

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 410**

51 Int. Cl.:

G01R 23/12 (2006.01)

G01R 23/00 (2006.01)

G01R 19/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2016 E 16306726 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 3220155**

54 Título: **Dispositivo de medición de frecuencias, método de medición de frecuencias y dispositivo de protección de carga de subfrecuencias**

30 Prioridad:

07.03.2016 CN 201610127182

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

16.10.2019

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35, rue Joseph Monier, CS 30323
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

XING, JINLEI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 727 410 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

Dispositivo de medición de frecuencias, método de medición de frecuencias y dispositivo de protección de carga de subfrecuencias

5 CAMPO TÉCNICO
Las realizaciones de la presente invención se relacionan con un dispositivo de medición de frecuencias, un método de medición de frecuencias y un dispositivo de protección de carga de subfrecuencias, y particularmente con un dispositivo de medición de frecuencias, un método de medición de frecuencias y un dispositivo de protección de carga de subfrecuencias que calculan compensación de ángulo mediante el uso de tanto una unidad de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la Transformada de Fourier Discreta (DFT) de ciclo único y una unidad de cálculo de desplazamiento de ángulo basada en la DFT de ciclo múltiple.

15 ANTECEDENTES
Los dispositivos automáticos de un sistema de energía, por ejemplo, un dispositivo de protección de relé y un dispositivo de control de estabilidad, necesitan medir una frecuencia del sistema de energía de manera precisa. Una precisión y velocidad de la medición de frecuencias es crítica para la confiabilidad del dispositivo automático tal como un dispositivo de protección de carga de subfrecuencias. En el pasado, los dispositivos automáticos emitían demandas de acciones falsas a veces porque la medición de frecuencias no es precisa, lo que resulta en una pérdida económica innecesaria.

20 Las tecnologías de medición de frecuencias convencionales principalmente incluyen una técnica de detección de cruces por cero y una técnica de bloqueo de fase basada en la Transformada de Fourier Discreta (DFT). La precisión de la técnica de cruce por cero es fácilmente afectada por procesos transitorios del sistema de energía tal como ruidos, ondas armónicas y etc.

25 Algunos ejemplos de métodos basados en la DFT para mediciones de frecuencias pueden verse en los documentos de EE.UU. 5 721 689 A y 4 319 329 A.

30 La Fig. 1 es un diagrama de circuito de un dispositivo de medición de frecuencias en la técnica anterior.

A partir de la Fig. 1, se puede conocer que esta técnica adopta la técnica de bloqueo de fase basada en la Transformada de Fourier Discreta DFT en la medición de frecuencias, que puede filtrar ruidos e interferencia de ondas armónicas integrales en algún grado, pero tal método adopta la DFT de ciclo único, que no puede filtrar ondas armónicas no integrales (por ejemplo, interferencia de armónica de frecuencia fraccional), cambios drásticos de amplitudes de tensión y cambios abruptos de ángulos de fase respectivamente. Aunque una función de filtrado en algún grado puede alcanzarse mediante el uso de la DFT de ciclo múltiple simplemente, reduciendo de este modo las amplitudes de perturbación, un tiempo de duración total de la perturbación es más largo que el de la DFT de ciclo único en cambio. Así, una confiabilidad de la medición de frecuencias no puede mejorarse de manera eficiente.

40 Además, se puede conocer a partir de la Fig. 1 que un mismo factor G de control es usado en una operación de frecuencia de muestreo y en una medición de frecuencias en un bucle de bloqueo de fase discreto para frecuencias de seguimiento. El factor G de control, tal como un factor de control de proporción para tiempo de estabilización y exceso, es usado para ajustar las características de la respuesta. Si el factor G de control es igual a 1, un error de estabilidad de frecuencia será disminuido, pero una respuesta de frecuencia será cambiada de manera dramática. Si el factor G de control es menor de 1, esto es subcompensación, el error de estabilidad de frecuencia será disminuido, pero la respuesta de frecuencia será suave. Porque una frecuencia de muestreo y la medición de frecuencias serán ambas afectadas por el mismo factor de control, es difícil satisfacer tanto la precisión de la medición de frecuencias y la respuesta de frecuencia suave de la frecuencia de muestreo al mismo tiempo.

50 Por lo tanto, en el pasado, cuando ocurrían las perturbaciones en el sistema de energía, que resultan en amplitudes de potencia que fluctúan y ángulos de fase cambiados de manera abrupta, o cuando hay interferencia armónica de frecuencia fraccional, el valor de medición de frecuencias es siempre no preciso.

55 Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar una nueva técnica de medición de frecuencias que pueda mejorar la precisión de la medición de frecuencias tanto como sea posible en un caso donde ocurren perturbaciones en el sistema de energía mientras que el requisito para la velocidad de respuesta de frecuencia se satisface.

60 COMPENDIO
La invención se hace a la luz de los problemas anteriores, el propósito de la cual es proporcionar un dispositivo de medición de frecuencias, un método de medición de frecuencias y un dispositivo protección de carga de subfrecuencias que puede mejorar la precisión de la medición de frecuencias como sea posible en un caso donde ocurren perturbaciones en el sistema de energía mientras el requisito para la velocidad de respuesta de frecuencia se satisface.

65 Un dispositivo de medición de frecuencias de la invención comprende:

una unidad de módulo de muestreo que saca un valor de muestreo de tensión según una tensión a ser muestreada y una frecuencia de muestreo introducida en ella;

5 una unidad de cálculo de desplazamiento de ángulo basada en la Transformada de Fourier Discreta DFT de ciclo único que calcula y saca un primer desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo único, según el valor de muestreo de tensión introducido desde la unidad de módulo de muestreo;

una unidad de cálculo de desplazamiento de ángulo basada en la DFT de ciclo múltiple que calcula y saca un segundo desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple, según el valor de muestreo de tensión introducido desde la unidad de módulo de muestreo;

10 una unidad de selección de desplazamiento de ángulo que selecciona y saca uno entre un primer desplazamiento de ángulo y un segundo desplazamiento de ángulo cuyo valor absoluto sea menor como compensación de ángulo seleccionado, según el primer desplazamiento de ángulo y segundo desplazamiento de ángulo introducido en ella;

una unidad que calcula y saca la frecuencia de muestreo que calcula una frecuencia de muestreo según la compensación de ángulo seleccionada introducida a la misma, y saca la frecuencia de muestreo a la unidad del módulo de muestreo como una frecuencia de muestreo nueva; y

15 una unidad que calcula y saca el valor de medición de frecuencia que calcula y saca un valor de medición de frecuencia según la compensación de ángulo seleccionada introducida en ella.

20 Un método de medición de frecuencias de la invención comprende:

un paso de introducir de una tensión a ser muestreada y una frecuencia de muestreo a un módulo de muestreo y sacar un valor de muestreo de tensión;

25 un paso de calcular el desplazamiento de ángulo basado en la Transformada de Fourier Discreta DFT de ciclo único de calcular y sacar un primer desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo único, según el valor de muestreo de tensión introducido desde el paso de muestreo;

un paso de calcular el desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple de calcular y sacar un segundo desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple según el valor de muestreo de tensión introducido desde el paso de muestreo;

30 un paso de seleccionar el desplazamiento de ángulo de selección y sacar uno entre un primer desplazamiento de ángulo y el segundo desplazamiento de ángulo cuyo valor absoluto sea menor como una compensación de ángulo seleccionado, según el primero y segundo desplazamientos de ángulo;

un paso de calcular y sacar la frecuencia de muestreo de calcular una nueva frecuencia de muestreo según la compensación de ángulo seleccionada introducida, y sacar la frecuencia de muestreo al módulo de muestreo como una nueva frecuencia de muestreo; y

35 un paso de calcular y sacar un valor de medición de frecuencias de calcular y sacar un valor de medición de frecuencia según la compensación de ángulo seleccionada introducida.

40 Las soluciones técnicas de la invención mejoran la técnica de medición de frecuencias basada en la DFT. Se aprovecha de una manera de combinar la DFT de ciclo único y la DFT de ciclo múltiple para calcular valores de desplazamiento de frecuencias mediante la DFT de ciclo único y la DFT de ciclo múltiple respectivamente al mismo tiempo y seleccionar uno de los valores de desplazamiento de frecuencia cuyo valor absoluto sea menor como base para calcular el desplazamiento de frecuencia. Además, también adopta una forma de "subcompensación" para ajustar la frecuencia de muestreo.

45 Las soluciones técnicas de la invención se aprovechan de la función de filtrado de la DFT de ciclo múltiple y acelera el proceso de respuesta de frecuencia, de este modo mejorando de manera efectiva la precisión y la velocidad de la medición de frecuencias en un caso de perturbaciones de tensión. Por lo tanto, la invención puede facilitar aumentar la confiabilidad del dispositivo automático de energía, por ejemplo el dispositivo de protección de carga de subfrecuencias y reducir una probabilidad de acción falsa ocurrida.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 Otras ventajas y características serán más obvias y claras a partir de la descripción a continuación de las realizaciones de la presente descripción que son solo con propósito no restrictivo en conexión con las figuras donde numerales de referencia igual representan componentes o unidades iguales, y donde:

La Fig. 1 es un diagrama de circuito de un dispositivo de medición de frecuencias de la técnica anterior;

la Fig. 2 es un diagrama de circuito de un dispositivo de medición de frecuencias según la invención;

la Fig. 3 es un diagrama de bloques de una estructura específica del dispositivo de medición de frecuencias según la invención;

60 la Fig. 4 es un diagrama de flujo de un método de medición de frecuencias según la invención;

la Fig. 5 es un diagrama de flujo de un paso S20 de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo único en el método de medición de frecuencias según la invención;

la Fig. 6 es un diagrama de flujo de un paso S30 de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple en el método de medición de frecuencias según la invención;

65

la Fig. 7 es un diagrama de flujo de un paso S50 de calcular y sacar frecuencias de muestreo en el método de medición de frecuencias según la invención; y

la Fig. 8 es un diagrama de flujo de un paso S60 de calcular y sacar el valor de medición de frecuencias en el método de medición de frecuencias según la invención.

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las realizaciones de la presente descripción serán descritas en detalle con referencia a las figuras. Aunque una pluralidad de realizaciones particulares de la presente descripción es ilustrada en las figuras, se debería entender que la descripción puede ser implementada de diversas maneras y no debería estar restringida por las realizaciones expuestas en este documento. Al contrario, estas realizaciones son proporcionadas para que la descripción pueda ser comprendida más a fondo y completamente y el alcance de la descripción pueda ser transmitido completamente a los expertos en la técnica.

10

La Fig. 2 muestra un ejemplo de un diagrama de circuito de un dispositivo de medición de frecuencias de la presente invención.

15

Comparado con el diagrama de circuito de la Fig. 1 en la técnica anterior, se puede ver que el dispositivo de medición de frecuencias de la invención calcula valores de desplazamiento de ángulos de manera concurrente a través de la DFT de ciclo único y la DFT de ciclo múltiple, respectivamente, y selecciona uno de los valores de desplazamiento de ángulo cuyo valor absoluto sea menor como base de cálculo del desplazamiento de frecuencia. En un bucle de bloqueo de fase discreto, un coeficiente de proporción para un factor de control usado en el cálculo del valor de medición de frecuencia es 1, y el coeficiente de proporción para el factor de control usado en el cálculo de una nueva frecuencia de muestreo es menor que 1, esto es, una forma de subcompensación es empleada para ajustar la frecuencia de muestreo.

20

25

La Fig. 3 es un diagrama de bloques de una estructura específica del dispositivo de medición de frecuencias de la presente invención.

Como se muestra en la Fig. 3, el dispositivo 1 de medición de frecuencias de la invención comprende: una unidad 10 de módulo de muestreo que saca un valor de muestreo de tensión según una tensión a ser muestreada y una frecuencia de entrada introducida a ella; una unidad 20 de cálculo de desplazamiento de ángulo basada en la Transformada de Fourier Discreta DFT de ciclo único que calcula y saca un primer desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo único, según el valor de muestreo de tensión introducido desde la unidad 10 de módulo de muestreo; una unidad 30 de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple que calcula y saca un segundo desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple, según el valor de muestreo de tensión introducido desde la unidad 10 de módulo de muestreo; una unidad 40 de selección de desplazamiento de ángulo que selecciona y saca uno entre el primer y el segundo desplazamiento de ángulo cuyo valor absoluto sea menor, como una compensación de ángulo seleccionada, según el primer y el segundo desplazamiento de ángulo introducido a ella; una unidad 50 que calcula y saca una frecuencia de muestreo que calcula una frecuencia de muestreo según la compensación del ángulo seleccionada introducida a ella, y saca la frecuencia de muestreo a la unidad del módulo de muestreo como una nueva frecuencia de muestreo; y una unidad 60 que calcula y saca valores de mediciones de frecuencias que calcula y saca un valor de medición de frecuencia según la compensación de ángulo seleccionada introducida a ella.

30

35

40

La unidad 20 de cálculo de desplazamiento de ángulo basada en la DFT de ciclo único comprende una unidad 201 de DFT de ciclo único que realiza el proceso de DFT en el valor de muestreo de tensión de ciclo único de entrada y saca un primer ángulo de fase de tensión; y una unidad 202 de cálculo del primer desplazamiento de ángulo que calcula y saca el primer desplazamiento de ángulo según el primer ángulo de fase de tensión.

45

La unidad 30 de cálculo de desplazamiento de fase basada en la DFT de ciclo múltiple comprende una unidad 301 de ventana que intercepta y saca los valores de muestreo de tensión de múltiples ciclos a través de una función de ventana; una unidad 302 de DFT de ciclo múltiple que realiza el proceso de DFT en los valores de muestreo de tensión introducidos de los múltiples ciclos, y calcula y saca un segundo ángulo de fase de tensión, y una unidad 303 de cálculo de segundo desplazamiento de fase que calcula y saca el segundo desplazamiento de fase según el segundo ángulo de fase de tensión.

50

55

Una función de ventana de Hamming es usada preferiblemente como la función de ventana descrita anteriormente, pero no se limita a ella. Otras funciones de ventana apropiadas pueden también ser adoptadas.

El número de ciclos múltiples descrito anteriormente es preferiblemente de uno a diez, pero no está limitado a ello. Otro número apropiado de ciclos puede adoptarse también.

60

El dispositivo de medición de frecuencias de la invención calcula desplazamientos de frecuencia de manera concurrente a través de la DFT de ciclo único y la DFT de ciclo múltiple, respectivamente, y selecciona uno de los desplazamientos de ángulo cuyo valor absoluto sea menor como una base para calcular el desplazamiento de frecuencia, y así supera el defecto de las ondas armónicas no integrales (por ejemplo, interferencia armónica de

65

frecuencia fraccional), cambio drástico de amplitudes de tensión y cambio abrupto de ángulos de fase no pueden ser filtrados efectivamente cuando solo la DFT de ciclo único es adoptada para calcular valores de desplazamiento de ángulo, y el defecto de que una duración general de la perturbación cuando solo la DFT de ciclo múltiple es adoptada es en cambio más larga que la de la DFT de ciclo único de forma que la confiabilidad de la medición de frecuencias no puede ser mejorada de manera efectiva. Las ventanas incluyen una fuerte resistencia a las interferencias y un corto tiempo de perturbación.

La unidad 50 que calcula y saca la frecuencia de muestreo de la presente invención incluye una unidad 501 de cálculo de desplazamiento de frecuencia; un primer multiplicador 502; una unidad 503 de cálculo del valor de frecuencia de referencia de muestreo; y un segundo multiplicador 504.

La unidad 501 de cálculo de desplazamiento de frecuencia calcula y saca un desplazamiento de frecuencia según la compensación de ángulo seleccionada introducida. El primer multiplicador 502 multiplica el desplazamiento de frecuencia por un primer coeficiente, y entonces saca un primer resultado a la unidad 503 de cálculo del valor de frecuencia de referencia de muestreo. La unidad 503 de cálculo del valor de frecuencia de referencia de muestreo calcula y saca un valor de frecuencia de referencia de muestreo según el primer resultado de la entrada. El segundo multiplicador 504 multiplica el valor de frecuencia de referencia de muestreo por un entero, genera una nueva frecuencia de muestreo, y la saca al módulo de muestreo para ajustar la frecuencia de muestreo. La operación como se ha descrito anteriormente es un proceso de una iteración, y después de que la frecuencia de muestreo sea ajustada, una nueva operación de iteración se espera que empiece. Los intervalos de operación pueden ser ajustados en base a aplicaciones específicas. Por ejemplo, la operación de iteración es realizada una vez cada 10ms o 20ms.

El primer coeficiente es ajustable y es de un valor mayor que 0 y menor que 1, preferiblemente mayor que 0,1 y menor que 1.

Diferente a una solución de medición de frecuencias de DFT convencional, la presente invención trata el valor de medición de frecuencias y la frecuencia de referencia de muestreo de manera diferente. La frecuencia de muestreo es de veces integral de la frecuencia de referencia de muestreo. Por ejemplo, la frecuencia de referencia de muestreo es 50Hz y la frecuencia de muestreo es 2400Hz. Esto es, cuando una señal está en la frecuencia de referencia, 48 puntos de muestreo son obtenidos durante un periodo. Además, al calcular la nueva frecuencia de referencia de muestreo como se describió anteriormente, el coeficiente de proporción del factor de control es menor que 1, esto es, la frecuencia de muestreo es ajustada en una forma de "subcompensación". De este modo, no solo la precisión del cálculo del valor de medición de frecuencia es garantizada, sino que también una mejor característica de respuesta de frecuencia es obtenida, de este modo acelerando la respuesta de frecuencia.

La unidad 60 que calcula y saca el valor de medición de frecuencia incluye un tercer multiplicador 601 y una unidad 602 de cálculo del valor de medición de frecuencia.

El tercer multiplicador 601 multiplica el desplazamiento de frecuencia por un segundo coeficiente, y saca un segundo resultado a la unidad 602 de cálculo del valor de medición de frecuencia. La unidad 602 de cálculo del valor de medición de frecuencia calcula y saca el valor de medición de frecuencia según el segundo resultado. El segundo coeficiente es preferiblemente un valor de 1.

En resumen, la invención tiene las siguientes características:

(1) Diferente a una solución de medición de frecuencias de DFT convencional, la presente invención trata el valor de medición de frecuencia y la frecuencia de referencia de muestreo de manera distinta. El coeficiente de proporción de 1 es usado en el cálculo del valor de medición de frecuencia, y el coeficiente de proporción que es menor que 1 es usado en el cálculo de la nueva frecuencia de referencia de muestreo. Esto es, la frecuencia de muestreo es ajustada en la forma de "subcompensación". De este modo, no solo una precisión del cálculo del valor de medición de frecuencia es garantizada, sino que también una mejor característica de respuesta de frecuencia es obtenida, de este modo acelerando la respuesta de frecuencia.

(2) La DFT de ciclo único y la DFT de ciclo múltiple operan al mismo tiempo. Los valores de desplazamiento de ángulo son calculados de manera concurrente a través de la DFT de ciclo único y la DFT de ciclo múltiple, respectivamente, y uno de los valores de desplazamiento del ángulo cuyo valor absoluto sea menor es seleccionado.

La solución técnica de la presente invención como un conjunto tiene mejor precisión y confiabilidad en la medición de frecuencias mientras que la velocidad de respuesta puede satisfacer requisitos de la aplicación mediante la combinación de las características (1) y (2) anteriores.

Un método de medición de frecuencias de la invención será explicado a continuación con referencia a las figuras que acompañan.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo del método de medición de frecuencias según la invención. Como se muestra en la Fig. 4, el método de medición de frecuencias de la invención comprende: un paso S10 de muestreo de introducir una tensión a ser muestreada y una frecuencia de muestreo a un módulo de muestreo y sacar un valor de muestreo de tensión; un paso S20 de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la Transformada de Fourier Discreta DFT de ciclo único de calcular y sacar un primer desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo único, según el valor de muestreo de tensión introducido desde el paso de muestreo; un paso S30 de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple de calcular y sacar un segundo desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiples, según el valor de muestreo de tensión introducido desde el paso de muestreo; un paso S40 de selección de desplazamiento de ángulo de introducir el primer y el segundo desplazamientos de ángulos, y seleccionar y sacar uno entre el primero y el segundo desplazamientos de ángulos cuyo valor absoluto sea menor como una compensación del ángulo seleccionado; un paso S50 de calcular y sacar una frecuencia de muestreo de introducir la compensación del ángulo seleccionado, calcular una frecuencia de muestreo según la compensación de ángulo seleccionada introducida, y sacarla al módulo de muestreo como una nueva frecuencia de muestreo; y un paso S60 de calcular y sacar el valor de medición de frecuencia de introducir la compensación de ángulo seleccionada, y calcular y sacar un valor de medición de frecuencia según la compensación de ángulo seleccionada introducida.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo del paso S20 de cálculo del desplazamiento del ángulo basado en la DFT de ciclo único en el método de medición de frecuencia según la invención.

El paso S20 de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo único particularmente incluye un paso S201 de la DFT de ciclo único de realización del proceso de la DFT en el valor de muestreo de tensión introducido de ciclo único y que saca un primer ángulo de fase de tensión; y un paso S202 de cálculo del primer desplazamiento de ángulo que calcula y saca una primera compensación de ángulo como el primer desplazamiento de ángulo, según la primera fase de ángulo de tensión.

La Fig. 6 es un diagrama de flujo del paso S30 de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple en el método de medición de frecuencias según la invención.

El paso S30 de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple incluye un paso S301 de enventanado de interceptar y sacar los valores de muestreo de tensión de múltiples ciclos a través de una función de ventana; un paso S302 de la DFT de ciclo múltiple de realizar el proceso de la DFT en los valores de muestreo de tensión introducidos de los múltiples ciclos, y calcular y sacar un segundo ángulo de fase de tensión; un paso S303 de cálculo del segundo desplazamiento de ángulo de calcular y sacar una segunda compensación de ángulo como el segundo desplazamiento de ángulo, según el segundo ángulo de fase de tensión.

Una función de ventana de Hamming es preferiblemente usada como la función de ventana descrita anteriormente, pero no se limita a ella. Otras funciones de ventana apropiadas pueden ser adoptadas también.

El número de ciclos múltiples descrito anteriormente es preferiblemente desde uno a diez, pero no está limitado a esto. Otro número apropiado de ciclos puede también ser adoptado.

La Fig. 7 es un diagrama de flujo del paso S50 que calcula y saca la frecuencia de muestreo en el método de medición de frecuencias según la invención.

El paso S50 que calcula y saca la frecuencia de muestreo incluye un paso S501 de cálculo de desplazamiento de frecuencia; un primer paso S502 de multiplicación; un paso S503 de cálculo del valor de frecuencia de referencia de muestreo; y un segundo paso S504 de multiplicación.

En el paso S501 de cálculo de desplazamiento de frecuencia, una compensación de frecuencia es calculada y sacada según la compensación del ángulo seleccionada introducida. En el primer paso S502 de multiplicación, la compensación de frecuencia es multiplicada por un primer coeficiente y un primer resultado es sacado al paso S503 de cálculo del valor de frecuencia de referencia de muestreo. En el paso S503 de cálculo del valor de frecuencia de referencia de muestreo, un valor de frecuencia de referencia de muestreo es calculado y sacado según el primer resultado introducido. En el segundo paso S504 de multiplicación, el valor de frecuencia de referencia de muestreo es multiplicado por un entero, y una nueva frecuencia de muestreo es generada y sacada a un módulo de muestreo para ajustar la frecuencia de muestreo.

La operación como se ha descrito anteriormente es un proceso de una iteración, y después de que la frecuencia de muestreo sea ajustada, una nueva operación de iteración se espera que empiece. Los intervalos de operación pueden ser ajustados en base a aplicaciones específicas. Por ejemplo, la operación de iteración es realizada una vez cada 10ms o 20ms.

El primer coeficiente es ajustable y es de un valor mayor que 0 y menor que 1, preferiblemente mayor que 0,1 y menor que 1.

La Fig. 8 es un diagrama de flujo del paso S60 que calcula y saca el valor de medición de frecuencia en el método de medición de frecuencias según la invención.

5 El paso S60 que calcula y saca el valor de medición de frecuencia incluye un tercer paso S601 de multiplicación y un paso S602 cálculo del valor de medición de frecuencia en el tercer paso S601 de multiplicación, la compensación de frecuencia es multiplicada por un segundo coeficiente, y un segundo resultado es sacado al paso S602 de cálculo del valor de medición de frecuencia. En el paso S602 de cálculo del valor de medición de frecuencia, el valor de medición de frecuencia es calculado y sacado según el segundo resultado. El segundo coeficiente es 1.

10 El método de medición de frecuencias de la invención tiene una buena precisión y confiabilidad en la medición de frecuencias mientras que la velocidad de la respuesta puede satisfacer requisitos de la aplicación.

15 El dispositivo y método de medición de frecuencias de la invención pueden aplicarse al dispositivo de protección de carga de subfrecuencias, y puede también ser aplicado a otros dispositivos que requieran una medición precisa de la frecuencia.

20 Las relaciones de conexión y constitución de las unidades respectivas (módulos funcionales, chips y etc.) en las realizaciones respectivas de la descripción no limitarán el alcance de la descripción, estas unidades pueden combinarse en una única unidad, o unidades específicas de ellas pueden también dividirse en una pluralidad de unidades que tenga menos función.

25 Los diagramas de bloques en las figuras ilustran la arquitectura, funcionalidad, y operación de implementaciones posibles de la presente invención. A este respecto, cada bloque en los diagramas de bloques puede representar un módulo que contiene una o más instrucciones para implementar la o las funciones lógicas especificadas. En algunas implementaciones alternativas, las funciones anotadas en los bloques pueden también ocurrir fuera del orden anotado en las figuras. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden, de hecho, ser ejecutados concurrentemente substancialmente, o los bloques pueden a veces ser ejecutados en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad implicada. También se observará que cada bloque de los diagramas de bloques puede ser implementado por ASIC basado en hardware de propósito especial que realiza las funciones o acciones especificadas, o combinaciones de hardware de propósito especial e instrucciones informáticas.

35 Las descripciones de las varias implementaciones de la presente invención han sido presentadas anteriormente con propósito ilustrativo, pero no pretenden ser exhaustivas o limitadas a las realizaciones descritas. Muchas modificaciones y variaciones serán aparentes para los expertos en la técnica sin salirse del alcance de las realizaciones descritas. La terminología usada en este documento fue elegida para explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica o mejora técnica sobre tecnologías encontradas en el mercado, o para habilitar a otros expertos en la técnica a comprender las realizaciones descritas en este documento.

40 APLICABILIDAD INDUSTRIAL

El dispositivo de medición de frecuencias, el método de medición de frecuencias y el dispositivo de protección de carga de subfrecuencias de la invención tienen una buena precisión y confiabilidad de la medición de frecuencias mientras que la velocidad de respuesta puede satisfacer requisitos de la aplicación, lo que puede reducir la posibilidad de falsas operaciones del dispositivo de protección de carga de subfrecuencias.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (1) de medición de frecuencias que comprende:

5 una unidad (10) de módulo de muestreo configurada para sacar un valor de muestreo de tensión según una tensión a ser muestreada y una frecuencia de muestreo introducida a ella;
 una unidad (20) de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la Transformada de Fourier Discreta DFT de ciclo único configurada para calcular y sacar un primer desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo único, según el valor de muestreo de tensión introducido desde la unidad de módulo de muestreo;
 10 **caracterizado por** una unidad (30) de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiples configurado para calcular y sacar un segundo desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple, según el valor de muestreo de tensión introducido desde la unidad de módulo de muestreo;
 una unidad (40) de desplazamiento de ángulo configurada para seleccionar y sacar uno entre el primer desplazamiento de ángulo y el segundo desplazamiento de ángulo cuyo valor absoluto sea menor como una compensación del ángulo seleccionada, según el primer desplazamiento de ángulo y el segundo desplazamiento de ángulo introducida a ella;
 15 una unidad (50) que calcula y saca la frecuencia de muestreo configurada para calcular una frecuencia de muestreo según la compensación de ángulo seleccionada introducida a ella, y para sacar la frecuencia de muestreo a la unidad (10) de módulo de muestreo como una nueva frecuencia de muestreo; y
 20 una unidad (60) que calcula y saca el valor de medición de frecuencia configurada para calcular y sacar un valor de frecuencia de muestreo según la compensación de ángulo seleccionada introducida a ella.

2. El dispositivo de medición de frecuencias según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la unidad (20) de cálculo de desplazamiento de ángulo basada en la DFT de ciclo único incluye:

25 una unidad (201) de DFT de ciclo único configurada para realizar el proceso de la DFT en un valor de muestreo de tensión de ciclo único introducido a ella y para sacar un primer ángulo de fase de tensión; y
 una unidad (202) de cálculo de primer desplazamiento de ángulo configurada para calcular y sacar una primera compensación de ángulo como el primer desplazamiento de ángulo, según la primera fase de ángulo de tensión, y la unidad (30) de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple incluye:
 30 una unidad (301) de ventana configurada para interceptar y sacar el valor de muestreo de tensión de ciclos múltiples a través de una función de ventana;
 35 una unidad (302) de la DFT de ciclo múltiple configurada para realizar el proceso de la DFT en el valor de muestreo de tensión de los múltiples ciclos introducidos en ella, y para calcular y sacar un segundo ángulo de fase de tensión; y
 una unidad (303) de cálculo del segundo desplazamiento de ángulo configurada para calcular y sacar una segunda compensación de ángulo como el segundo desplazamiento de ángulo, según la segunda fase de ángulo de tensión.
 40

3. El dispositivo de medición de frecuencias según la reivindicación 2, **caracterizado por que** la función de ventana es una función de ventana de Hamming, y el número de los múltiples ciclos es desde uno a diez y puede ser ajustado dependiendo de los requisitos de la aplicación.

45 4. El dispositivo de medición de frecuencias según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la unidad (50) que calcula y saca frecuencia de muestreo incluye:

50 una unidad (501) de cálculo de desplazamiento de frecuencia;
 un primer multiplicador (502);
 una unidad (503) de cálculo del valor de frecuencia de referencia de muestreo; y
 un segundo multiplicador (504),
 la unidad (501) de cálculo de desplazamiento de frecuencia está configurada para calcular y sacar una compensación de frecuencia según la compensación de ángulo seleccionada introducida a ella, el primer multiplicador (502) está configurado para multiplicar la compensación de frecuencia por un primer coeficiente y sacar un primer resultado a la unidad (503) de compensación de valor de frecuencia de referencia de muestreo, la unidad (503) de compensación de valor de frecuencia de referencia de muestreo está configurada para calcular y sacar un valor de frecuencia de referencia de muestreo según el primer resultado introducido a ella, el segundo multiplicador (504) está configurado para multiplicar el valor de la frecuencia de referencia de muestreo por un entero, para generar una nueva frecuencia de muestreo y sacar la nueva frecuencia de muestreo a la unidad (10) del módulo de muestreo para ajustar la frecuencia de muestreo, y
 55
 60

la unidad (60) que calcula y saca el valor de medición de frecuencia incluye:

65 un tercer multiplicador (601); y
 una unidad (602) de cálculo del valor de medición de frecuencia,

el tercer multiplicador (601) está configurado para multiplicar la compensación de la frecuencia por un segundo coeficiente y sacar un segundo resultado a la unidad (602) de cálculo del valor de medición de frecuencia,

5 y la unidad (602) de cálculo del valor de medición de frecuencia está configurada para calcular y sacar el valor de medición de frecuencia según el segundo resultado.

5. El dispositivo de medición de frecuencias según la reivindicación 4, **caracterizado por que**

10 un proceso de iteración que incluye procesos desde la unidad (10) del módulo de muestreo a la unidad (50) que calcula y saca la frecuencia de muestreo y el proceso de sacar la nueva frecuencia de muestreo a la unidad (10) del módulo de muestreo es realizado cada intervalo de operación especificado, y el intervalo de operación es configurado por una aplicación específica, el primer coeficiente es de un valor mayor que 0 y menor que 1, y el segundo coeficiente es 1.

15 6. Un método de medición de frecuencias que comprende:

un paso (S10) de muestreo de introducir una tensión a ser muestreada y una frecuencia de muestreo a un módulo de muestreo y sacar un valor de muestreo de tensión;

20 un paso (S20) de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la Transformada de Fourier Discreta DFT de ciclo único que calcula y saca un primer desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo único, según el valor de muestreo de tensión introducido desde el paso (S10) de muestreo; **caracterizado por**

un paso (S30) de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple que calcula y saca un segundo desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo múltiple, según el valor de muestreo de tensión introducido desde el paso (S10) de muestreo;

25 un paso (S40) que selecciona el desplazamiento de ángulo que selecciona y saca uno entre el primer desplazamiento de ángulo y el segundo desplazamiento de ángulo cuyo valor absoluto sea menor como una compensación de ángulo seleccionada, según el primer y segundo desplazamientos de ángulos;

un paso (S50) que calcula y saca la frecuencia de muestreo que calcula una frecuencia de muestreo según la compensación de ángulo seleccionada introducida, y saca la frecuencia de muestreo al módulo de muestreo

30 como la nueva frecuencia de muestreo; y

un paso (S60) que calcula y saca un valor de medición de frecuencia que calcula y saca un valor de medición de frecuencia según la compensación de ángulo seleccionada.

35 7. El método de medición de frecuencia según la reivindicación 6, **caracterizado por que** el paso (S20) de cálculo de desplazamiento de ángulo basado en la DFT de ciclo único incluye:

un paso (S201) de DFT de ciclo único que realiza el proceso de la DFT en el valor de muestreo de tensión introducido de ciclo único y saca un primer ángulo de fase de tensión;

40 un paso (S202) de cálculo del primer desplazamiento de ángulo que calcula y saca una primera compensación de ángulo como el primer desplazamiento de ángulo, según la primera fase de ángulo de tensión, y el paso (S30) de cálculo del desplazamiento de ángulo basado en el paso de la DFT de ciclo múltiple incluye:

un paso (S301) de enventanado para interceptar y sacar el valor de muestreo de la tensión de

45 múltiples ciclos a través de una función de ventana;

un paso (S302) de DFT de ciclo múltiple que realiza el proceso de la DFT en los valores de muestreo de la tensión de entrada de los múltiples ciclos, y calcula y saca un segundo ángulo de fase de tensión;

un paso (S303) de cálculo del segundo desplazamiento de ángulo que calcula y saca una segunda

50 compensación de ángulo como el segundo desplazamiento de ángulo, según el segundo ángulo de fase de la tensión.

8. El método de medición de frecuencias según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la función de ventana es una función de ventana de Hamming, y el número de los múltiples ciclos es desde uno a diez y puede ser ajustado dependiendo de los requisitos de la aplicación.

55 9. El método de medición de frecuencias según la reivindicación 6, **caracterizado por que** el paso (S59) que calcula y saca la frecuencia de muestreo incluye:

un paso (S501) de cálculo de desplazamiento de frecuencia;

60 un paso (S502) de una primera multiplicación;

un paso (S503) de cálculo del valor de frecuencia de referencia de muestreo; y

un paso (S504) de una segunda multiplicación;

en el paso (S501) de cálculo de desplazamiento de la frecuencia, una compensación de frecuencia es calculada y sacada según la compensación de ángulo seleccionada introducida, en el paso (S502) de la primera multiplicación, la compensación de la frecuencia es multiplicada por un primer coeficiente y

65 un primer resultado es sacado al paso (S503) de cálculo del valor de frecuencia de referencia de

muestreo, en el paso (S503) de cálculo del valor de frecuencia de referencia de muestreo, un valor de frecuencia de referencia de muestreo es calculado y sacado según el primer resultado introducido, y en el paso (S504) de la segunda multiplicación, el valor de la frecuencia de referencia de muestreo es multiplicado por un entero, y una nueva frecuencia de muestreo es generada y sacada al módulo de muestreo para ajustar la frecuencia de muestreo, y

5

el paso (S60) que calcula y saca el valor de la medición de la frecuencia incluye:

un paso (S601) de una tercera multiplicación; y
un paso (S602) que calcula el valor de la medición de la frecuencia,
en el paso (S601) de la tercera multiplicación, la compensación de frecuencia es multiplicada por un segundo coeficiente, y un segundo resultado es sacado al paso (S602) de cálculo del valor de la medición de frecuencia, y en el paso (S602) de cálculo del valor de la medición de frecuencia, el valor de la medición de frecuencia es calculado y sacado según el resultado de control.

10

15

10. El método de medición de frecuencias según la reivindicación 9, **caracterizado por que** el primer coeficiente es de un valor mayor que 0 y menor que 1, y el segundo coeficiente es 1.

20

11. El método de medición de frecuencias según la reivindicación 6, **caracterizado por que** un proceso de iteración desde el paso de muestreo al paso de calcular y sacar la frecuencia de muestreo es realizado cada intervalo de operación especificado, y el intervalo de operación es ajustado por una aplicación específica.

25

12. Un dispositivo de protección de carga de subfrecuencias, **caracterizado por** comprender el dispositivo de medición de frecuencias según cualquiera de las reivindicaciones 1-5.

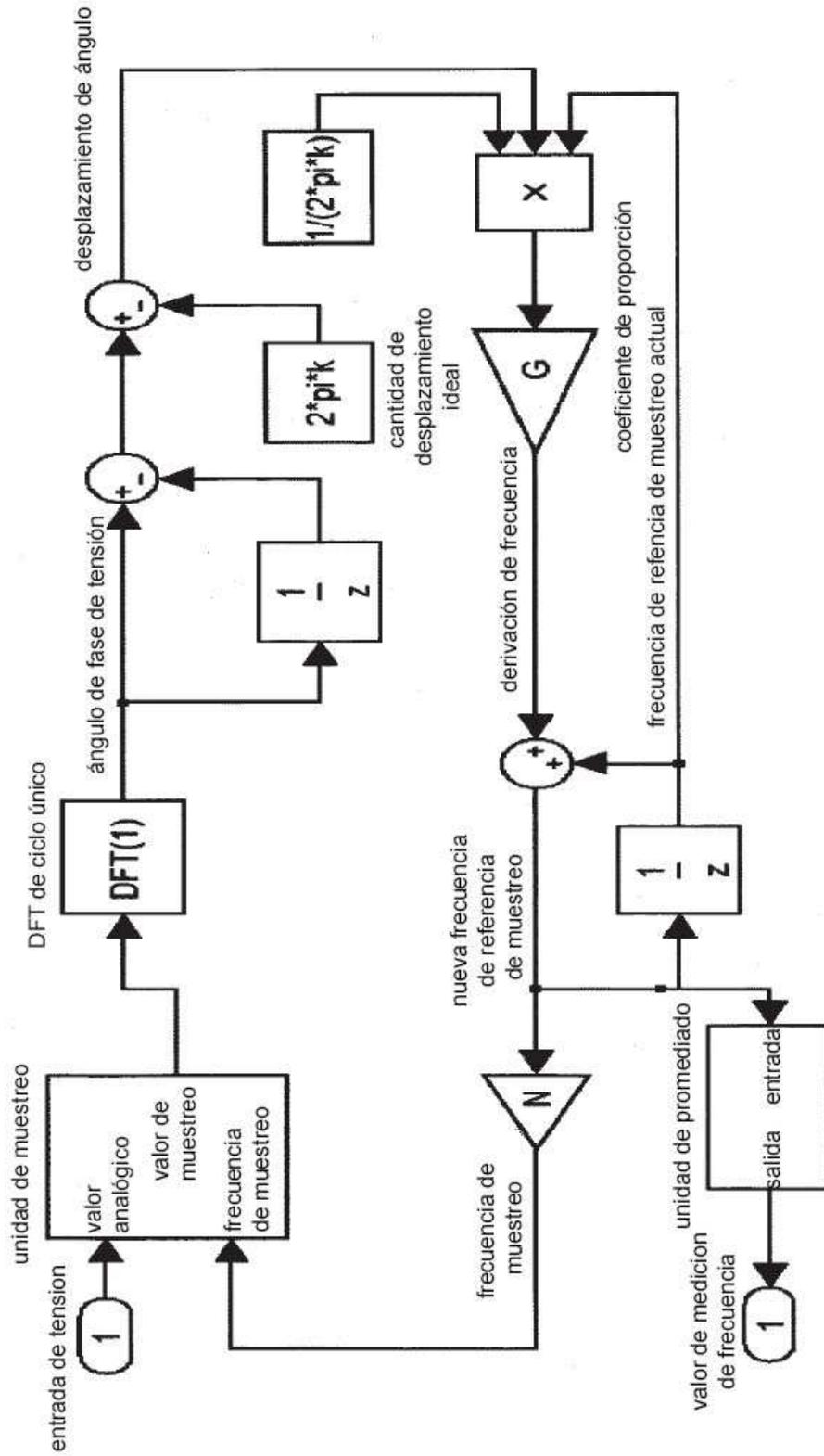


FIG.1

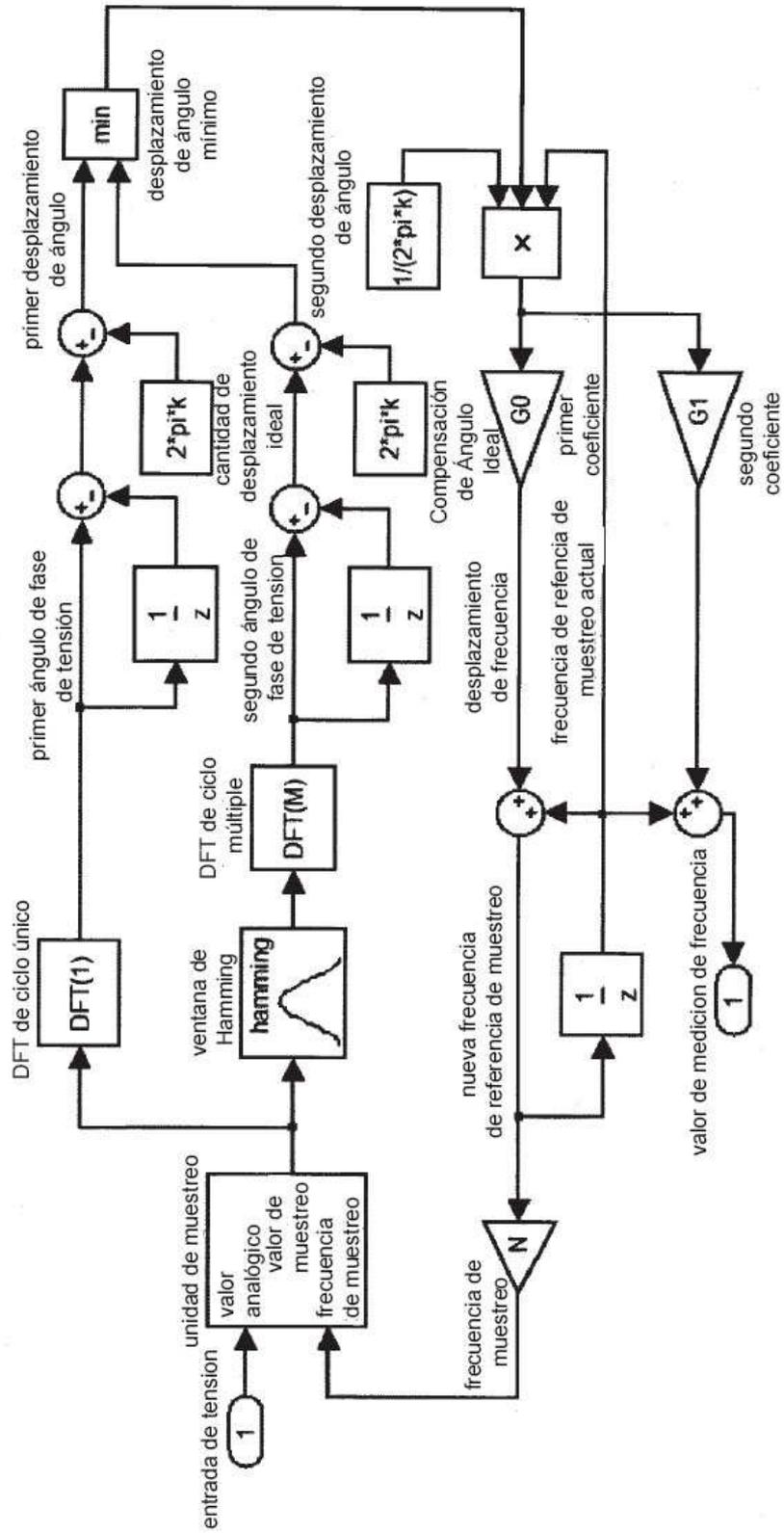


FIG.2

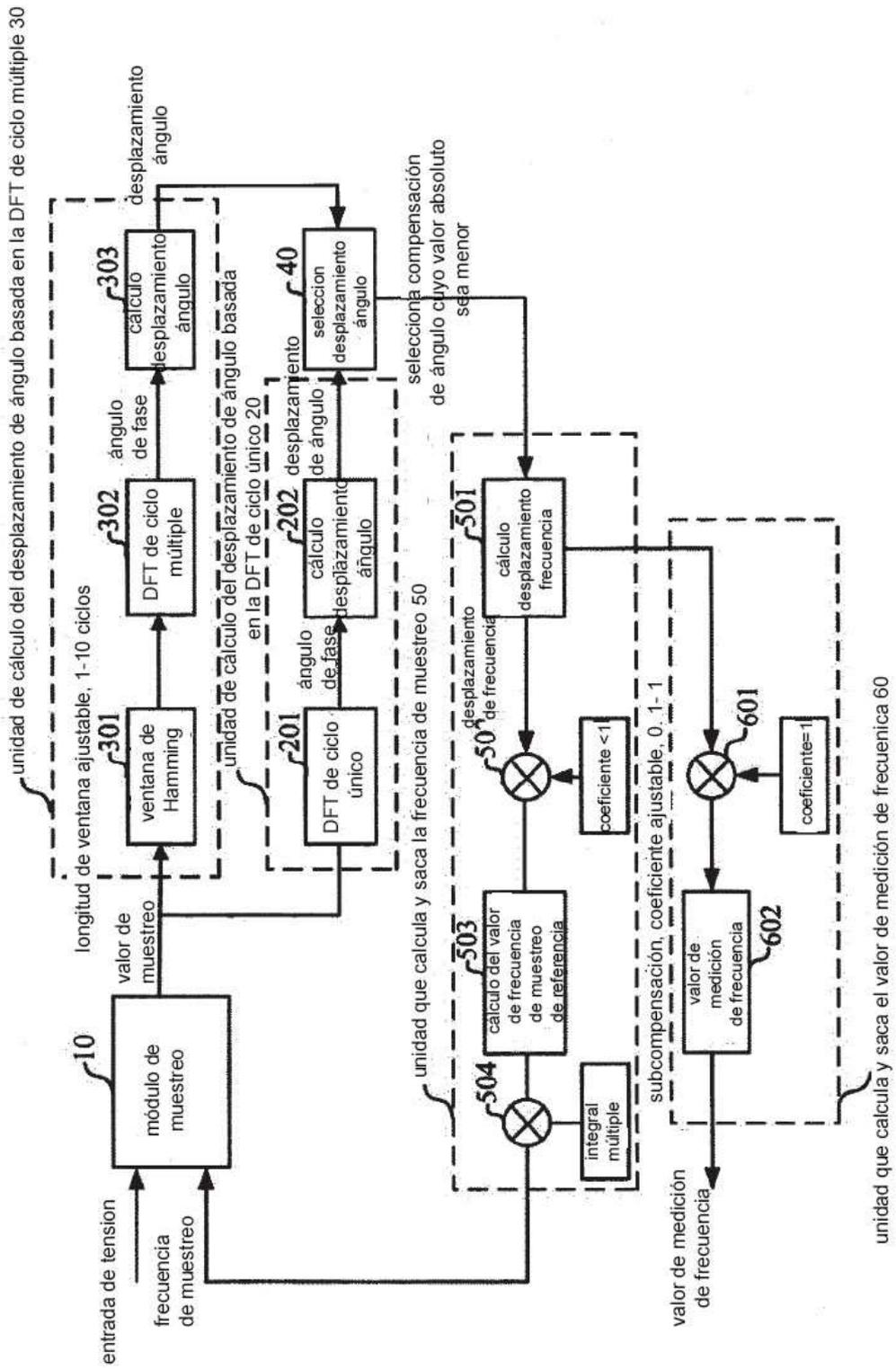


FIG.3

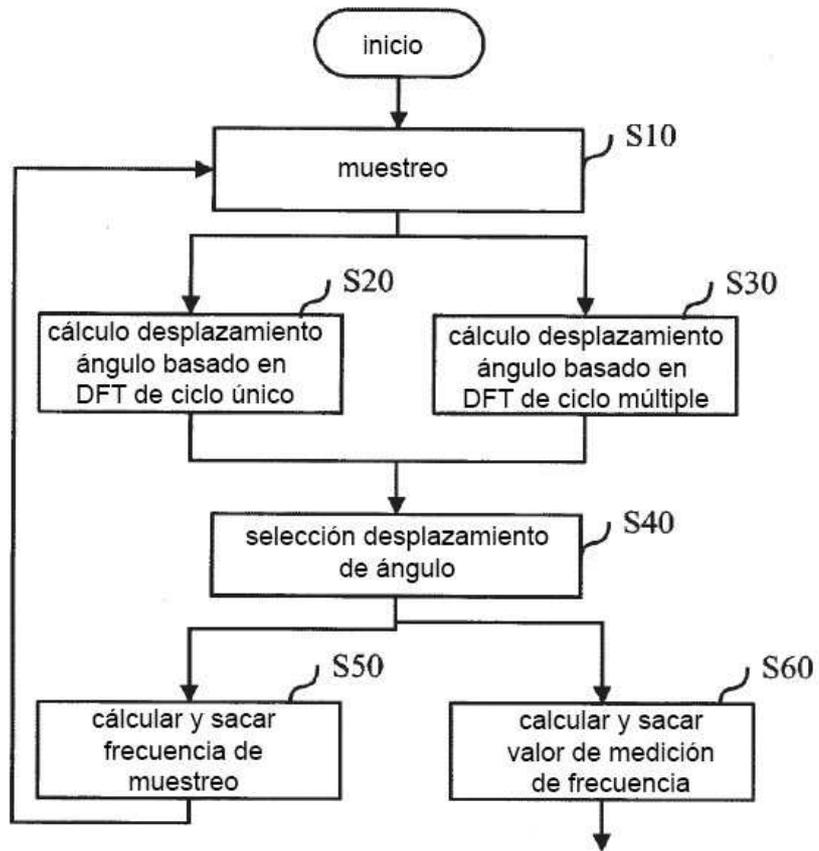


FIG.4

S20

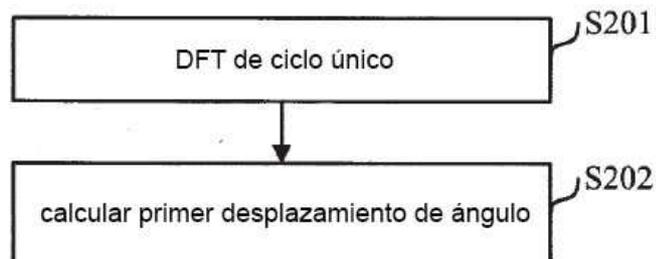


FIG.5

S30

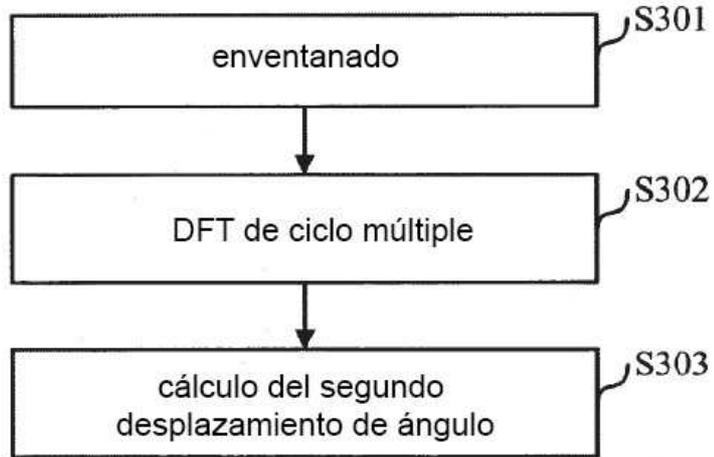


FIG.6

S50

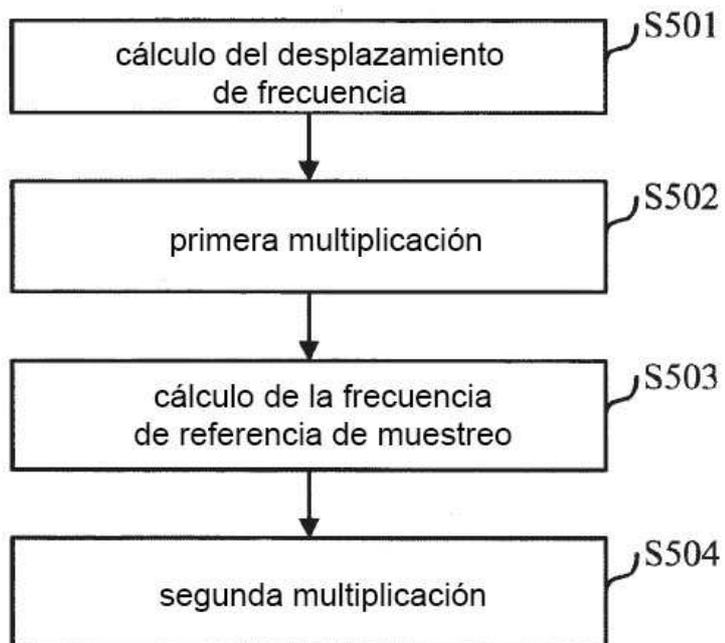


FIG.7

S60

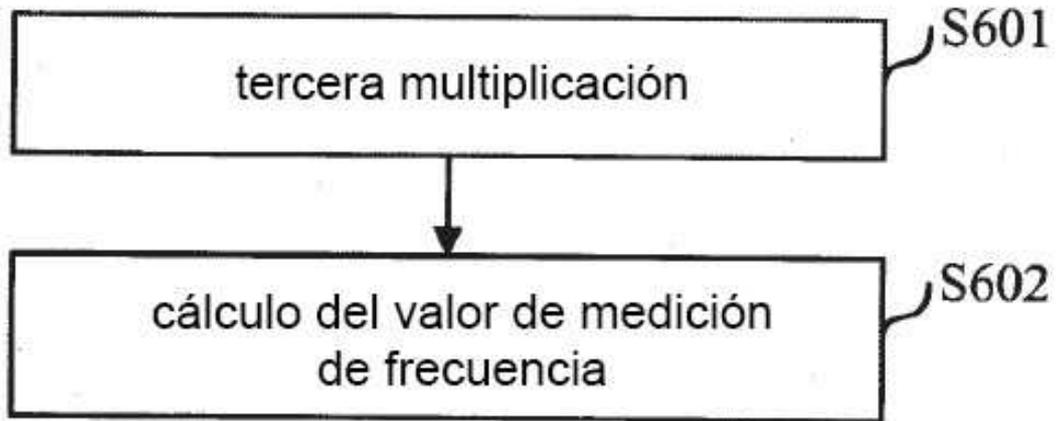


FIG.8