(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
6 de diciembre de 2012 (06.12.2012) WIPO | PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2012/164120 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes: *G01R 29/16* (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional: PCT/ES2012/070257

(22) Fecha de presentación internacional: 18 de abril de 2012 (18.04.2012)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad: P201130869 27 de mayo de 2011 (27.05.2011) ES

(71) Solicitante *(para todos los Estados designados salvo US)*: **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA** [ES/ES]; CTT - Edificio 11 y 12, Camino de Vera, E-46022 Valencia (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes *(para US solamente)*: **LEÓN MARTÍNEZ, Vicente** [ES/ES]; CTT - Edificio 11 y 12, Camino de Vera, E-46022 Valencia (ES). **MONTAÑANA ROMEU, Joaquín** [ES/ES]; CTT - Edificio 11 y 12, Camino de Vera, E-46022 Valencia (ES).

(74) Mandatario: **UNGRIA LÓPEZ, Javier**; Avenida Ramón y Cajal, 78, E-28043 Madrid (ES).

(81) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ACTIVELY CALIBRATING THE IMBALANCE POWER PHASOR OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

(54) Título : PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE CALIBRACIÓN ACTIVA DEL FASOR POTENCIA DE DESEQUILIBRIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

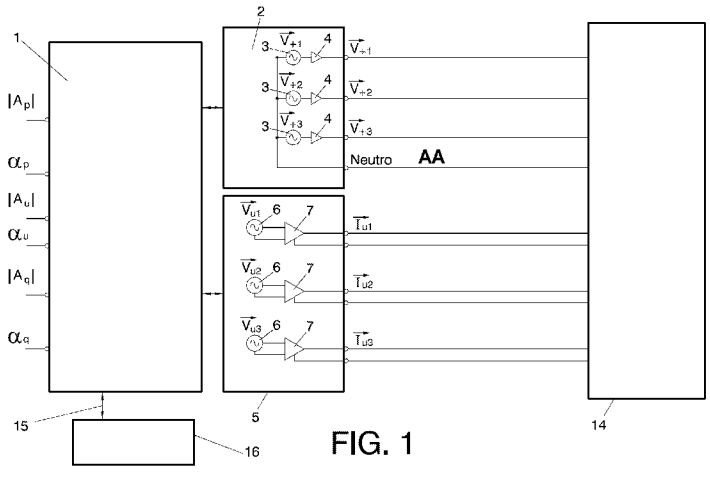


FIG. 1

(57) Abstract: It calculates the imbalance power phasor in the manner known in the prior art and calculates the modulus and argument of the imbalance power phasor and of the active and reactive components thereof in order to obtain the imbalance powers of the active and reactive components and to obtain the imbalance currents of said active and reactive components, from which the total imbalance currents are obtained from the sum thereof in order to apply said total imbalance currents to the measuring instrument (14) and thus allow the latter to be calibrated.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]

WO 2012/164120 A1

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

Calcula el fasor de potencia de desequilibrio según es conocido en el estado de la técnica y calcula el módulo y argumento del fasor potencia de desequilibrio y de sus componentes activa y reactiva, para obtener las potencias de desequilibrio de la componente activa y reactiva y obtener las corrientes de desequilibrio de dichas componentes activa y reactiva a partir de las cuales se obtiene las corrientes de desequilibrio totales a partir de la suma de las anteriores, para aplicarlas al instrumento de medida (14) y así permitir realizar su calibración.

PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE CALIBRACIÓN ACTIVA DEL FASOR POTENCIA DE DESEQUILIBRIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención, tal y como se expresa en el enunciado de esta memoria descriptiva, se refiere a un procedimiento y dispositivo para realizar la calibración activa del fasor potencia de desequilibrio de instalaciones eléctricas.

De forma general, la invención está relacionada con la medida y la calibración de instrumentos de medida del fenómeno del desequilibrio en instalaciones eléctricas, y más concretamente con sistemas eléctricos trifásicos a tres y cuatro hilos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En primer lugar se describe la magnitud fasor potencia de desequilibrio, la cual está prevista para medir los efectos de los desequilibrios en las redes eléctricas. Es una cantidad expresada mediante un número complejo, con módulo y argumento, que tiene dos componentes: 1) potencia de desequilibrio debida a las cargas activas y 2) potencia de desequilibrio causada por las cargas reactivas. El fasor potencia de desequilibrio fue desarrollado por los autores de la presente invención y ha sido ampliamente descrito en la Patente española con número de publicación ES 2316280B1 titulada "PROCEDIMIENTO Y PUESTA EN PRACTICA PARA LA MEDIDA DE LA POTENCIA DE DESEQUILIBRIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, ASÍ COMO EL DISPOSITIVO PARA SU CALIBRACIÓN". La citada Patente fue posteriormente extendida como solicitud Internacional WO 2008132258A1. En dichos documentos además del procedimiento y sistema de medida del fasor potencia de desequilibrio, se describe un procedimiento de calibración de solo el módulo de su componente debido a las cargas activas monofásicas. No se establecía en los citados documentos ningún procedimiento y dispositivo de puesta en

práctica para la calibración (generación) del módulo y del argumento del fasor potencia de desequilibrio, ni de su componente debido a las cargas reactivas. Además el calibrador descrito en dichos documentos es completamente pasivo, formado por bobinas y condensadores.

El procedimiento y dispositivo de puesta en práctica del calibrador pasivo mencionado en las Patentes anteriores, está limitado a desequilibrios causados a cargas activas monofásicas, ya que dicho dispositivo no permite modificar el argumento del fasor potencia fuera de las posiciones espaciales de las tres fases de la red trifásica (0°, 120° y 240°).

En el estado de la técnica no se ha encontrado ninguna otra referencia relativa a calibradores activos o pasivos del fasor potencia de desequilibrio, ni tan siquiera calibradores de la potencia de desequilibrio.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Para conseguir los objetivos y resolver los inconvenientes anteriormente indicados, la invención proporciona un nuevo procedimiento de calibración activa del fasor potencia de desequilibrio de instalaciones eléctricas que a partir de un sistema trifásico de tensiones y corrientes, calcula el fasor de potencia de desequilibrio ($\overline{A_q}$),según la ecuación $\overline{A_q} = p|A_{p1}+a^2A_{p2}+aA_{p3}| + q|A_{q1}+a^2A_{q2}+aA_{q3}|$, tal y como se establecía en los documentos de Patente indicados en el apartado "antecedentes de la invención" (P-200701224, PCT/ES2008/000296), donde p y q son fasores unitarios ortogonales y "a" es un fasor unitario de valor $a = 1_{|120°}$, siendo $p|A_{p1}+a^2A_{p2}+aA_{p3}| = \overline{A_p} = A_{p\angle\varphi_p}$ la componente activa del fasor de potencia de desequilibrio y $q|A_{q1}+a^2A_{q2}+aA_{q3}| = A_{q\angle\varphi_q}$ la componente reactiva del fasor potencia de desequilibrio, expresadas en función de las potencias de desequilibrio activas y reactivas $\overline{A_{pz}}$, $\overline{A_{qz}}$ para cada fase z = 1,2,3. A continuación se calcula el módulo y argumento de la

componente activa ($\overrightarrow{A_p}$) del fasor potencia de desequilibrio, de la componente reactiva ($\overrightarrow{A_q}$) del fasor potencia de desequilibrio, y del fasor potencia de desequilibrio ($\overrightarrow{A_k}$), de forma convencional a partir de los anteriores vectores expresados.

Además el procedimiento de la invención comprende una fase en la que se obtienen valores eficaces de tensión de secuencia positiva y frecuencia fundamental de las tres fases (V_{+1}, V_{+2}, V_{+3}), tal y como se realiza de forma convencional, y según se preveía en los documentos de Patentes citados.

La principal novedad de la invención se caracteriza porque el módulo y argumento de las componentes activa y reactiva del fasor de potencia de desequilibrio, así como el propio módulo y argumento del fasor potencia de desequilibrio, se aplican a las entradas de un calibrador, de forma que a continuación se selecciona un sector del diagrama fasorial en función del argumento de cada componente activa (α_p) y reactiva (α_q) calculado. En este punto cabe señalar que el diagrama fasorial está determinado por un primer sector comprendido entre 0 y -120°, sector en el cual la potencia de desequilibrio de la fase 3 (z=3) es nula ($A_{k3}=0$, siendo k=p, q). Además el diagrama fasorial comprende un segundo sector comprendido entre 120° y 240°, en el que la potencia de desequilibrio de la fase 1 (z=1) es nula ($A_{k1}=0$), comprendiendo el diagrama fasorial un tercer sector comprendido entre 240° y 360°, en donde la potencia de desequilibrio de la fase 2 (z=2) es nula ($A_{k2}=0$).

Una vez seleccionado uno de los sectores del diagrama fasorial, se obtienen las potencias de desequilibrio de la componente activa y reactiva en función del módulo y del sector fasorial seleccionado, según las ecuaciones:

- $A_{k1}=\frac{A_k}{\sqrt{3}}$, siendo k=p, q; $A_{k2}=\frac{2A_k}{tg\alpha_k-\sqrt{3}}$ $tg\alpha_k$;

$K=1-\frac{2tg\alpha_k}{tg\alpha_k-\sqrt{3}}+\frac{4tg^2\alpha_k}{(tg\alpha_k-\sqrt{3})^2}$ para el primer sector

- $A_{k2}=\frac{A_k}{\sqrt{K'}}$; $A_{k3}=A_{k2}\frac{\sqrt{3}-tg\alpha_k}{tg\alpha_k+\sqrt{3}}$; $K'=1+\frac{2tg^2\alpha_k-2\sqrt{3}tg\alpha_k}{(tg\alpha_k+\sqrt{3})^2}$

para el segundo sector

- $A_{k1}=\frac{A_k}{\sqrt{K''}}$; $A_{k3}=\frac{2A_{k2}}{tg\alpha_k+\sqrt{3}}tg\alpha_k$; $K''=1-\frac{2tg\alpha_k}{tg\alpha_k+\sqrt{3}}+\frac{4tg^2\alpha_k}{(tg\alpha_k+\sqrt{3})^2}$

para el tercer sector.

Seguidamente se obtienen las corrientes de desequilibrio de la componente activa de cada fase, a partir de las potencias de desequilibrio calculadas en la fase anterior según las ecuaciones:

- $\overrightarrow{I_{uq1}}=\frac{1}{3\sqrt{2}V_{+1}}(2A_{p1}-A_{p2}-A_{p3})$
- $\overrightarrow{I_{uq2}}=\frac{a^2}{3\sqrt{2}V_{+2}}(-A_{p1}+2A_{p2}-A_{p3})$
- $\overrightarrow{I_{uq3}}=\frac{a}{3\sqrt{2}V_{+3}}(-A_{p1}-A_{p2}+2A_{p3})$

A continuación se obtienen las corrientes de desequilibrio de la componente reactiva de cada fase, a partir de las potencias de desequilibrio calculadas en la fase anterior según las ecuaciones:

- $\overrightarrow{I_{uq1}}=\frac{-j}{3\sqrt{2}V_{+1}}(2A_{q1}-A_{q2}-A_{q3})$
- $\overrightarrow{I_{uq2}}=\frac{-ja^2}{3\sqrt{2}V_{+2}}(-A_{q1}+2A_{q2}-A_{q3})$
- $\overrightarrow{I_{uq3}}=\frac{-ja}{3\sqrt{2}V_{+3}}(-A_{q1}-A_{q2}+2A_{q3})$.

Por último se obtienen las corrientes de desequilibrio totales de cada fase a partir de la suma de las corrientes de desequilibrio de la componente activa y reactiva calculadas anteriormente, para aplicarlas a un generador de carga ficticia convencional, al que a su vez se aplican los valores eficaces

de tensión de secuencia positiva y frecuencia fundamental de las tres fases (V_{+1}, V_{+2}, V_{+3}), desde el que dichas tensiones junto con las corrientes obtenidas se aplican a un instrumento de medida a calibrar, para realizar la calibración del mismo en función de los valores de tensión e intensidad aportados al mismo de acuerdo con el procedimiento descrito de la invención.

Para obtener las potencias de desequilibrio de la componente activa y reactiva, el procedimiento de la invención selecciona al menos una de las entradas anteriormente indicadas del calibrador, de forma que cuando se selecciona el módulo y argumento de la potencia de desequilibrio, se obtienen las componentes activa y reactiva de forma directa a partir de dicho módulo y argumento de la potencia de desequilibrio, pero también prevé la posibilidad de obtener dichas componentes activa y reactiva a partir del módulo y argumento de la componente activa y reactiva, seleccionando estas entradas.

Además la invención se refiere a un dispositivo que funciona de acuerdo al procedimiento descrito, para lo que dicho dispositivo se conecta a un generador de corriente trifásica cuya salida se aplica a un dispositivo de cálculo del fasor potencia de desequilibrio y se caracteriza porque comprende un generador de carga ficticia que incluye medios de generación de señales de tensión de valores eficaces de secuencia positiva y frecuencia fundamental de las tres fases y de medios de generación de corriente (V_{+1}, V_{+2}, V_{+3}). Además el dispositivo está dotado de un módulo de entrada que está configurado de manera tal que calcula el módulo y argumento de la componente activa de la potencia de desequilibrio, el módulo y argumento de la potencia de desequilibrio reactiva, el módulo y argumento de la potencia de desequilibrio y selecciona una de dichas entradas.

También comprende un módulo de cálculo de las potencias de desequilibrio activas por fase a partir del módulo y

argumento de la componente activa del fasor potencia de desequilibrio, un módulo de cálculo de las potencias de desequilibrio reactivas por fase en función del módulo y argumento de la componente reactiva, y un módulo de cálculo de las potencias de desequilibrio activas por fase en función del módulo y argumento de la componente activa. A su vez está dotado de un módulo de cálculo de las corrientes de desequilibrio activas por fase en función de las potencias de desequilibrio reactivas calculadas, un módulo de cálculo de las corrientes de desequilibrio reactivas por fase en función de las potencias de desequilibrio reactivas calculadas, y un módulo de cálculo de las corrientes de desequilibrio totales por fase en función de las potencias de desequilibrio reactivas y activas calculadas, para su aplicación, junto con las tensiones de valores eficaces de secuencia positiva y frecuencia fundamental al instrumento de medida.

El procedimiento y dispositivo descritos presentan la ventaja de que los módulos y los argumentos son del fasor potencia de desequilibrio y sus componentes activa y reactiva pueden ser ajustados a cualquier valor que se desee, de forma independiente. Además permite crear desequilibrios debidos a cargas monofásicas o cargas trifásicas, variando los argumentos de las componentes activa y reactiva en 360°. También cabe señalar que es posible crear desequilibrios debido a cargas activas solo, o de cargas reactivas solo, o debidos a cargas activas y reactivas, conjuntamente, sin más que ajustar el argumento del fasor potencia de desequilibrio entre 0° y 90°.

A continuación para facilitar una mejor comprensión de esta memoria descriptiva y formando parte integrante de la misma, se acompañan una serie de figuras en las que con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado el objeto de la invención.

BREVE ENUNCIADO DE LAS FIGURAS

Figura 1.- Muestra un diagrama de bloques funcional de la estructura del dispositivo para la calibración del fasor potencia de desequilibrio de acuerdo con la invención.

Figura 2.- Muestra un diagrama que representa la secuencia operacional del procedimiento de la invención, de acuerdo con el.

DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE REALIZACIÓN PREFERIDA

A continuación se realiza una descripción de la invención basada en las figuras anteriormente comentadas.

El dispositivo de la invención comprende un procesador digital de señal 1 (DSP) en el que corre un programa FIRMWARE que proporciona unos diagramas de bloques funcionales al DSP 1 para funcionar de acuerdo con el procedimiento de la invención.

Además el DSP 1 está conectado a un generador de carga ficticia constituido por un generador 2 de valores eficaces de tensión de secuencia positiva y frecuencia fundamental de las tres fases V_{+1}, V_{+2}, V_{+3}, el cual comprende generadores 3 de señales senoidales de frecuencia 50Hz para ser aplicados a unos amplificadores 4 de tensión, de forma que en su salida se obtiene las señales de tensión de valores eficaces de secuencia positiva y frecuencia fundamental de las tres fases.

Además el generador de carga ficticia está dotado de un generador de corriente 5 que comprende unos generadores 6 de señales senoidales de frecuencia 50Hz para ser aplicados a unos amplificadores de transconductancia 7, de forma que genera las corrientes de las tres fases, de acuerdo al procedimiento que será descrito.

El procedimiento de la invención comprende generar un sistema trifásico de tensiones y de corrientes, en el que se calcula el fasor de potencia de desequilibrio ($\overline{A_u}$) según la ecuación $\overline{A_u} = p|A_{p1}+a^2A_{p2}+aA_{p3}| + q|A_{q1}+a^2A_{q2}+aA_{q3}|$, tal y como fue descrito en la Patente señalada en los "antecedentes de la

invención", donde p y q son fasores unitarios ortogonales y "a" es un fasor unitario de valor $a=1_{|120°}$, siendo $p|A_{p1}+a^2A_{p2}+aA_{p3}| = \overrightarrow{A_p} = A_{p\angle\alpha_p}$ la componente activa del fasor potencia de desequilibrio y $q|A_{q1}+a^2A_{q2}+aA_{q3}| = A_{q\angle\alpha_q}$ la componente reactiva del fasor potencia de desequilibrio, expresadas en función de las potencias de desequilibrio activas y reactivas $\overrightarrow{A_{pz}}$, $\overrightarrow{A_{qz}}$ para cada fase z = 1,2,3.

A continuación se calcula el módulo y argumento de la componente activa ($\overrightarrow{A_p}$) del fasor potencia de desequilibrio y el módulo y argumento de la componente reactiva ($\overrightarrow{A_q}$), bien a partir de la componente activa y reactiva del fasor de potencia de desequilibrio comentado anteriormente, según las ecuaciones:

$$\overrightarrow{A_p}=\overrightarrow{A_{p1}}+a^2\overrightarrow{A_{p2}}+a\overrightarrow{A_{p3}}= A_{p\angle\alpha_p} \qquad \overrightarrow{A_q}=\overrightarrow{A_{q1}}+a^2\overrightarrow{A_{q2}}+a\overrightarrow{A_{q3}}= A_{q\angle\alpha_q}$$

$$|A_k|=\sqrt{A_{k1}^2+A_{k2}^2+A_{k3}^2-A_{k3}A_{k2}-A_{k1}A_{k2}-A_{k1}A_{k3}}$$

siendo k =p, q, y el argumento α_k = arc tg $\frac{\sqrt{(3)}(A_{p3}-A_{p2})}{2A_{p1}-A_{p2}-A_{p3}}$

O también se puede obtener el módulo de la componente activa A_p y reactiva A_q a partir del fasor de potencia de desequilibrio, en el que

$$|A_u| = \sqrt{A_p^2+A_q^2} \qquad \alpha_u = arc\,tg\frac{|A_q|}{|A_p|}$$

De forma que $|A_p| = \frac{A_u}{\sqrt{1+tg^2\alpha_u}}$ $\qquad |A_q| = A_p tg\alpha_u$

Los argumentos de cada componente se utilizan los del paso

anterior.

Hasta este punto se han descrito fases convencionales previstas en el documento citado en los "antecedentes de la invención".

La novedad de la invención reside en que en las entradas del calibrador se aplican el módulo y argumento de la componente activa y reactiva, así como el módulo y argumento del fasor de potencia de desequilibrio, tal y como se muestra en la figura 2, de forma que a partir del argumento calculado de cada componente activa α_p y reactiva α_q, se selecciona un sector del diagrama fasorial, en el que el primer sector está comprendido entre 0° y -120° en donde la potencia de desequilibrio de la fase 3 es nula, es decir $A_{k3} = 0$.

El segundo sector del diagrama fasorial está comprendido entre 120° y 240°, en el cual la potencia de desequilibrio de la fase 1 es nula, es decir $A_{k1} = 0$. Además el diagrama fasorial comprende un tercer sector comprendido entre 240° y 360°, en el que la potencia de desequilibrio de la fase 2 es nula, es decir $A_{k2} = 0$.

A continuación se calculan las potencias de desequilibrio de la componente activa y reactiva en función del módulo y de la selección del sector fasorial obtenido, es decir en función del argumento medido, según las ecuaciones:

A) para el primer sector $A_{k1}=\frac{A_k}{\sqrt{K}}$; $A_{k2}=\frac{2A_{k1}}{tg\alpha_k-\sqrt{3}}$ $tg\alpha_k$; siendo

$$K=1-\frac{2tg\alpha_k}{tg\alpha_k-\sqrt{3}}+\frac{4tg^2\alpha_k}{(tg\alpha_k-\sqrt{3})^2}$$

Para $\alpha_k = 0°$ las potencias de desequilibrio son: $A_{k1} = A_k$ y $A_{k2} = 0$, mientras que Para $\alpha_k = -120°$ las potencias de desequilibrio son: $A_{k1} = 0$ y $A_{k2} = A_k$

B) para el segundo sector $A_{k2}=\frac{A_k}{\sqrt{K'}}$; $A_{k3}=A_{k2}\frac{\sqrt{3}-tg\alpha_k}{tg\alpha_k+\sqrt{3}}$; siendo

$$K'=1+\frac{2tg^2\alpha_k-2\sqrt{3}tg\alpha_k}{(tg\alpha_k+\sqrt{3})^2}$$

Para $\alpha_k = 120^\circ$ las potencias de desequilibrio son: $A_{k2} = A_k$ y $A_{k3} = 0$, mientras que para $\alpha_q = 240^\circ$ las potencias de desequilibrio son $A_{k2} = 0$ y $A_{k3} = A_k$.

C) para el tercer sector $A_{k1}=\frac{A_k}{\sqrt{K}}$; $A_{k3}=\frac{2A_{kz}}{tg\alpha_k+\sqrt{3}}\ tg\alpha_k$; siendo

$$K = 1 - \frac{2tg\alpha_k}{tg\alpha_k + \sqrt{3}} + \frac{4tg^2\alpha_k}{(tg\alpha_k + \sqrt{3})^2}$$

Para $\alpha_k = 0^\circ$ las potencias de desequilibrio son $A_{k1} = A_k$ y $A_{k3} = 0$, mientras que para $\alpha_k = 120^\circ$ las potencias de desequilibrio son $A_{k1} = 0^\circ$ y $A_{k3} = A_k$.

La potencia de desequilibrio de la componente activa se obtiene en el módulo 8 para cada uno de los sectores del diagrama fasorial, y la potencia de desequilibrio de la componente reactiva en el módulo 9.

El módulo 10 representa la potencia de desequilibrio, a partir de la cual los módulos 8 y 9, pueden calcular el módulo de la potencia de desequilibrio de la componente activa y de la componente reactiva respectivamente, tal y como ya fue comentado con anterioridad.

A partir de las potencias de desequilibrio A_{kz} de cada fase z = 1, 2, 3 se obtienen las corrientes de desequilibrio generadas por el calibrador por componentes y total, de forma que la componente activa de las corrientes de desequilibrio se obtienen según las ecuaciones:

$$\overrightarrow{I_{uq1}} = \frac{1}{3\sqrt{2}V_{+1}}(2A_{p1} - A_{p2} - A_{p3})$$

$$\overrightarrow{I_{uq2}} = \frac{a^2}{3\sqrt{2}V_{+2}}(-A_{p1} + 2A_{p2} - A_{p3})$$

$$\overrightarrow{I_{uq3}} = \frac{a}{3\sqrt{2}V_{+3}}(-A_{p1} - A_{p2} + 2A_{p3})$$

Las componentes reactivas de la corriente de desequilibrio se obtienen según las ecuaciones:

$$\overrightarrow{I_{uq1}} = \frac{-j}{3\sqrt{2}V_{+1}}(2A_{q1} - A_{q2} - A_{q3})$$

$$\overrightarrow{I_{uq2}} = \frac{-ja^2}{3\sqrt{2}V_{+s}}(-A_{q1} + 2A_{q2} - A_{q3})$$

$$\overrightarrow{I_{uq3}} = \frac{-ja}{3\sqrt{2}V_{+s}}(-A_{q1} - A_{q2} + 2A_{q3}).$$

Y las corrientes de desequilibrio totales de cada fase se obtienen a partir de la suma de las corrientes de desequilibrio de las componentes activa y reactiva calculadas, para aplicarlas a un generador 5 de carga ficticia convencional desde el que se aplican al instrumento a medir 14 según las ecuaciones

$$\overrightarrow{I_{u1}} = \overrightarrow{I_{up1}} + \overrightarrow{I_{uq1}}$$

$$\overrightarrow{I_{u2}} = \overrightarrow{I_{up2}} + \overrightarrow{I_{uq2}}$$

$$\overrightarrow{I_{u3}} = \overrightarrow{I_{up3}} + \overrightarrow{I_{uq3}}$$

Las corrientes de desequilibrio de la componente activa de cada fase se obtienen mediante el módulo 11, en tanto que las de la componente activa se obtienen mediante el módulo 12 y las corrientes totales mediante el módulo 13.

La referencia 14 indica la parte de control que el DSP 1 incorpora para gobernar la generación de los valores eficaces de tensión de secuencia positiva y frecuencia fundamental de las tres fases, ya que el DSP1 controla las fuentes de tensión 3 y monitoriza el funcionamiento de los amplificadores 4 respecto de alarmas, como puede ser sobretensión, desconexión, consumo de corriente máximo, etc.

Además mediante el módulo 13, el DSP 1 controla las fuentes de tensión 6 y monitoriza el funcionamiento de los amplificadores de transconductancia 2 por lo que en la figura 1 la salida de cada amplificador de transconductancia 2 necesita dos terminales para que el circuito de corriente se establezca y pueda circular la corriente de desequilibrio I_u equivalente a una fuente de intensidad. Esto es así dado que si el circuito estuviera abierto sería peligroso para los amplificadores de transconductancia 7, pudiendo aumentar la

tensión, por lo que si el DSP 1 detecta falta de continuidad en el circuito, éste se desconecta y envía una alarma a través de un puerto de comunicaciones 15 conectado a un controlador 16 desde el que se gestiona el DSP 1 de la invención.

REIVINDICACIONES:

1.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN ACTIVA DEL FASOR POTENCIA DE DESEQUILIBRIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS que comprende:

- generar un sistema trifásico de tensiones y corrientes,
- calcular el fasor potencia de desequilibrio ($\overrightarrow{A_u}$) de dicho sistema trifásico según la ecuación $\overrightarrow{A_u} = p|A_{p1}+a^2A_{p2}+aA_{p3}| + q|A_{q1}+a^2A_{q2}+aA_{q3}|$, donde p y q son fasores unitarios ortogonales y "a" es un fasor unitario de valor $a=1_{|120°}$, siendo $p|A_{p1}+a^2A_{p2}+aA_{p3}| = \overrightarrow{A_p} = A_{p\angle\alpha_p}$ la componente activa del fasor potencia de desequilibrio y $q|A_{q1}+a^2A_{q2}+aA_{q3}| = A_{q\angle\alpha_q}$ la componente reactiva del fasor potencia de desequilibrio, expresadas en función de las potencias de desequilibrio activas y reactivas $\overrightarrow{A_{pz}}$, $\overrightarrow{A_{qz}}$ para cada fase z=1,2,3,
- calcular el módulo y argumento de la componente activa ($\overrightarrow{A_p}$) del fasor potencia de desequilibrio, de la componente reactiva ($\overrightarrow{A_q}$) del fasor potencia de desequilibrio, y del fasor potencia de desequilibrio ($\overrightarrow{A_u}$);
- obtener valores eficaces de tensión de secuencia positiva y frecuencia fundamental de las tres fases (V_{+1}, V_{+2}, V_{+3})

caracterizado por que además comprende las siguientes fases:

- Aplicar en las entradas de un calibrador:
  - Módulo y argumento de la componente activa ($\overrightarrow{A_p}$) del fasor potencia de desequilibrio,
  - Módulo y argumento de la componente reactiva ($\overrightarrow{A_q}$) del fasor potencia de desequilibrio,
  - Módulo y argumento del fasor potencia de desequilibrio ($\overrightarrow{A_u}$);

- Seleccionar un sector del diagrama fasorial en función del argumento de cada componente activa (α_p) y reactiva (α_q) calculado; estando el diagrama fasorial determinado por un primer sector comprendido entre 0° y -120°, en donde la potencia de desequilibrio de la fase 3 es nula ($A_{k3}=0$, siendo k=p, q); un segundo sector comprendido entre 120° y 240°, en donde la potencia de desequilibrio de la fase 1 es nula ($A_{k1}=0$); y un tercer sector comprendido entre 240° y 360°, en donde la potencia de desequilibrio de la fase 2 es nula ($A_{k2}=0$);

- Obtener las potencias de desequilibrio de la componente activa y reactiva en función del módulo y de la selección del sector fasorial obtenidos en las fases anteriores, según las ecuaciones:

  - $A_{k1}=\frac{A_k}{\sqrt{K}}$, siendo k=p, q ; $A_{k2}=\frac{2A_{k1}}{tg\alpha_k-\sqrt{3}}\ tg\alpha_k$;

    $K=1-\frac{2tg\alpha_k}{tg\alpha_k-\sqrt{3}}+\frac{4tg^2\alpha_k}{(tg\alpha_k-\sqrt{3})^2}$ para el primer sector

  - $A_{k2}=\frac{A_k}{\sqrt{K'}}$; $A_{k3}=A_{k2}\frac{\sqrt{3}-tg\alpha_k}{tg\alpha_k+\sqrt{3}}$;

    $K'=1+\frac{2tg^2\alpha_k-2\sqrt{3}tg\alpha_k}{(tg\alpha_k+\sqrt{3})^2}$ para el segundo sector

  - $A_{k1}=\frac{A_k}{\sqrt{K''}}$; $A_{k3}=\frac{2A_{k1}}{tg\alpha_k+\sqrt{3}}\ tg\alpha_k$;

    $K''=1-\frac{2tg\alpha_k}{tg\alpha_k+\sqrt{3}}+\frac{4tg^2\alpha_k}{(tg\alpha_k+\sqrt{3})^2}$

    para el tercer sector

- Obtener las corrientes de desequilibrio de la componente activa de cada fase, a partir de las potencias de desequilibrio calculadas en la fase anterior según las ecuaciones:

  - $\overrightarrow{I_{aq1}}=\frac{1}{3\sqrt{2}V_{+1}}(2A_{p1}-A_{p2}-A_{p3})$

  - $\overrightarrow{I_{aq2}}=\frac{a^2}{3\sqrt{2}V_{+1}}(-A_{p1}+2A_{p2}-A_{p3})$

  - $\overrightarrow{I_{aq3}}=\frac{a}{3\sqrt{2}V_{+1}}(-A_{p1}-A_{p2}+2A_{p3})$

- Obtener las corrientes de desequilibrio de la componente reactiva de cada fase, a partir de las potencias de desequilibrio calculadas en la fase anterior según las ecuaciones:
  - $\overrightarrow{I_{wq1}} = \frac{-j}{3\sqrt{3}V_{+s}}(2A_{q1} - A_{q2} - A_{q3})$
  - $\overrightarrow{I_{wq2}} = \frac{-j\alpha^2}{3\sqrt{3}V_{+s}}(-A_{q1} + 2A_{q2} - A_{q3})$
  - $\overrightarrow{I_{wq3}} = \frac{-j\alpha}{3\sqrt{3}V_{+s}}(-A_{q1} - A_{q2} + 2A_{q3})$

- Obtener las corrientes de desequilibrio totales de cada fase a partir de la suma de las corrientes de desequilibrio de las componentes activa y reactiva calculadas, para aplicarlas a un generador de carga ficticia convencional desde el que se aplican a un instrumento de medida a calibrar.

2.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN ACTIVA DEL FASOR POTENCIA DE DESEQUILIBRIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, según reivindicación 1, caracterizado por que comprende una fase de selección de al menos una entrada del calibrador para obtener las potencias de desequilibrio de la componente activa y reactiva, según una fase seleccionada entre una obtención directamente a partir del módulo y argumento de la potencia de desequilibrio y una fase a partir del módulo y argumento de la componente activa y del módulo y argumento de la componente reactiva de la potencia de desequilibrio.

3.- DISPOSITIVO DE CALIBRACIÓN ACTIVO DEL FASOR POTENCIA DE DESEQUILIBRIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, de acuerdo con el procedimiento de las reivindicaciones anteriores; que se conecta a un generador de corriente trifásica cuya salida se aplica a un dispositivo de calculo del fasor potencia de desequilibrio ($\overrightarrow{A_q}$), caracterizado por que comprende:

- Un generador de carga ficticia que está dotado de medios de generación de señales de tensión de valores eficaces de secuencia positiva y frecuencia

fundamental de las tres fases (V_{+1}, V_{+2}, V_{+3}), y de medios de generación de corriente,

- Un módulo de entrada configurado de manera tal que calcula el módulo y argumento de la componente activa de la potencia de desequilibrio, el módulo y argumento de la potencia de desequilibrio reactiva, el módulo y argumento de la potencia de desequilibrio, y selecciona una de dichas entradas,

- Un módulo de cálculo de las potencias de desequilibrio activas por fase a partir del módulo y argumento de la componente activa del fasor potencia de desequilibrio,

- Un módulo de cálculo de las potencias de desequilibrio reactivas por fase en función del módulo y argumento,

- Un módulo de cálculo de las potencias de desequilibrio activas por fase en función del módulo y argumento,

- Un módulo de cálculo de las corrientes de desequilibrio activas por fase en función de las potencias de desequilibrio reactivas calculadas,

- Un módulo de cálculo de las corrientes de desequilibrio reactivas por fase en función de las potencias de desequilibrio reactivas calculadas,

- Un módulo de cálculo de las corrientes de desequilibrio totales por fase en función de las potencias de desequilibrio reactivas y activas calculadas.

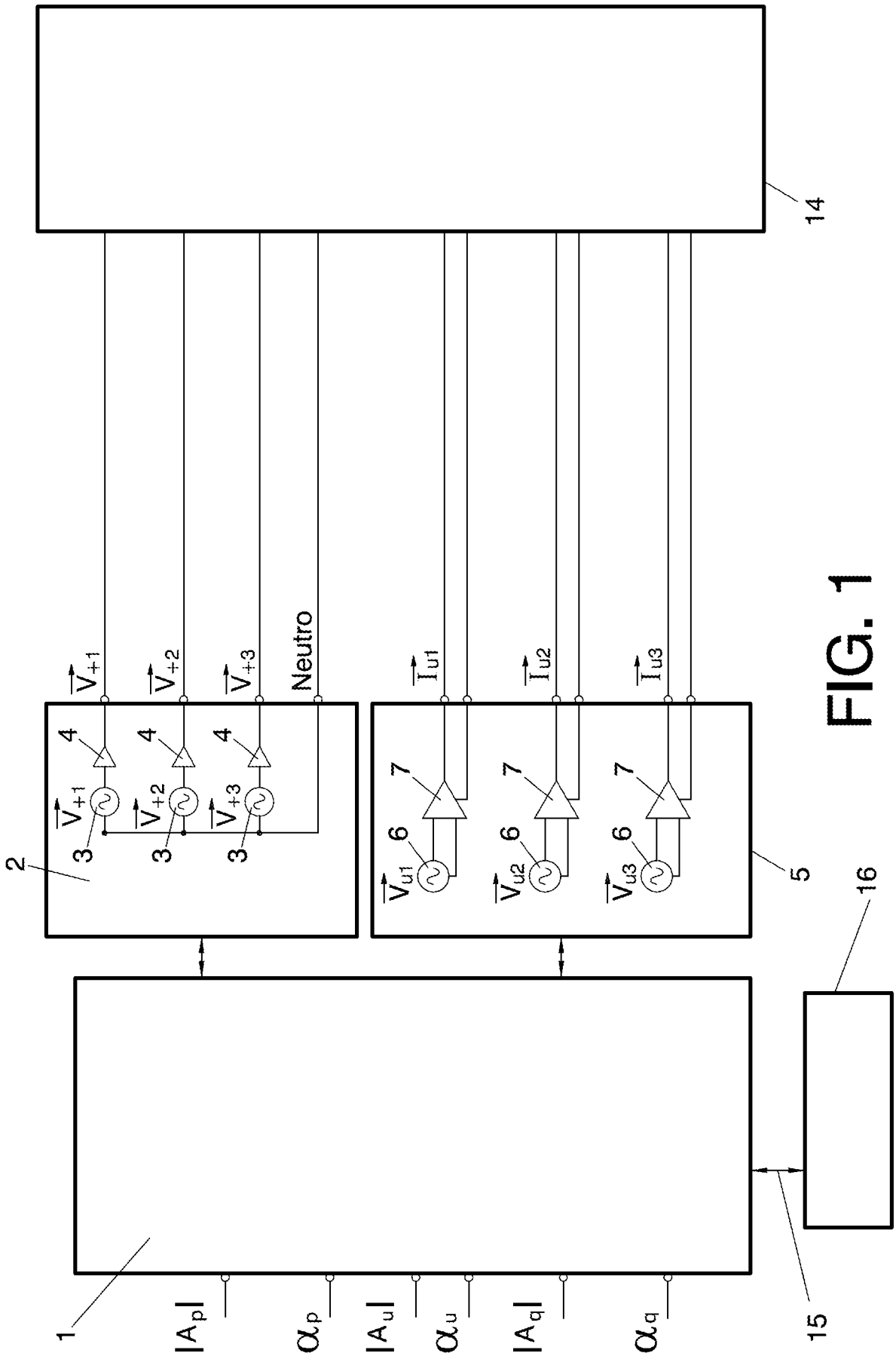

14
Neutro
$\vec{V}_{+1}$
$\vec{V}_{+2}$
$\vec{V}_{+3}$
$\vec{I}_{u1}$
$\vec{I}_{u2}$
$\vec{I}_{u3}$
4
3
7
6
2
5
16
15
1
$|A_p|$
α_p
$|A_u|$
α_u
$|A_q|$
α_q

FIG. 1

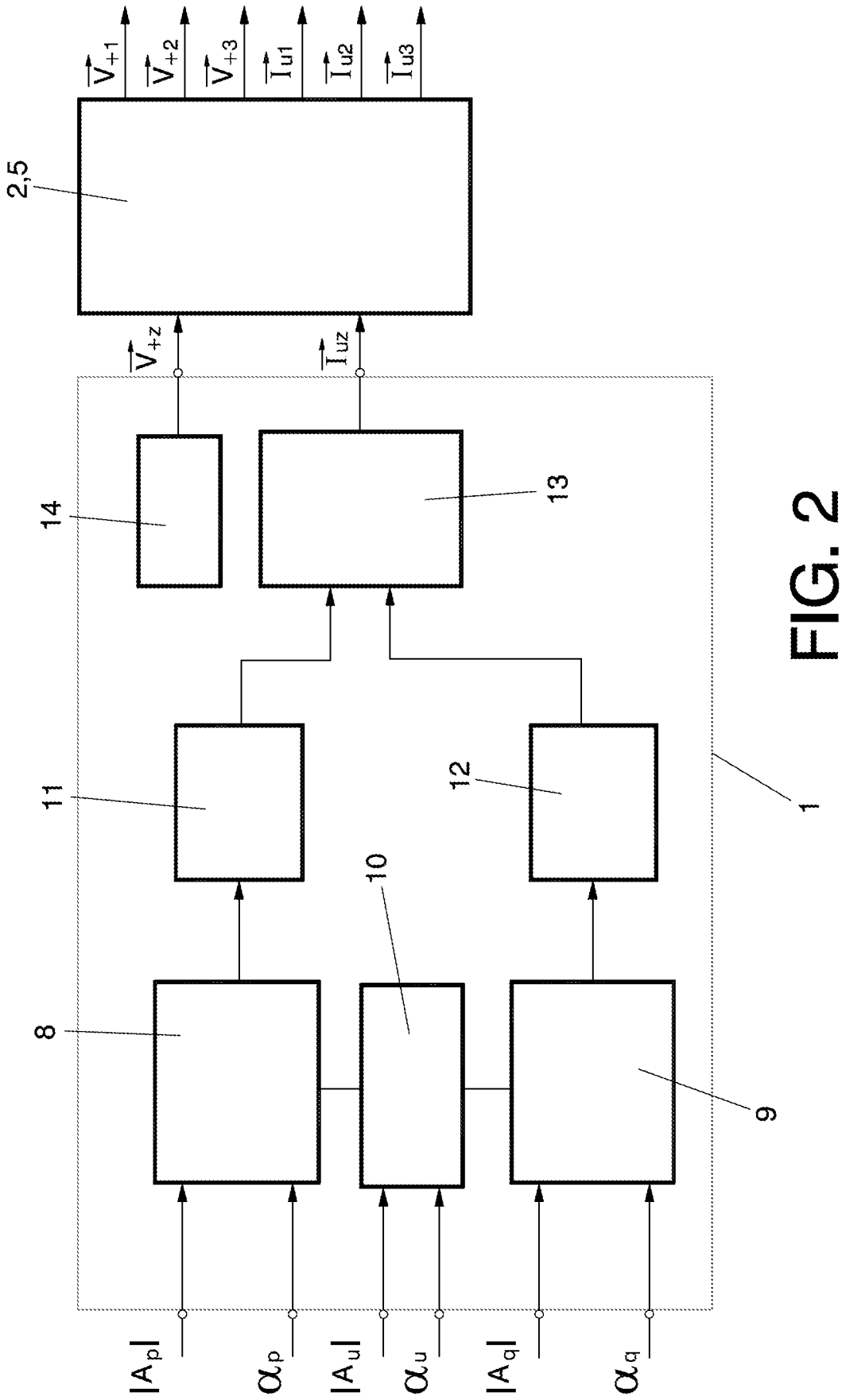

$\vec{V}_{+1}$
$\vec{V}_{+2}$
$\vec{V}_{+3}$
$\vec{I}_{u1}$
$\vec{I}_{u2}$
$\vec{I}_{u3}$
2,5
$\vec{V}_{+z}$
$\vec{I}_{uz}$
14
13
11
12
10
8
9
1
$|A_p|$
α_p
$|A_u|$
α_u
$|A_q|$
α_q

FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ES2012/070257

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R29/16 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	06/09/2009, V. LEÓN-MARTÍNEZ ET AL. "Why reactive compensators do not improve the efficiency correctly in unbalance circuits" XIX IMEKO World Congress Fundamental and Applied Metrology, 6-11 Sept. 2009, Lisboa, Portugal.	1-3
A	ES 2316280 A1 (UNIV VALENCIA POLITECNICA) 01/04/2009, claim 1, abstract.	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents , such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01/08/2012	**(08/08/2012)**
Name and mailing address of the ISA/ OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España) Facsimile No.: 91 349 53 04	Authorized officer M. Argüeso Montero Telephone No. 91 3493273

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/ES2012/070257

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
ES2316280 AB	01.04.2009	WO2008132258 A	06.11.2008
		EP2149795 A	03.02.2010
		EP20080761542	30.04.2008
		US2010121586 A	13.05.2010
		CN101720439 A	02.06.2010
		JP2010525351 A	22.07.2010

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ES2012/070257

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD
G01R29/16 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
G01R

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	06/09/2009, V. LEÓN-MARTÍNEZ ET AL. "Why reactive compensators do not improve the efficiency correctly in unbalance circuits" XIX IMEKO World Congress Fundamental and Applied Metrology, 6-11 Sept. 2009, Lisboa, Portugal.	1-3
A	ES 2316280 A1 (UNIV VALENCIA POLITECNICA) 01/04/2009, reivindicación 1, resumen.	1-3

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
01/08/2012	**08/AGOSTO/2012 (08/08/2012)**
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España) Nº de fax: 91 349 53 04	Funcionario autorizado M. Argüeso Montero Nº de teléfono 91 3493273

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/ES2012/070257

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
ES2316280 AB	01.04.2009	WO2008132258 A	06.11.2008
		EP2149795 A	03.02.2010
		EP20080761542	30.04.2008
		US2010121586 A	13.05.2010
		CN101720439 A	02.06.2010
		JP2010525351 A	22.07.2010