunto de muestras de datos satisfacen una condición predeterminada; y

10

en el que el IED acciona el disyuntor cuando se satisface la condición predeterminada para conectar selectivamente el primer sistema eléctrico y el segundo sistema eléctrico entre sí.

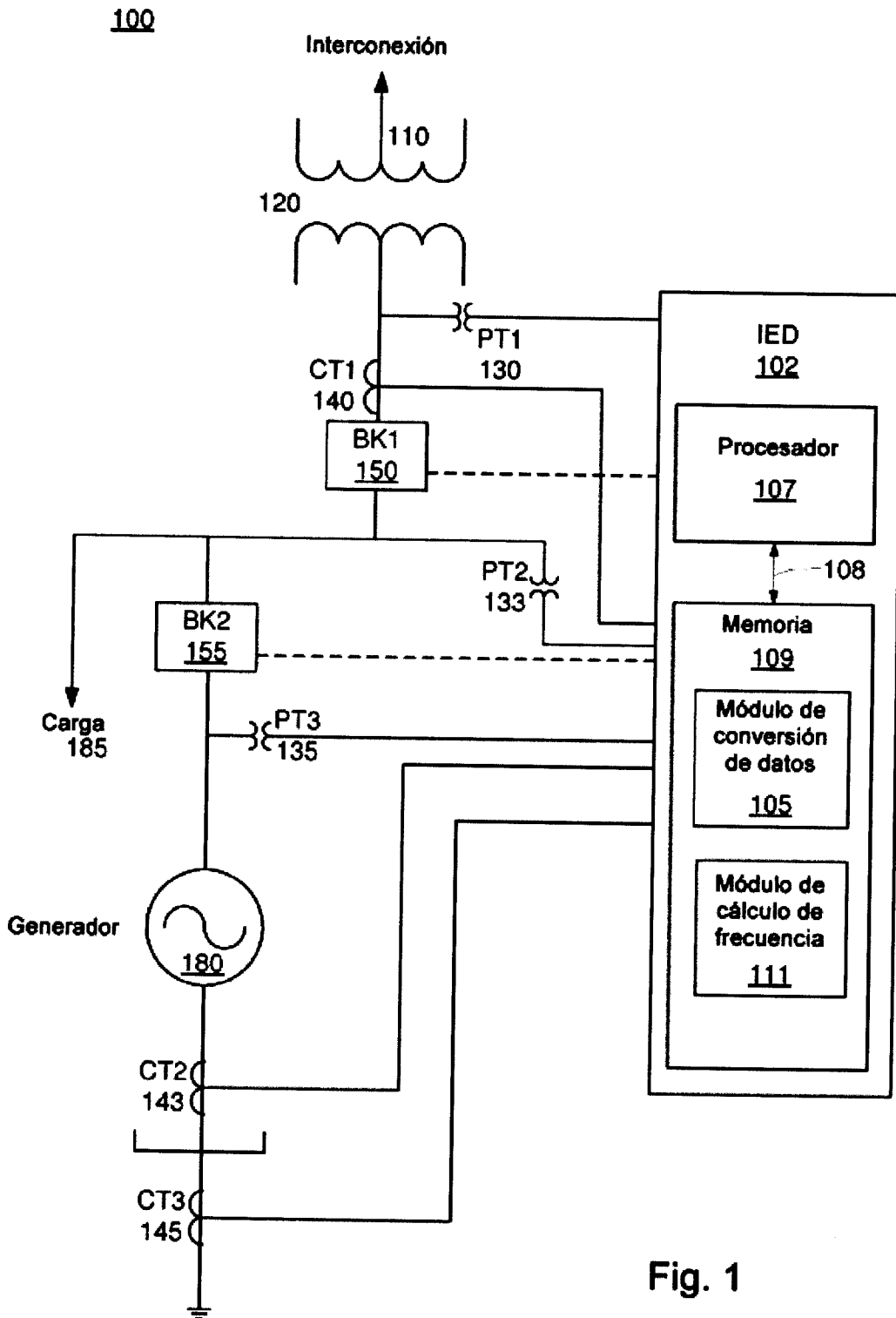


Fig. 1

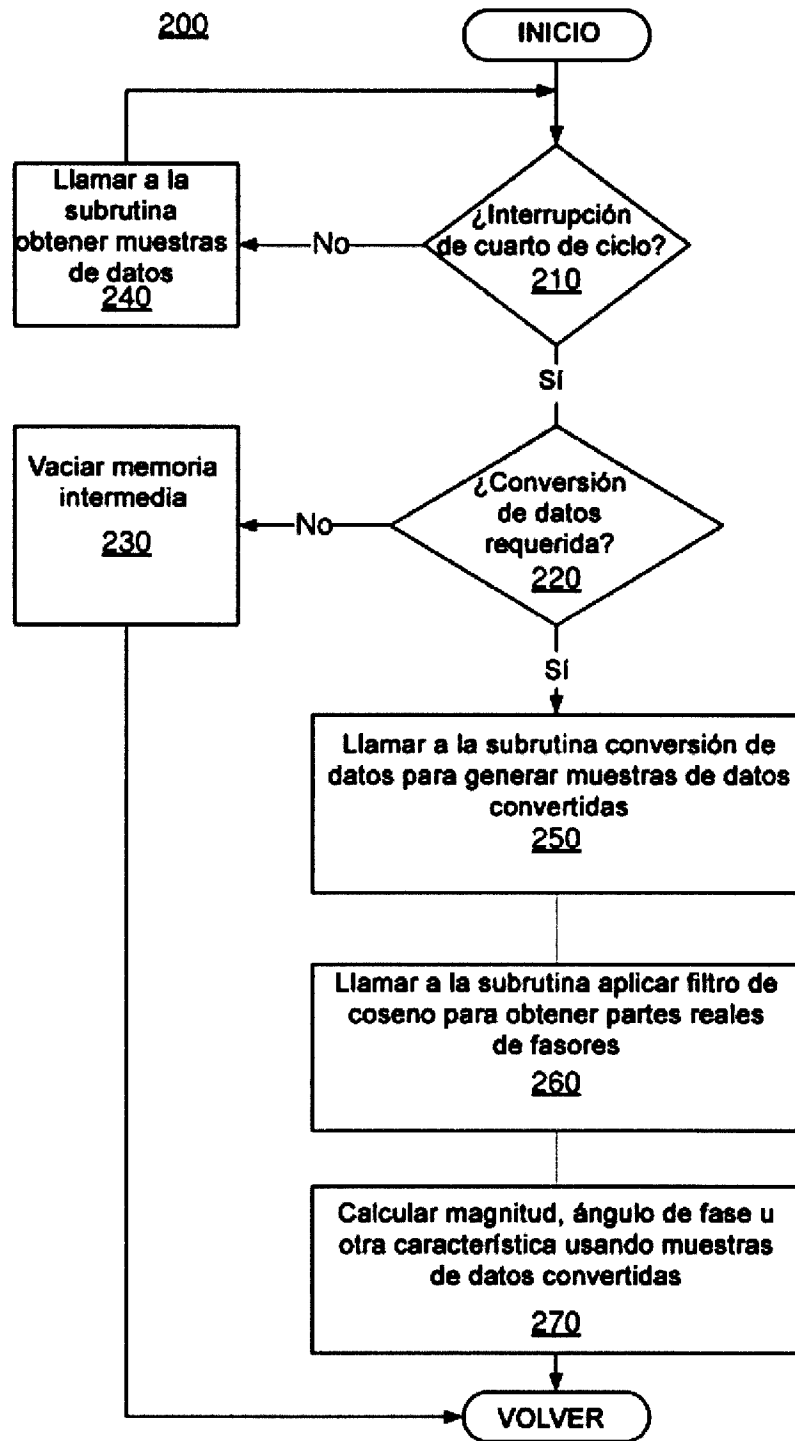


Fig. 2

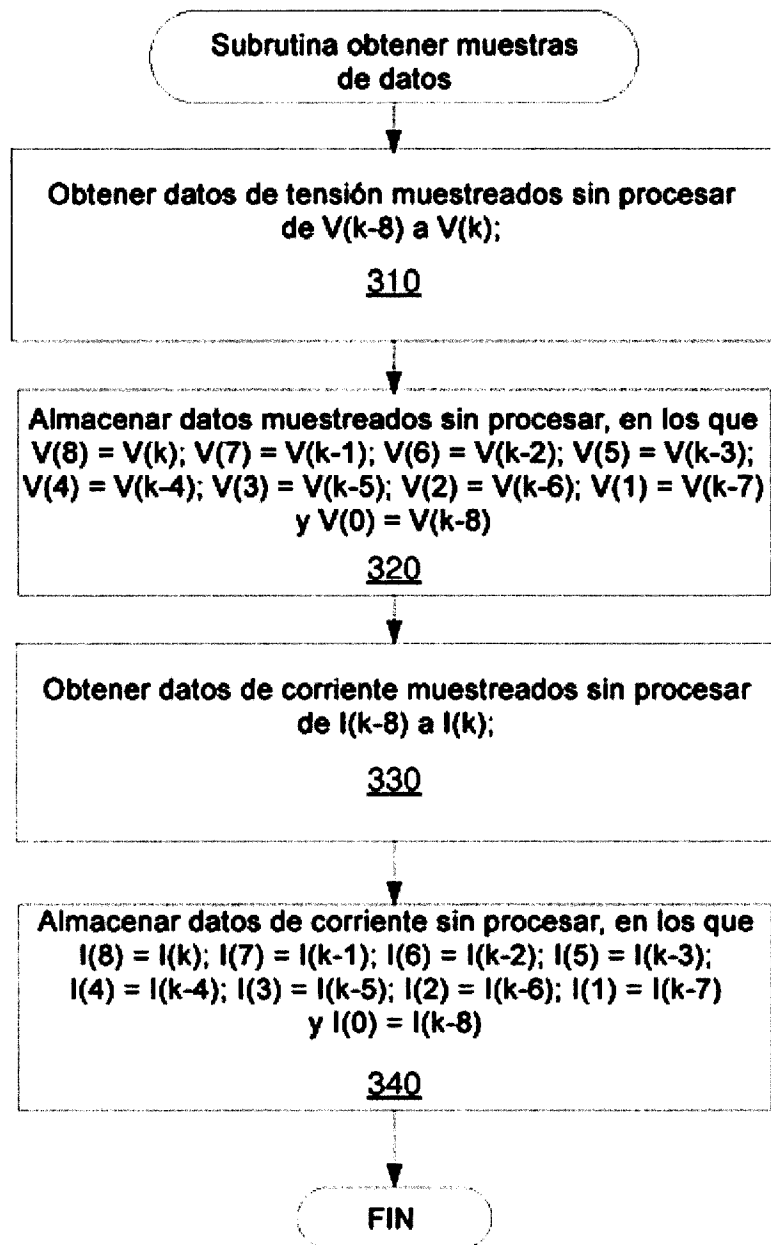


Fig. 3

Subrutina conversión de datos

Generar muestras de tensión convertidas

400

$$V_{\text{convertida}}(k) = \frac{V(k-1) \cdot \text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} \cdot k \cdot \frac{\Delta f}{F_AEC}\right) - V(k) \cdot \text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} \cdot (k-1) \cdot \frac{\Delta f}{F_AEC} - \frac{360}{\text{Tasa_M}}\right) + \frac{\text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} \cdot k \cdot \frac{\Delta f}{F_AEC} + \frac{360}{\text{Tasa_M}}\right)}{360}$$

Generar muestras de corriente convertidas

450

$$I_{\text{convertida}}(k) = \frac{I(k-1) \cdot \text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} \cdot k \cdot \frac{\Delta f}{F_AEC}\right) - I(k) \cdot \text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} \cdot (k-1) \cdot \frac{\Delta f}{F_AEC} - \frac{360}{\text{Tasa_M}}\right) + \frac{\text{sen}\left(\frac{360}{\text{Tasa_M}} \cdot k \cdot \frac{\Delta f}{F_AEC} + \frac{360}{\text{Tasa_M}}\right)}{360}$$

FIN

Fig. 4

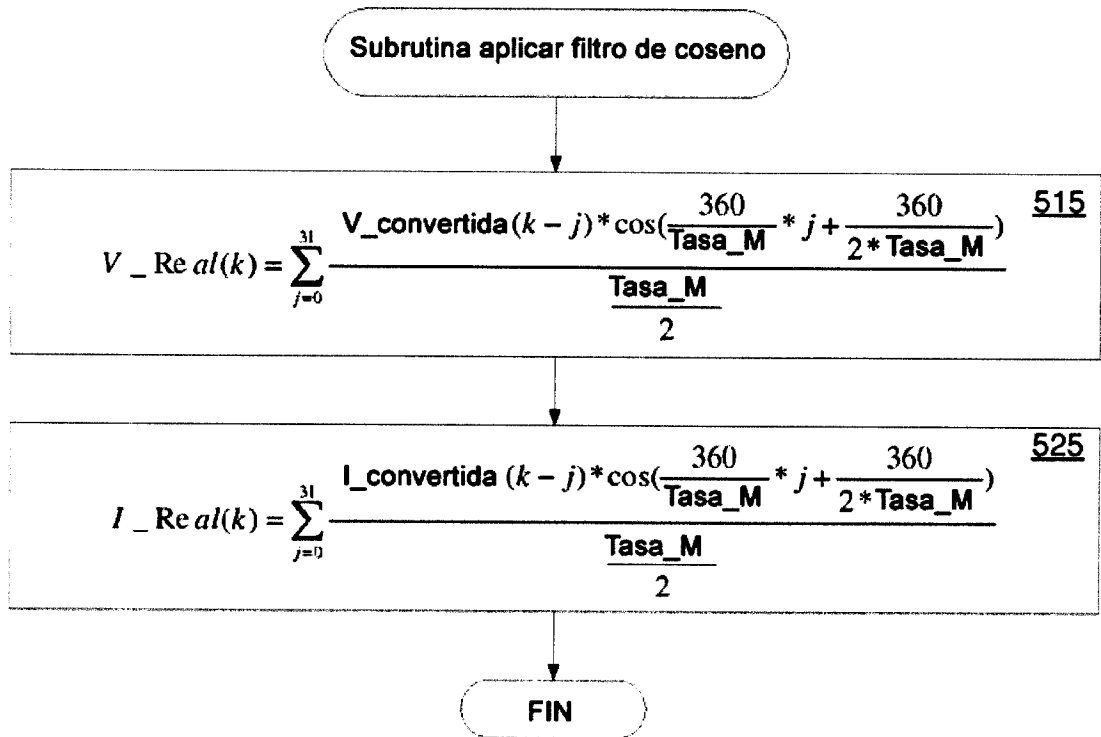


Fig. 5

AEC de 40Hz
 Frecuencia de muestreo de 1280 (40*32) Hz y magnitud calculada según la ecuación 3

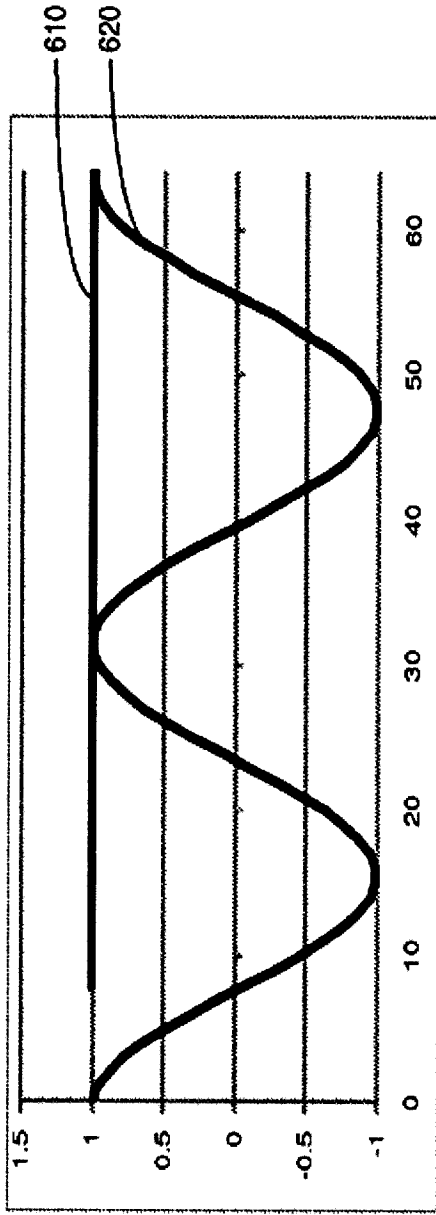


Fig. 6

AEC de 60Hz
 Frecuencia de muestreo de 1280 (40*32) Hz y magnitud calculada según la ecuación 3

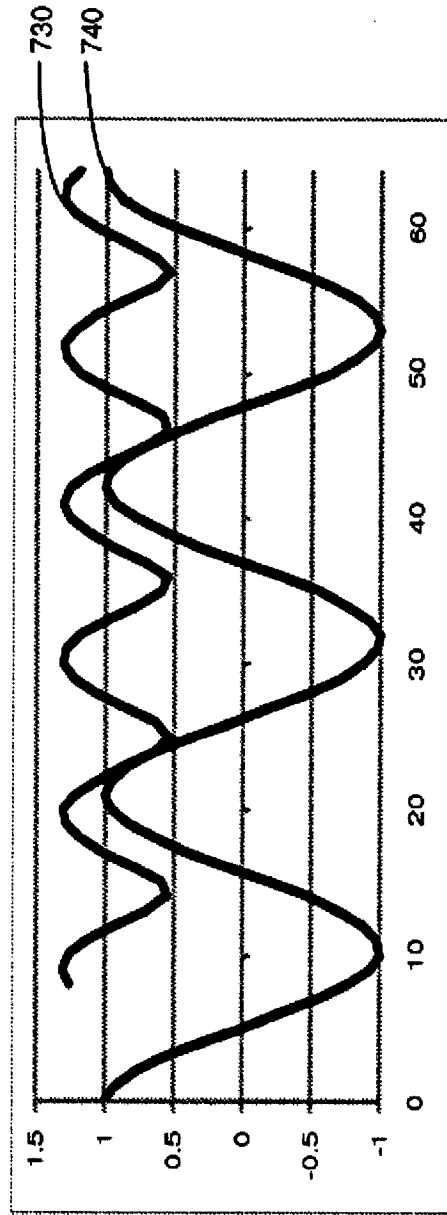


Fig. 7

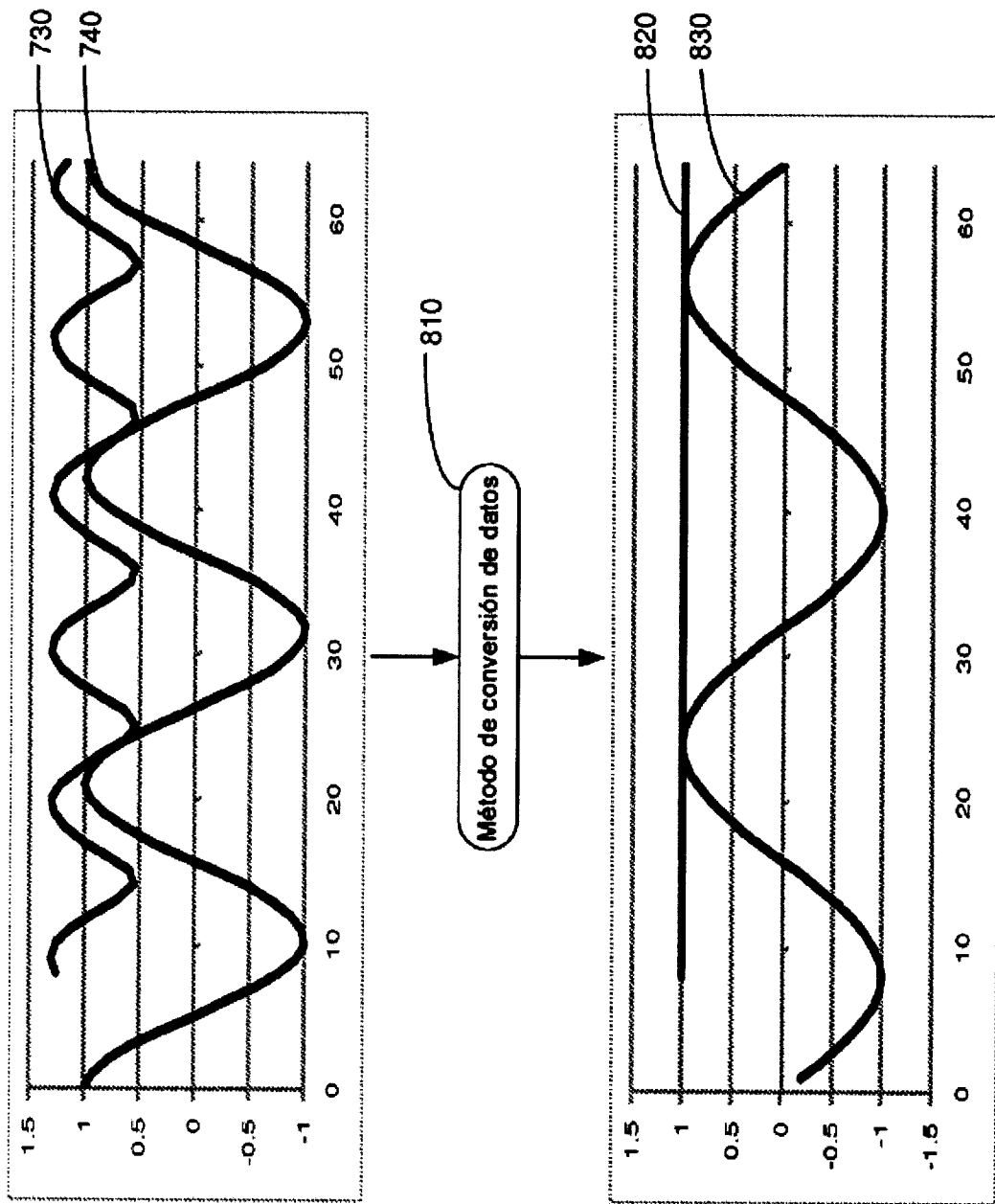


Fig. 8

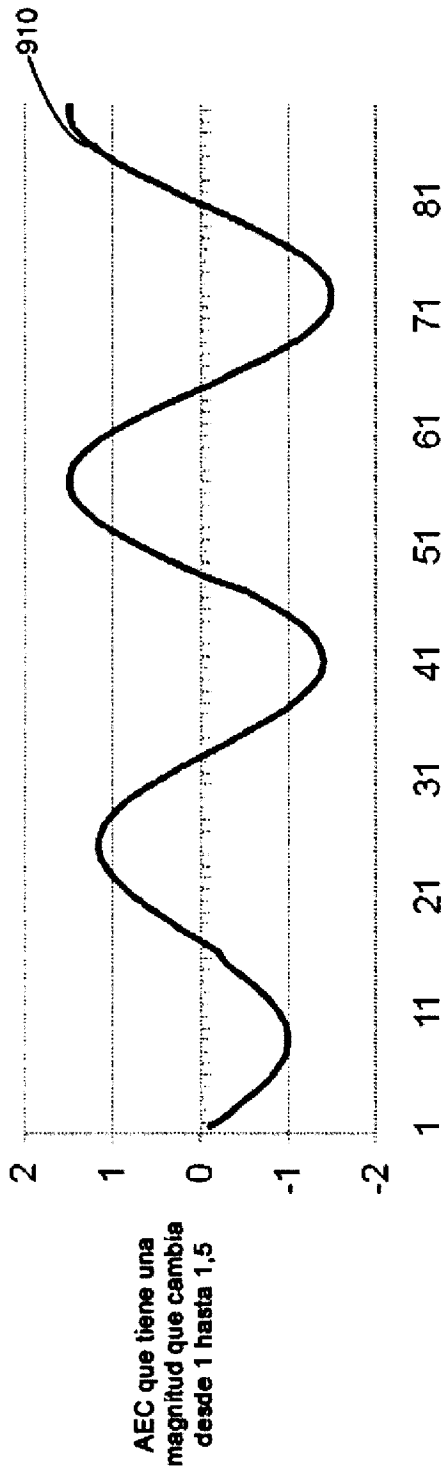


Fig. 9A

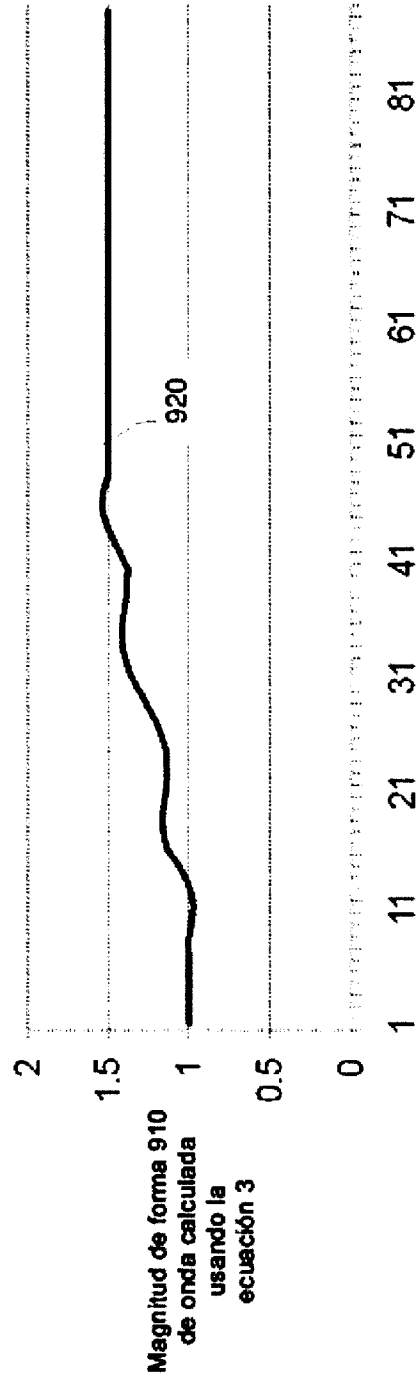


Fig. 9B

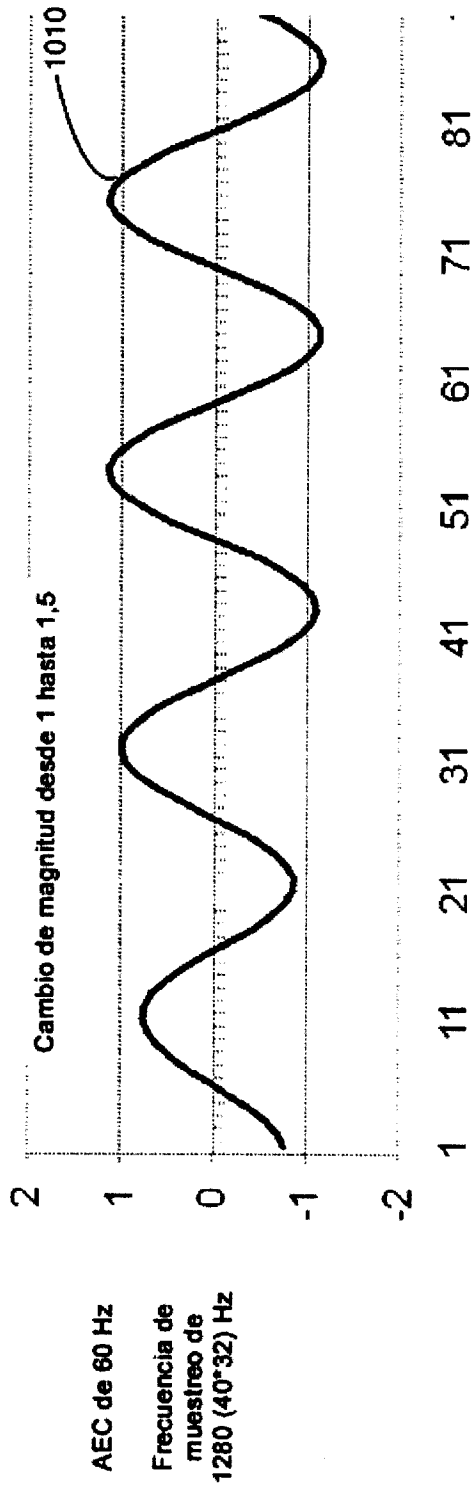


Fig. 10A

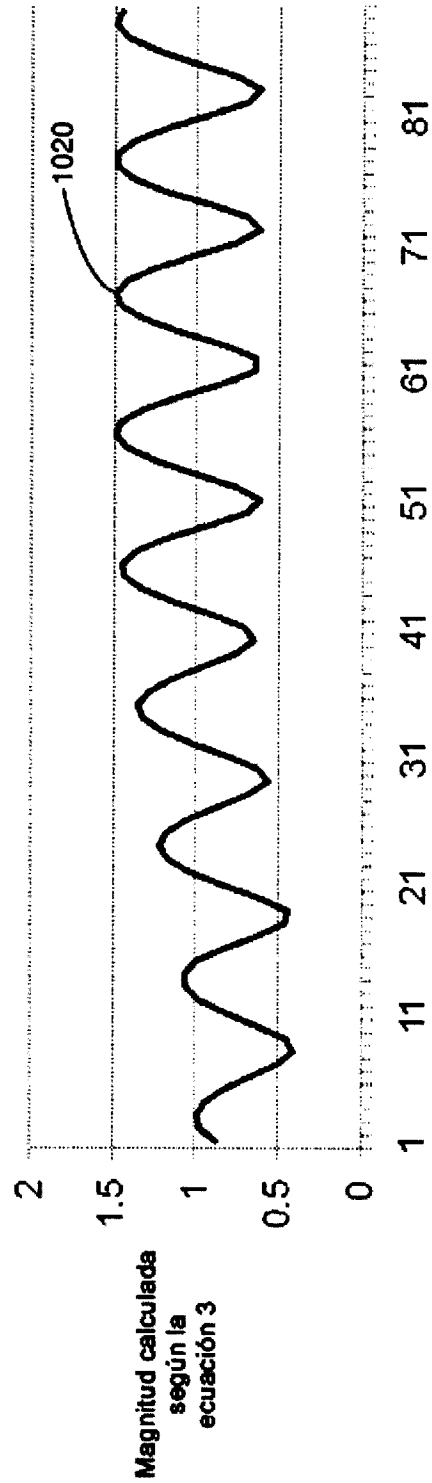


Fig. 10B

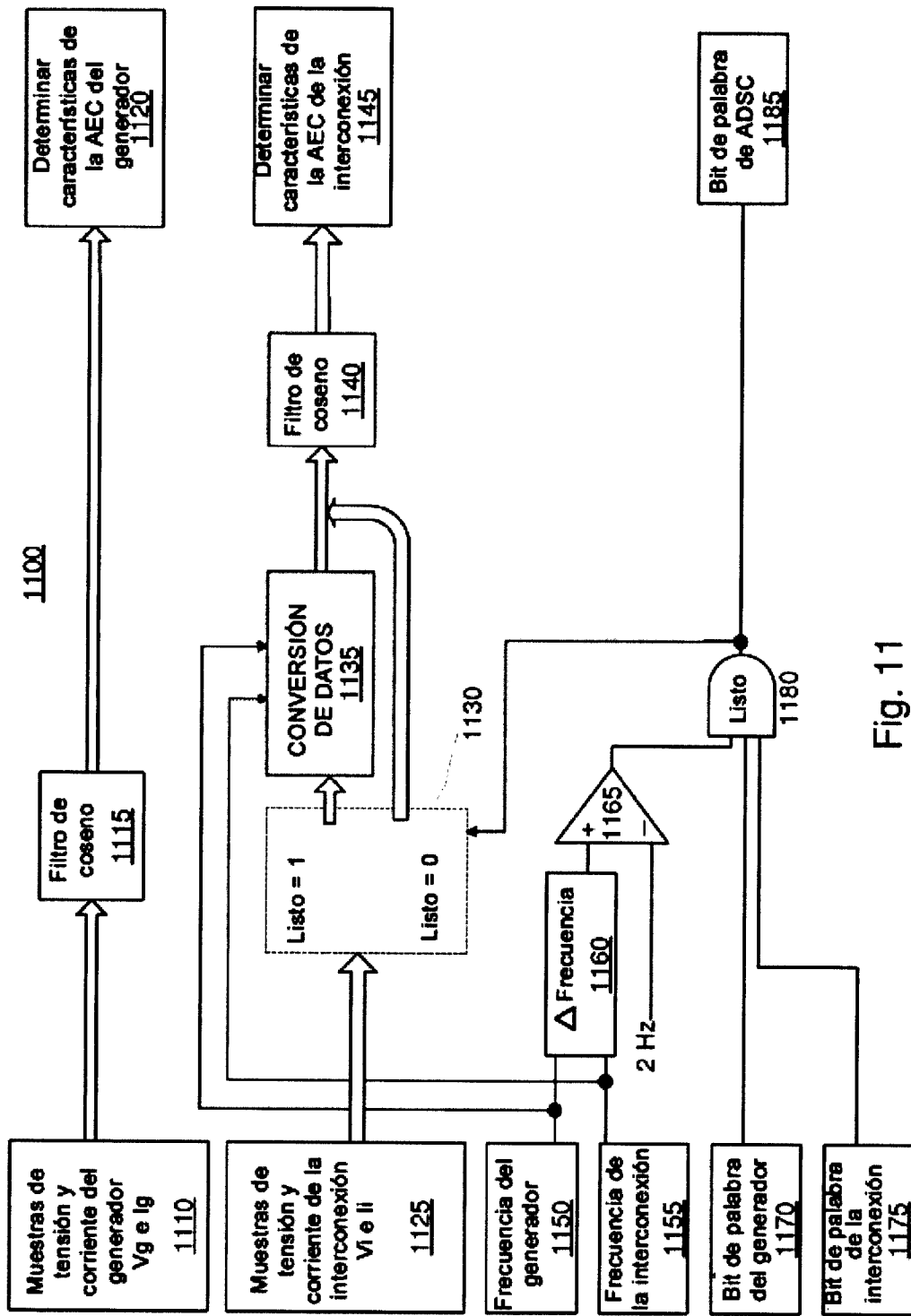


Fig. 11



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201250002

②② Fecha de presentación de la solicitud: 20.07.2010

③② Fecha de prioridad: **19-08-2009**
04-09-2009

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H02J3/08** (2006.01)
H02J3/34 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	WO 03094334 A2 (HONEYWELL INT INC) 13.11.2003, todo el documento.	1-7,10-18,21,22 8,9,19,20
X A	EP 1931009 A2 (CONVERTEAM LTD) 11.06.2008, resumen; descripción; figuras.	1-7,10-18,21,22 8,9,19,20
A	US 6212446 B1 (SATO MASAHIRO) 03.04.2001, descripción; figuras.	1-22

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 n.º:

Fecha de realización del informe
27.01.2014

Examinador
M. P. López Sabater

Página
1/4

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

H02J

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 27.01.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 8,9,19,20,21	SI
	Reivindicaciones 1-7,10,11,22	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 8,9,19,20	SI
	Reivindicaciones 1-7,10,11,21,22	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 se publica.

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	WO 03094334 A2 (HONEYWELL INT INC)	13.11.2003

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

Reivindicación 1; reivindicación 12; reivindicación 22:

En el documento del estado de la técnica anterior se divulga un método para conectar selectivamente un primer sistema eléctrico con un segundo sistema eléctrico, comprendiendo el método el muestreo de las frecuencias de los sistemas a conectar para obtener un primer conjunto de muestras de datos y correspondiendo la frecuencia de muestreo a una frecuencia de sistema del primer sistema eléctrico multiplicada por una tasa de muestreo. A continuación, se convierte al menos uno del conjunto de muestras de datos en un conjunto convertido de muestras de datos usando un algoritmo de conversión. El objeto de esta conversión es compensar una diferencia de frecuencia entre las frecuencias del primer y segundo sistemas. En un paso posterior se determina si el conjunto convertido de muestras de datos y al menos uno de entre el primer conjunto de muestras de datos y el segundo conjunto de muestras de datos satisfacen una condición predeterminada. Por último, si esta condición se cumple, se acciona un relé (202) para conectar el primer y el segundo sistema eléctricos.

A la vista de D01, esta reivindicación carece de novedad según el artículo 6 de la Ley de Patentes 11/86.

La reivindicación 12, independiente, carece de novedad por las mismas razones que la primera reivindicación, y lo mismo sucede con la reivindicación 22.

Reivindicaciones 2 a 7; reivindicaciones 13 a 18:

Estas reivindicaciones tampoco son nuevas por verse anticipadas por D01 de la misma forma que las reivindicaciones independientes de las que dependen. Es decir, las reivindicaciones 1 y 12 respectivamente.

Reivindicación 8; reivindicación 19:

La reivindicación 8, dependiente de la primera, protege un algoritmo de conversión concreto que no ha sido encontrado en el estado de la técnica anterior. Por lo tanto, es nuevo y tiene actividad inventiva.

Idéntica consideración debe hacerse para la reivindicación 19, dependiente de la reivindicación número 12.

Reivindicación 9; reivindicación 20:

El paso del método que se desea proteger en la reivindicación número 9 tampoco se ha encontrado en el estado de la técnica anterior, por lo que también es nuevo e inventivo. El razonamiento es similar para la reivindicación 20.

Reivindicaciones 10 y 11; reivindicación 21:

Las reivindicaciones 10 y 11 desean proteger acciones que son comunes en el estado de la técnica y que se encuentran implícitas en D01. Por lo tanto no aportan al método de la primera reivindicación novedad ni actividad inventiva.

Lo mismo sucede con la inclusión de un filtro de coseno para encontrar la parte real de un fasor, como preconiza la reivindicación 21.