

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 342 144**

21 Número de solicitud: 200901595

51 Int. Cl.:  
**G01R 21/06** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación: **09.07.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **01.07.2010**

Fecha de la concesión: **04.05.2011**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:  
**18.04.2011**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **16.05.2011**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**16.05.2011**

73 Titular/es: **Universidad Politécnica de Valencia  
CTT-Edificio 6G  
Camino de Vera, s/n  
46022 Valencia, ES**

72 Inventor/es: **León Martínez, Vicente y  
Montañana Romeu, Joaquín**

74 Agente: **Martín Santos, Victoria Sofía**

54 Título: **Procedimiento y sistema para la medida de la potencia reactiva tradicional en cualquier régimen de funcionamiento de redes eléctricas trifásicas.**

57 Resumen:

Procedimiento y sistema para la medida de la potencia reactiva tradicional en cualquier régimen de funcionamiento de redes eléctricas trifásicas.

El objeto principal de la presente invención es un procedimiento para calcular la potencia reactiva tradicional en redes trifásicas con mala calidad en el suministro, y particularmente para cuantificar qué parte de la potencia reactiva es debida a las reactancias y qué parte debida a los desequilibrios comprendiendo las etapas de obtener los componentes de frecuencia fundamental de las tensiones y corrientes instantáneas de cada fase obtener los fasores temporales de la componente estacionaria de frecuencia fundamental de la tensión y la intensidad de la red trifásica, obtener las intensidades reactivas de cada fase, descomponer las intensidades reactivas de cada fase en:  
- Intensidad reactiva debida a reactancias: Intensidad reactiva debida a los desequilibrios, a continuación obtener la potencia reactiva debida a las reactancias y la debida a los desequilibrios.

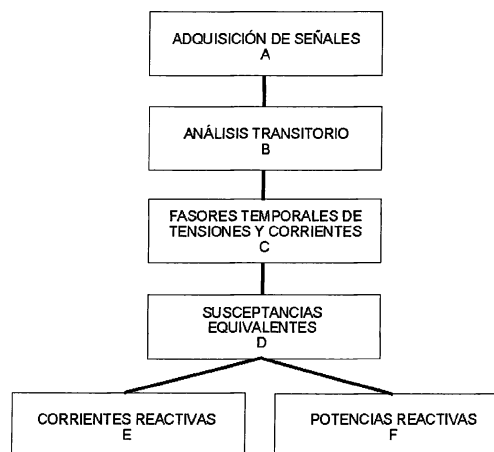


Figura 1

ES 2 342 144 B2

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema para la medida de la potencia reactiva tradicional en cualquier régimen de funcionamiento de redes eléctricas trifásicas.

5 **Objeto de la invención**

10 El objeto principal de la presente invención es un procedimiento para la medida la potencia reactiva en cualquier régimen de funcionamiento, permanente o transitorio, de las redes eléctricas trifásicas, atendiendo a la definición tradicional de esta magnitud y, particularmente, proporcionando por separado el valor de la potencia reactiva debida a las reactancias y el valor de la potencia reactiva originada por los desequilibrios.

15 **Antecedentes de la invención**

15 Dos definiciones de potencia reactiva en redes eléctricas trifásicas son admitidas actualmente por la Comunidad Científica. Una, que se establece como consecuencia de los desfases entre las tensiones y corrientes de las fases del sistema, es la potencia reactiva conocida tradicionalmente. La otra tiene su origen en el desfase existente entre las componentes de secuencia directa y frecuencia fundamental (50 ó 60 Hz) de las tensiones y corrientes de las fases. Ambas definiciones de potencia reactiva están recogidas por las principales teorías, normas y reglamentos. Los autores de la presente patente establecieron previamente un procedimiento y sistema de medida de esta última potencia reactiva en redes trifásicas perturbadas, en cuya formulación por primera vez se separaban los efectos de las reactancias de los efectos de las perturbaciones transitorias. Recientemente, L.S. Czarnecki dio a conocer una formulación de la potencia reactiva tradicional, en la que se expresaban por separado los efectos de las reactancias y de los desequilibrios. La formulación de la potencia reactiva tradicional presentada por Czarnecki tiene, a nuestro juicio, dos importantes inconvenientes: el primero es que en la obtención de las expresiones de la potencia reactiva y de sus componentes (debida a las reactancias y debida a los desequilibrios) impone la condición de que las tensiones de las fases no tengan componente de secuencia homopolar; el segundo inconveniente consiste en que el modelo propuesto por Czarnecki sólo puede ser aplicado a redes trifásicas a tres hilos, sin conductor neutro. Este último inconveniente restringe muy considerablemente el campo de aplicación de la potencia reactiva de Czarnecki, ya que la distribución de energía eléctrica en baja tensión se realiza fundamentalmente con neutro; mientras que el primer inconveniente introduce errores en la medida de la potencia reactiva, ya que Czarnecki no la mide en las condiciones reales de calidad en el suministro, sino en unas impuestas a conveniencia. El procedimiento y sistema de medida de la potencia reactiva tradicional que es objeto de la presente patente se basa en una formulación de la potencia reactiva que utiliza las tensiones del sistema real y puede ser aplicado a redes eléctricas trifásicas tanto a tres como a cuatro hilos. Asimismo, la potencia reactiva tradicional se descompone en la potencia reactiva debida a las reactancias y la potencia reactiva causada por los desequilibrios, siendo sus expresiones aplicables a cualquier régimen de funcionamiento de los sistemas eléctricos: permanente y transitorio.

40 **Descripción de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento y sistema de medida de la potencia reactiva tradicional que cuantifica por separado los efectos de los fenómenos reactivos causados por las reactancias de aquellos originados por la mala calidad en el suministro, causada por los desequilibrios, en cualquier régimen de funcionamiento, permanente o transitorio, de las redes eléctricas trifásicas.

50 Entendemos por mala calidad en el suministro causada por los desequilibrios en las redes eléctricas a aquellas condiciones en las que el suministro de energía eléctrica a los receptores se realiza con tensiones de alimentación desequilibradas tanto en el funcionamiento normal de operación o régimen permanente (estacionario) como en presencia de un proceso transitorio. El fenómeno del desequilibrio se presenta a la frecuencia fundamental (50 ó 60 Hz); cualquier diferencia entre los valores eficaces o entre los argumentos de las tensiones de las fases respecto de las condiciones de equilibrio a frecuencia distinta de la fundamental debe ser considerada perteneciente al fenómeno de la distorsión.

55 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se describe un procedimiento para el cálculo de la potencia reactiva tradicional y sus componentes en redes trifásicas para cualquier régimen de funcionamiento, que comprende las siguientes operaciones:

60 1) Obtener las transformadas de Laplace de las componentes de frecuencia fundamental de las tensiones y corrientes de las fases ( $z = A, B, C$ ) de la red eléctrica trifásica,  $V_{1z}(s)$  e  $I_{1z}(s)$ .

65 Para ello, se utilizan las muestras registradas de tensión e intensidad de las fases de la red eléctrica, eliminando sus componentes de frecuencia no fundamental. El subíndice "1" es utilizado en el presente documento para identificar a la componente de frecuencia fundamental y "s" es la frecuencia compleja.

## ES 2 342 144 B2

2) Determinar los fasores temporales de las corrientes reactivas de cada fase del sistema ( $\bar{I}_{r1z}$ ), que son aquellas proporcionales y desfasadas 90° respecto de sus respectivas tensiones de fase ( $\bar{V}_{1z}$ )

$$\bar{I}_{r1z} = \bar{B}_d \cdot \bar{V}_{1z}$$

Estas corrientes reactivas son las componentes estacionarias de frecuencia fundamental que transfieren la totalidad de la potencia reactiva absorbida por los receptores y circulan por la susceptancia equivalente de dichos receptores con mala calidad en el suministro ( $\bar{B}_d$ ).

3) Descomponer las corrientes reactivas de cada fase como suma fasorial de las corrientes reactivas debidas a las reactancias y a la mala calidad en el suministro:

$$\bar{I}_{r1z} = \bar{I}_{rr1z} + \bar{I}_{ru1z}$$

en función de la susceptancia equivalente de los receptores con tensiones equilibradas ( $\bar{B}_e$ ) y la susceptancia equivalente de los receptores causada por los desequilibrios de tensiones ( $\bar{B}_u$ ),

- Corriente reactiva debida a las reactancias,

$$\bar{I}_{rr1z} = \bar{B}_e \cdot \bar{V}_{1z}$$

- Corriente reactiva debida a los desequilibrios de tensiones,

$$\bar{I}_{ru1z} = \bar{B}_u \cdot \bar{V}_{1z}$$

En una realización preferida de la invención, se obtiene la susceptancia equivalente de los receptores con tensiones equilibradas,  $\bar{B}_e$ , y la susceptancia equivalente debida a los desequilibrios de tensiones,  $\bar{B}_u$ , a partir de las susceptancias de cada fase,  $\bar{B}_z$ , obtenidas de la expresión de la admitancia compleja,  $\bar{Y}_z$ , de cada fase ( $z = A, B, C$ ) a la frecuencia fundamental según la expresión, en función de las componentes estacionarias, de frecuencia fundamental, de la tensión ( $\bar{V}_{1z}$ ) y de la intensidad ( $\bar{I}_{1z}$ ) de cada fase:

$$\bar{Y}_z = \frac{\bar{I}_{1z}}{\bar{V}_{1z}} = G_z + \bar{B}_z$$

La conductancia de cada fase,  $G_z$ , no interviene en el cálculo de las potencias reactivas, mientras que de las susceptancias de cada fase del receptor,  $\bar{B}_z$ , se obtiene la susceptancia equivalente del receptor con tensiones equilibradas,  $\bar{B}_e$ , como:

$$\bar{B}_e = \frac{1}{3} \sum_{z=A,B,C} \bar{B}_z$$

La susceptancia equivalente causada por los desequilibrios de tensiones,  $\bar{B}_u$ , se obtiene por la expresión:

$$\bar{B}_u = \frac{V_{1A}^2}{3V^2} (2\bar{B}_A - \bar{B}_B - \bar{B}_C) + \frac{V_{1B}^2}{3V^2} (-\bar{B}_A + 2\bar{B}_B - \bar{B}_C) + \frac{V_{1C}^2}{3V^2} (-\bar{B}_A - \bar{B}_B + 2\bar{B}_C)$$

## ES 2 342 144 B2

en función de los valores eficaces de las componentes estacionarias de frecuencia fundamental de las tensiones de las fases,  $V_{1z}$  ( $z = A, B, C$ ), de las susceptancias de las fases,  $\bar{B}_z$ , y del valor eficaz de la tensión del sistema,

$$V = \sqrt{\sum_{z=A,B,C} V_{1z}^2}$$

Y la susceptancia equivalente de los receptores con mala calidad en el suministro,  $\bar{B}_d$ :

$$\bar{B}_d = \bar{B}_e + \bar{B}_u$$

4) Obtener la potencia reactiva ( $\bar{Q}$ ) y sus componentes, debida a las reactancias ( $\bar{Q}_r$ ) y debida a los desequilibrios ( $\bar{Q}_u$ ).

En otra realización preferida más de la invención, las potencias reactivas se obtienen a partir de los conjugados de las susceptancias equivalentes del receptor ( $\bar{B}_d^*$ ,  $\bar{B}_e^*$ ,  $\bar{B}_u^*$ ) y del valor eficaz de la tensión del sistema ( $V$ ), de acuerdo con las expresiones:

- Potencia reactiva ( $\bar{Q}$ ):

$$\bar{Q} = \bar{B}_d^* \cdot V^2 = \bar{Q}_r + \bar{Q}_u$$

- Potencia reactiva debida a las reactancias ( $\bar{Q}_r$ ):

$$\bar{Q}_r = \bar{B}_e^* \cdot V^2$$

- Potencia reactiva debida a los desequilibrios ( $\bar{Q}_u$ ):

$$\bar{Q}_u = \bar{B}_u^* \cdot V^2$$

En una realización particular de la invención, el procedimiento comprende además las siguientes operaciones previas, que sirven para obtener los fasores temporales  $\bar{V}_{1z}$  e  $\bar{I}_{1z}$  de la componente estacionaria de frecuencia fundamental de la tensión y la intensidad de las fases de la red trifásica:

a) Muestrear la tensión y la intensidad de la red trifásica.

Se realiza un muestreo de las señales analógicas de tensión e intensidad de cada fase de la red trifásica.

b) Realizar un filtrado sintonizado a la frecuencia fundamental.

A continuación, se realiza un filtrado sintonizado a la frecuencia fundamental, normalmente 50 Hz ó 60 Hz. En realizaciones preferentes de la invención, el dispositivo de filtrado es un filtro paso bajo de tipo FIR, IIR o cualquier otro tipo de filtro digital. El objeto del filtrado es dejar pasar solamente la señal muestreada a la frecuencia fundamental, eliminando los armónicos.

c) Aplicar la transformada de Laplace en tiempo discreto (FFFT), obteniendo  $V_{1z}(s)$  e  $I_{1z}(s)$ .

d) Aplicar la antitransformada de Laplace, por Heaviside, a  $V_{1z}(s)$  e  $I_{1z}(s)$ , obteniendo los valores instantáneos de las componentes estacionarias de las tensiones e intensidades de las fases ( $z = A, B, C$ ) a la frecuencia fundamental  $v_{1z}(t)$  e  $i_{1z}(t)$ .

e) Obtener los fasores temporales de las componentes estacionarias de frecuencia fundamental de las tensiones e intensidades de las fases,  $\bar{V}_{1z}$  e  $\bar{I}_{1z}$ , a partir de sus valores instantáneos obtenidos en la operación anterior.

## ES 2 342 144 B2

Esta operación sirve para obtener la admitancia compleja de las fases,  $\bar{Y}_z$  ( $z = A, B, C$ ), para la frecuencia fundamental, mediante la expresión  $\bar{Y}_z = \frac{\bar{I}_{1z}}{\bar{V}_{1z}} = G_z + \bar{B}_z$ , a partir de la cual se obtienen la susceptancias complejas de

5 cada fase del receptor,  $\bar{B}_z$ , y de estas últimas se determinan la susceptancia equivalente del receptor con tensiones equilibradas,  $\bar{B}_e$ , la susceptancia equivalente debida a los desequilibrios de tensiones,  $\bar{B}_u$  y la susceptancia equivalente de los receptores con mala calidad en el suministro,  $\bar{B}_d$ .

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se describe también un sistema para el cálculo de la potencia reactiva en redes trifásicas con mala calidad en el suministro que comprende los siguientes medios:

1) Un medio de adquisición de datos, que adquiere muestras de la tensión e intensidad de la red trifásica desequilibrada. El medio de adquisición de datos puede ser cualquiera que sea capaz de obtener muestras de la tensión e intensidad de la red trifásica a una frecuencia suficientemente alta. En una realización particular de la invención, el medio de adquisición de datos comprende:

a) Transductores de medida de tensión e intensidad conectados a la red trifásica desequilibrada, que mide valores instantáneos de dichas señales eléctricas. En una realización preferida de la invención, se trata de transductores de doble núcleo con tecnología Fluxgate de bucle cerrado con salidas aisladas y alta exactitud y linealidad.

b) Un dispositivo de adquisición de alta velocidad, conectado a dichos transductores, que convierte los valores instantáneos de tensión e intensidad en una serie de muestras discretas y sin desfase entre canales. Preferentemente, el dispositivo de adquisición de alta velocidad tiene una frecuencia de muestreo de al menos 500 kS por canal, de forma simultánea y memoria FIFO integrada.

2) Un medio de análisis, conectado al medio de adquisición de datos, que recibe las muestras de la tensión e intensidad de la red trifásica y calcula la potencia reactiva tradicional y sus componentes: la potencia reactiva debida a las reactancias y la potencia reactiva debida a los desequilibrios. El medio de análisis puede ser cualquiera capaz de efectuar las operaciones descritas en el procedimiento anterior, de modo que se obtienen las intensidades reactivas debidas a las reactancias y a los desequilibrios. Preferentemente, se trata de un PC, un microcontrolador, un microprocesador, una DSP, una FPGA o un ASIC, y más preferentemente un híbrido entre DSP y procesador.

3) Un medio de visualización, conectado al medio de análisis, que muestra los resultados obtenidos en la operación anterior. El medio de visualización puede ser cualquiera mediante el cual se pueda comunicar a un usuario los resultados relativos a la potencia reactiva y sus componentes: debida a las reactancias y a los desequilibrios. En particular, en realizaciones preferidas de la invención se trata de una pantalla táctil, una pantalla TFT, una pantalla LCD o un conjunto de LEDs.

### Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra un diagrama de flujo que muestra las operaciones del procedimiento de acuerdo con una realización preferida de la invención.

Figura 2.- Muestra las partes que componen el sistema de acuerdo con otra realización preferida de la invención.

### Realización preferente de la invención

Como se muestra en las figuras, una posible realización del procedimiento para la medida de la potencia reactiva en sistemas trifásicos perturbados objeto de la presente invención, comprende las siguientes operaciones:

- Adquisición de señales eléctricas (A) procedentes del medio de adquisición de datos (2) mostrado en la figura 2, del que se obtienen N muestras de tensiones y corrientes de cada fase de la red trifásica, cuyo número depende de la frecuencia de muestreo,  $f_m$ . Tras un filtrado digital de dichas muestras mediante un filtro digital paso bajo FIR o IIR, se generan dos matrices,  $v_1(n)$  e  $i_1(n)$ , formadas por las N muestras de tensiones y corrientes de cada fase correspondientes a la frecuencia fundamental (50 Hz ó 60 Hz).

- Análisis transitorio (B), por aplicación de transformadas de Laplace sobre las matrices de muestras de tensiones y corrientes de frecuencia fundamental, del que se obtienen los valores frecuenciales  $V_{1z}(s)$  e  $I_{1z}(s)$  de cada fase.

## ES 2 342 144 B2

- Tras aplicar antitransformadas de Laplace, se obtienen los valores instantáneos de las tensiones y corrientes de frecuencia fundamental y se separan sus componentes natural y estacionaria. De esta última componente quedan definidos los fasores temporales (C) de frecuencia fundamental de las tensiones y corrientes de las fases  $[(\bar{V}_{1A}, \bar{V}_{1B}, \bar{V}_{1C}), (\bar{I}_{1A}, \bar{I}_{1B}, \bar{I}_{1C})]$ .

- Con estos valores de tensiones y corrientes se calculan las admitancias complejas de cada fase de los receptores a la frecuencia fundamental:

$$\bar{Y}_z = \frac{\bar{I}_{1z}}{\bar{V}_{1z}} = G_z + \bar{B}_z$$

De las susceptancias de cada fase del receptor,  $\bar{B}_z$ , se obtiene (D) la susceptancia equivalente del receptor con tensiones equilibradas,  $\bar{B}_e$ , como:

$$\bar{B}_e = \frac{1}{3} \sum_{z=A,B,C} \bar{B}_z$$

La susceptancia equivalente del receptor causada por los desequilibrios de tensiones,  $\bar{B}_u$ , se obtiene por la expresión:

$$\bar{B}_u = \frac{V_{1A}^2}{3V^2} (2\bar{B}_A - \bar{B}_B - \bar{B}_C) + \frac{V_{1B}^2}{3V^2} (-\bar{B}_A + 2\bar{B}_B - \bar{B}_C) + \frac{V_{1C}^2}{3V^2} (-\bar{B}_A - \bar{B}_B + 2\bar{B}_C)$$

en función de los valores eficaces de las componentes estacionarias de frecuencia fundamental de las tensiones de las fases,  $V_{1z}$  ( $z = A, B, C$ ), de las susceptancias de las fases,  $\bar{B}_z$ , y del valor eficaz de la tensión del sistema,

$$V = \sqrt{\sum_{z=A,B,C} V_{1z}^2}$$

Y la susceptancia equivalente de los receptores con mala calidad en el suministro,  $\bar{B}_d$ :

$$\bar{B}_d = \bar{B}_e + \bar{B}_u$$

- Se obtiene las corrientes reactivas (E) de cada fase,  $\bar{I}_{r1z}$ , como aquellas de frecuencia fundamental, que están desfasadas  $90^\circ$  respecto de las tensiones fundamentales de cada fase,  $\bar{V}_{1z}$ , y verifican

$$\bar{I}_{r1z} = \bar{B}_d \cdot \bar{V}_{1z}$$

Posteriormente, esta corriente reactiva se descompone en otras dos, que constituyen aportaciones fundamentales de la presente patente:

i) la corriente reactiva debida a las reactancias ( $\bar{I}_{r1z}$ ),

$$\bar{I}_{r1z} = \bar{B}_e \cdot \bar{V}_{1z}$$

ii) la corriente reactiva debida a los desequilibrios ( $\bar{I}_{ru1z}$ ),

$$\bar{I}_{ru1z} = \bar{B}_u \cdot \bar{V}_{1z}$$

## ES 2 342 144 B2

- A partir de los conjugados de las susceptancias equivalentes de los receptores ( $\overline{B}_d^*$ ,  $\overline{B}_e^*$ ,  $\overline{B}_u^*$ ) y del valor eficaz de la tensión del sistema ( $V$ ), se obtienen las potencias reactivas (F): del sistema ( $\overline{Q}$ ), debida a las reactancias ( $\overline{Q}_r$ ) y debidas a los desequilibrios ( $\overline{Q}_u$ ), expresadas como:

- Potencia reactiva ( $\overline{Q}$ ):

$$\overline{Q} = \overline{B}_d^* \cdot V^2 = \overline{Q}_r + \overline{Q}_u$$

- Potencia reactiva debida a las reactancias ( $\overline{Q}_r$ ):

$$\overline{Q}_r = \overline{B}_e^* \cdot V^2$$

- Potencia reactiva debida a los desequilibrios ( $\overline{Q}_u$ ):

$$\overline{Q}_u = \overline{B}_u^* \cdot V^2$$

- Los valores de las potencias reactivas se muestran en un sistema de visualización (8).

La Fig. 2, a su vez, muestra un esquema general de un sistema (1) para llevar a cabo el procedimiento de la Fig. 1. En ella, el medio de adquisición (2) comprende unos transductores de medida de exactitud (2a) y un dispositivo de adquisición de alta velocidad (2b). Las señales obtenidas por estos elementos se transmiten al medio de procesamiento (3), que en este ejemplo es un híbrido entre DSP y procesador. Además, en este ejemplo el sistema comprende un medio de almacenamiento (5) conectado al medio de procesamiento (3). Las operaciones del procedimiento descrito más arriba se efectúan en el medio de procesamiento, en este ejemplo de acuerdo con un programa de medida que comprende los siguientes módulos:

- Módulo de adquisición, encargado de adquirir muestras de tensión e intensidad, que se guardan en un vector para cada tensión e intensidad.

- Módulo de análisis, encargado de realizar el análisis transitorio y obtener finalmente las matrices, en valor eficaz y en fase, de las tensiones e intensidades, para la frecuencia fundamental, a partir de las muestras adquiridas en el módulo anterior; además se obtiene por integración numérica los valores eficaces de todas las tensiones e intensidades de cada una de las fases.

- Módulo de susceptancias, encargado de obtener los valores de las susceptancias de las fases del receptor, a partir de los valores obtenidos en el módulo anterior, así como las susceptancias equivalentes del receptor con tensiones equilibradas y desequilibradas.

- Módulo de corrientes reactivas, encargado de obtener las matrices de las corrientes reactivas de cada fase, en valor eficaz y en fase, partir de los valores obtenidos en los dos módulos anteriores.

- Módulo de potencias reactivas, encargado de obtener los valores de las potencias reactivas para cada tipo de topología del sistema eléctrico.

- Módulo de visualización, encargado de representar en pantalla la información gráfica y numérica de las potencias reactivas total, debida a las reactancias y debida a los desequilibrios, así como los valores de las tensiones e intensidades de las fases y las corrientes reactivas a la frecuencia fundamental.

Además, aunque las realizaciones de la invención descritas con referencia a los dibujos pueden incluir aparatos de ordenador y procedimientos ejecutados en tales equipos, la invención se extiende igualmente a los programas de ordenador, particularmente los programas de ordenador que se encuentran situados sobre o dentro de una portadora, adaptados para llevar a la práctica la invención. El programa puede tener la forma de código fuente, código objeto, una fuente intermedia de código y código objeto, por ejemplo, como en forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para uso en la puesta en práctica de los procesos según la invención. La portadora puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de soportar el programa.

Por ejemplo, la portadora podría incluir un medio de almacenamiento, por ejemplo, una memoria ROM, una memoria CD ROM o una memoria ROM de semiconductor, o un soporte de grabación magnética, por ejemplo, un disco flexible o un disco duro. Además, la portadora puede ser una portadora transmisible, por ejemplo, una señal eléctrica u óptica que podría transportarse a través de cable eléctrico u óptico, por radio o por cualesquiera otros medios.

## ES 2 342 144 B2

Cuando el programa va incorporado en una señal que puede ser transportada directamente por un cable u otro dispositivo o medio, la portadora puede estar constituida por dicho cable u otro dispositivo o medio.

5 Como variante, la portadora podría ser un circuito integrado en el que va incluido el programa, estando el circuito integrado adaptado para ejecutar, o para ser utilizado en la ejecución de los procesos correspondientes.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el cálculo de la potencia reactiva tradicional, considerada como los desfases entre las tensiones y corrientes de las fases del sistema, en una red trifásica con mala calidad en el suministro debido a los desequilibrios, **caracterizado** porque comprende las siguientes operaciones:

- obtener las componentes de frecuencia fundamental de las tensiones y corrientes instantáneas de cada fase (z= A, B, C),  $v_{1z}(t)$  e  $i_{1z}(t)$ , tras realizar un análisis transitorio, aplicando transformadas de Laplace en tiempo discreto (FFFT);
- a partir de estos valores instantáneos de tensiones y corrientes, obtener los fasores temporales de la componente estacionaria de frecuencia fundamental de la tensión y la intensidad de la red trifásica,  $\bar{V}_{1z}$  e  $\bar{I}_{1z}$ ;
- obtener las intensidades reactivas de cada fase ( $\bar{I}_{r1z}$ ) como la componente de la intensidades de las fases ( $\bar{I}_{1z}$ ) que es proporcional y están desfasadas 90° con las tensiones de cada fase ( $\bar{V}_{1z}$ );
- descomponer las intensidades reactivas de cada fase ( $\bar{I}_{r1z}$ ) en:

- Intensidad reactiva debida a reactancias:

$$\bar{I}_{r1z} = \bar{B}_e \cdot \bar{V}_{1z}$$

donde  $B_e$  es la susceptancia equivalente de los receptores con intensidades equilibradas

- Intensidad reactiva debida a los desequilibrios:

$$\bar{I}_{r1z} = \bar{B}_u \cdot \bar{V}_{1z}$$

donde  $B_u$  es la susceptancia equivalente de los receptores causada por los desequilibrios de tensiones

- obtener la potencia reactiva debida a las reactancias:

$$\bar{Q}_r = \bar{B}_e^* \cdot V^2$$

- obtener la potencia reactiva debida a los desequilibrios:

$$\bar{Q}_u = \bar{B}_u^* \cdot V^2$$

y en donde la susceptancia equivalente  $\bar{B}_e$  de los receptores con tensiones equilibradas se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\bar{B}_e = \frac{1}{3} \sum_{z=A,B,C} \bar{B}_z$$

y la susceptancia equivalente debida al desequilibrio de tensiones como:

$$\bar{B}_u = \frac{V_{1A}^2}{3V^2} (2\bar{B}_A - \bar{B}_B - \bar{B}_C) + \frac{V_{1B}^2}{3V^2} (-\bar{B}_A + 2\bar{B}_B - \bar{B}_C) + \frac{V_{1C}^2}{3V^2} (-\bar{B}_A - \bar{B}_B + 2\bar{B}_C)$$

## ES 2 342 144 B2

donde las susceptancias complejas de cada fase se obtienen como la parte imaginaria de la admitancia compleja de cada fase, utilizando la fórmula  $\bar{Y}_z = \frac{\bar{I}_{1z}}{\bar{V}_{1z}} = G_z + \bar{B}_z$  y el valor eficaz de la tensión del sistema:

5

$$V = \sqrt{\sum_{z=A,B,C} V_{1z}^2}$$

10

2. Procedimiento para el cálculo de la potencia reactiva en una red trifásica perturbada de acuerdo con la reivindicación 1, que para la obtención de los fasores temporales  $V_{1z}(s)$  e  $I_{1z}(s)$  de la componente estacionaria de la tensión e intensidad de las fases de red se realizan las siguientes etapas:

15

- muestrear la tensión y la intensidad de la red trifásica;

- realizar un filtrado sintonizado a la frecuencia fundamental;

20

- aplicar la transformada de Laplace en tiempo discreto (FFFT), obteniendo  $V_{1z}(s)$  e  $I_{1z}(s)$ ]

- aplicar la antitransformada de Laplace, por Heaviside, a  $V_{1z}(s)$  e  $I_{1z}(s)$ , obteniendo los valores instantáneos de las componentes estacionarias de las tensiones e intensidades de las fases a la frecuencia fundamental  $v_{1z}(t)$  e  $i_{1z}(t)$ ;

25

- obtener los fasores temporales  $\bar{V}_{1z}$  e  $\bar{I}_{1z}$  de las componentes estacionarias a partir de los valores instantáneos de las tensiones e intensidades a la frecuencia fundamental obtenidos en la operación anterior.

30

3. Procedimiento para el cálculo de la potencia reactiva en una red trifásica con mala calidad en el suministro debido al desequilibrio de tensiones de acuerdo con la reivindicación 2, donde el filtrado está basado en un filtro digital paso bajo FIR o IIR.

35

4. Programa de ordenador que comprende instrucciones de programa para hacer que un ordenador lleve a la práctica el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

5. Programa de ordenador según la reivindicación 4, incorporado en medios de almacenamiento.

40

6. Programa de ordenador según la reivindicación 4, soportado en una señal portadora.

45

50

55

60

65

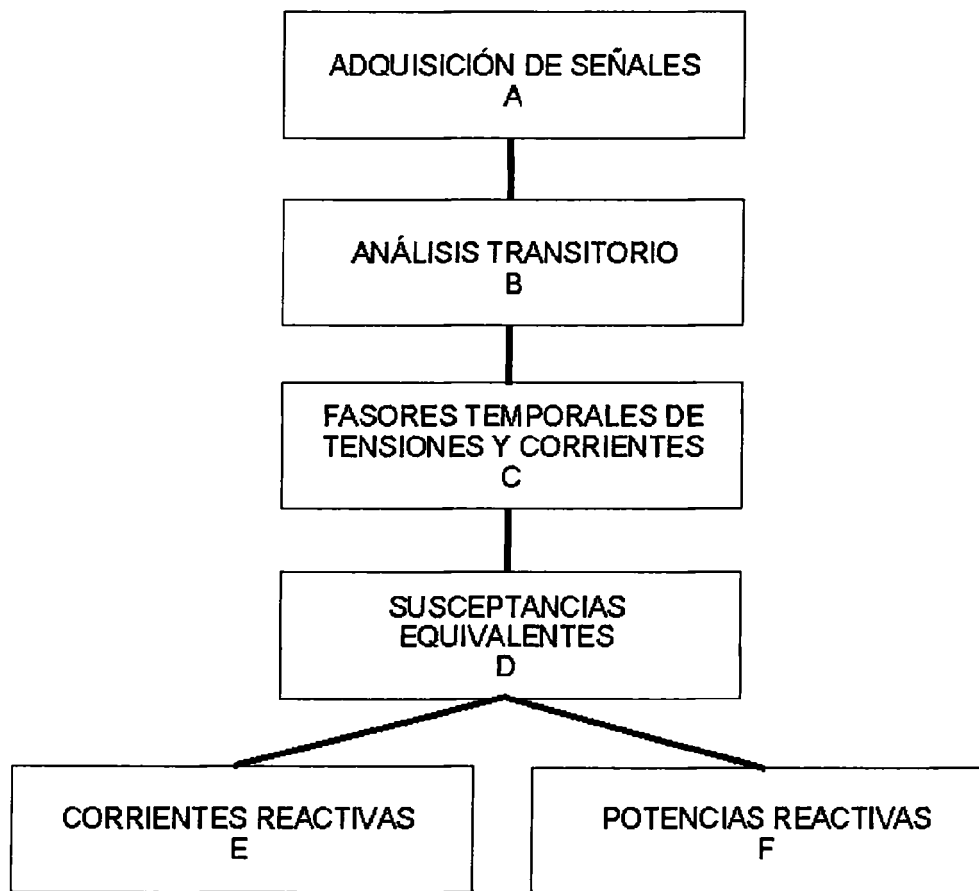


Figura 1

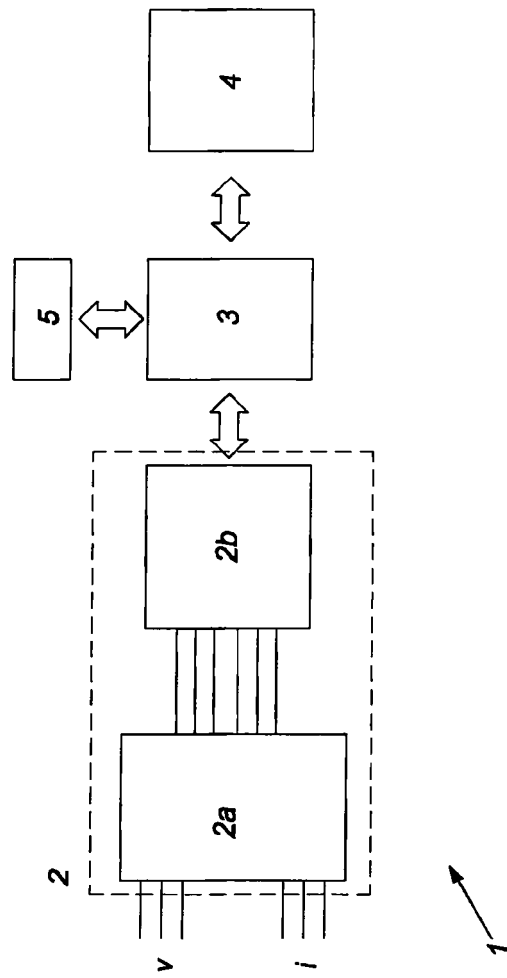


FIG. 2



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 342 144

② Nº de solicitud: 200901595

③ Fecha de presentación de la solicitud: **09.07.2009**

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **G01R 21/06** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	LEÓN-MARTÍNEZ et al. "Power Quality Effects on the Measurement of Reactive Power in Three-Phase Power Systems in the Light of the IEEE Standard 1459-2000." 9th Internacional Conference. Electrical Power Quality and Utilisation. Barcelona, 9-11 de Octubre, 2007.	1-6
X	US 5854995 A (PLIS et al.) 29.12.1998, todo el documento.	7-11
X	ES 2215456 B1 (CSIC) 16.12.2005, todo el documento.	7-11
A	ES 2166670 B1 (UPV) 16.02.2003, todo el documento.	1-11

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

17.06.2010

Examinador

P. López Sabater

Página

1/5

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

G01R+

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: 17.06.2010

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones	1-6	<b>SÍ</b>
	Reivindicaciones	7-11	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones	1-6	<b>SÍ</b>
	Reivindicaciones	7-11	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión:**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

**1. Documentos considerados:**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	LEÓN-MARTÍNEZ et al. "Power Quality Effects on the Measurement of Reactive Power in Three-Phase Power Systems in the Light of the IEEE Standard 1459-2000." 9th International Conference. Electrical Power Quality and Utilisation. Barcelona, 9-11 de Octubre, 2007.	09-10-2007
D02	US 5854995 A (PLIS et al.)	29-12-1998

**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:

El documento más cercano a la primera reivindicación del documento base es D01, en el que también se aborda un procedimiento para el cálculo de la potencia reactiva en una red trifásica con mala calidad en el suministro debido a los desequilibrios en el sistema de tensiones obteniendo las componentes de frecuencia fundamental de las tensiones y corrientes instantáneas de cada fase ( $z=A,B,C$ ),  $v_1(t)$  e  $i_1(t)$ , tras realizar un análisis transitorio. A partir de los valores instantáneos de tensiones y corrientes, se obtienen los fasores temporales de la tensión y la intensidad de la red trifásica para cada frecuencia, incluida la fundamental, de la componente estacionaria.

Obtener la intensidad reactiva de cada fase como la componente de la intensidad de fase que es proporcional y está desfasada 90 grados con la tensión de la fase correspondiente es algo conocido en el estado de la técnica.

Descomponer las intensidades reactivas de cada fase en intensidad reactiva debida a reactancias e intensidad reactiva debida a los desequilibrios es un simple planteamiento de cálculo matemático, igual que descomponer la potencia reactiva en aquella debida a las reactancias y en la que se debe a los desequilibrios.

Sin embargo, para resolver las ecuaciones se hace uso de las fórmulas de susceptancia equivalente de los receptores con intensidades equilibradas y de susceptancia equivalente de los receptores causada por los desequilibrios de tensiones. Si bien la primera de estas fórmulas se encuentra anticipada en el documento D01, la segunda no se ha encontrado en ningún documento del estado de la técnica anterior y consecuentemente, no se ha encontrado un documento en el que se parta de los valores obtenidos en esa fórmula para calcular la intensidad reactiva ni la potencia reactiva debidas a los desequilibrios, como se hace en esta primera reivindicación.

Por lo tanto, D01 no anticipa esta reivindicación, que es nueva y tiene actividad inventiva.

## Reivindicaciones 2 y 3:

Estas reivindicaciones son nuevas y tienen actividad inventiva por depender de la primera.

## Reivindicación 4:

Esta reivindicación, independiente, busca la protección de un programa de ordenador que lleve a la práctica el procedimiento de las reivindicaciones 1 a 3.

Dado que el procedimiento de estas reivindicaciones es nuevo y tiene actividad inventiva, también lo será el programa de ordenador que lo realice, por lo que esta reivindicación tampoco se ve afectada por D01.

## Reivindicaciones 5 y 6:

Estas dos reivindicaciones refieren a métodos de almacenamiento del programa de la reivindicación 4, de la que dependen. Por lo tanto, también son nuevas y tienen actividad inventiva.

Hoja adicional

Reivindicación 7:

A esta reivindicación independiente le son cercanos todos aquellos documentos del estado de la técnica que se refieran a sistemas aptos para realizar el método de cálculo de las tres primeras reivindicaciones de la solicitud y que incorporen un medio de adquisición de muestras de tensión e intensidad de la red trifásica, un medio de análisis conectado al medio de adquisición de datos y un medio de visualización conectado al medio de análisis que muestre los resultados obtenidos en las operaciones realizadas.

El documento D02, por ejemplo, presenta uno de tantos sistemas, ya que consta de los elementos enumerados en esta reivindicación y es apto para implementar en él los pasos del método de las reivindicaciones 1-3.

Por lo tanto, D02 anula la novedad de esta reivindicación según el artículo 6 de la Ley de Patentes 11/86.

Reivindicaciones 8 a 11.

En estas reivindicaciones se establecen las características técnicas de algunos de los elementos del sistema de la reivindicación 7. Se trata de una selección de dispositivos conocidos en el estado de la técnica que un experto en la materia puede seleccionar descartando otros dispositivos que realizan la misma función y obteniendo con ello unas prestaciones concretas de calidad y capacidad en la realización del procedimiento, pero no un efecto técnico tal que confiera a estas reivindicaciones actividad inventiva alguna de acuerdo con el artículo 8 de la Ley de Patentes 11/86.