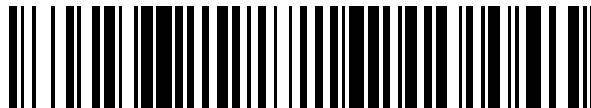


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 023**

51 Int. Cl.:

G01R 29/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2013** **E 13175647 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018** **EP 2685267**

54 Título: **Procedimiento y sistema de medición para la identificación de fases**

30 Prioridad:

10.07.2012 FR 1256637

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

22.04.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DESCHAMPS, PHILIPPE y
COUTELOU, OLIVIER**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 710 023 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

Procedimiento y sistema de medición para la identificación de fases

La presente invención se refiere a un sistema de medición de al menos una magnitud eléctrica relacionada con una instalación eléctrica, constando la instalación eléctrica de conductores eléctricos adaptados para permitir la circulación de una corriente alterna trifásica.

Este sistema de medición comprende un órgano de medición de la tensión de cada uno de los conductores eléctricos, estando cada conductor eléctrico asociado a una fase respectiva de la red alterna, una unidad de procesamiento de información adecuado para recibir los valores de las tensiones medidas y tres sensores de corriente, siendo cada sensor de corriente adecuado para medir la intensidad de la corriente que circula en el conductor eléctrico correspondiente.

La presente invención también se refiere a una estación de transformación de una corriente eléctrica que presenta una primera tensión alterna en una corriente eléctrica que presenta una segunda tensión alterna, comprendiendo esta estación de transformación tal sistema de medición.

La presente invención también se refiere a un procedimiento de medición de al menos una magnitud eléctrica con ayuda de tal sistema de medición.

Se conoce a partir del documento US 7,425,778 B2 un sistema de medición del tipo mencionado anteriormente. El sistema de medición pertenece a un relé de protección diferencial conectado al primario y secundario de un transformador. Este sistema de medición permite, en particular, detectar un posible cruce de conexiones entre fases al nivel de las entradas del relé de protección diferencial. Para este propósito, la unidad de procesamiento de información del sistema de medición calcula la corriente durante una secuencia negativa como un porcentaje de la corriente durante una secuencia positiva y declara un error de conexión cuando la cantidad de corriente durante una secuencia negativa es superior a una tasa predefinida, tal como una tasa del 10 %. Ver también los documentos WO2010/065591 y US2007/0279039.

No obstante, tal sistema de medición indica, en caso necesario, solo un error de conexión, sin proporcionar más detalles.

El objeto de la invención es, por lo tanto, proponer un sistema de medición de al menos una magnitud eléctrica relacionada con una instalación eléctrica polifásica que permita identificar la fase correspondiente a cada una de las tensiones medidas.

Para este propósito, la invención tiene por objeto un sistema de medición del tipo citado anteriormente, caracterizado porque la unidad de procesamiento comprende medios de asociación de manera predeterminada de la primera tensión medida con una primera fase de entre las tres fases, un primer dispositivo de identificación de fase correspondiente a cada una de las otras dos tensiones medidas y un segundo dispositivo de identificación de la fase correspondiente a cada una de las tres intensidades medidas.

Según otros aspectos ventajosos de la invención, el sistema de medición comprende una o varias de las siguientes características, tomadas aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- el primer dispositivo de identificación consta de primeros medios de determinación del vector de Fresnel de cada una de las tres tensiones medidas, primeros medios para calcular un vector de imagen mediante una primera rotación del vector de Fresnel de una de entre las otras dos tensiones medidas y primeros medios de comparación del vector de imagen con el vector de Fresnel de la primera tensión medida;
- un índice k_p está asociado con cada fase a identificar, siendo el índice k_p un número entero igual a 1 para la primera fase y tomando sucesivamente los valores enteros iguales a 2 y 3 para las otras fases, y el valor del ángulo de la primera rotación depende del índice k_p de la fase a identificar, siendo el valor del ángulo de la primera rotación preferentemente igual a $(k_p - 1) \times 120^\circ$;
- el segundo dispositivo de identificación consta de segundos medios de determinación del vector de Fresnel de cada una de las tres intensidades medidas, segundos medios para calcular tres vectores de imagen mediante una segunda rotación de los vectores de Fresnel de las tres intensidades medidas y los segundos medios de comparación, con un intervalo predeterminado de valores angulares, el valor del ángulo entre cada vector de imagen y un eje de referencia;
- un índice k_p está asociado con cada fase a identificar, siendo el índice k_p un número entero igual a 1 para la primera fase y tomando sucesivamente los valores enteros iguales a 2 y 3 para las otras fases, y en el que el valor del ángulo de la segunda rotación depende del índice k_p de la intensidad medida;
- el valor del ángulo de la segunda rotación es igual a $((k_p - 1) \times 120^\circ) - R$, donde R representa el valor del ángulo entre el vector de Fresnel de la primera tensión medida y el eje de referencia;
- el segundo dispositivo de identificación consta de segundos medios de determinación del vector de Fresnel de cada una de las tres intensidades medidas, y terceros medios comparación, para cada intensidad medida, coordenadas del vector de Fresnel de dicha intensidad medida con las coordenadas del vector de Fresnel de una tensión medida respectiva;

- el sistema de medición comprende, además, un dispositivo de indicación de fin de identificación adecuado para transmitir una primera señal, tal como una primera señal luminosa, cuando el primer dispositivo ha identificado la fase correspondiente a cada una de las tensiones medidas; y
- el sistema de medición está provisto, para una instalación eléctrica que consta de conductores eléctricos primarios y conductores eléctricos secundarios adecuados para permitir el flujo de corriente alterna, estando cada conductor eléctrico secundario conectado eléctricamente a un conductor eléctrico primario correspondiente, presentando el conductor primario y el conductor secundario correspondiente sustancialmente la misma tensión alterna,

en el que el sistema de medición comprende:

- 10 + un módulo primario que consta del órgano de medición de tensión, siendo el órgano de medición de la tensión adecuado para medir la tensión de cada conductor primario,
- + constando al menos un módulo secundario de los tres sensores de corriente, siendo cada sensor de corriente adecuado para medir la intensidad de la corriente que circula en el conductor secundario correspondiente, estando el o cada módulo secundario conectado al módulo primario por una conexión de datos correspondiente,
- 15 constando el módulo primario, además, de medios de transmisión, con destino al receptor de radioeléctrico del o de cada módulo secundario, un primer mensaje que contiene los valores de tensiones medidas, constando el o cada módulo secundario de medios de recepción del primer mensaje, y comprendiendo el sistema de medición medios de sincronización temporal de las intensidades medidas con respecto a las tensiones medidas.

La invención también tiene por objeto una estación de transformación de una corriente eléctrica que presenta una primera tensión alterna trifásica en una corriente eléctrica que presenta una segunda tensión alterna trifásica, comprendiendo la estación de transformación:

- una primera tabla que consta de conductores eléctricos de llegada adecuados para conectarse a una red eléctrica, estando cada conductor de llegada asociado con una fase respectiva de la primera tensión alterna,
- una segunda tabla que consta de conductores eléctricos primarios de partida y conductores eléctricos secundarios de partida, estando cada conductor secundario de partida conectado eléctricamente a un conductor primario de partida correspondiente, estando cada conductor de partida asociado con una fase respectiva de la segunda tensión alterna,
- un transformador eléctrico conectado entre la primera tabla y la segunda tabla y adecuado para transformar la primera tensión alterna en la segunda tensión alterna, y
- un sistema de medición de al menos una magnitud eléctrica relativa a la segunda tabla,

caracterizado porque el sistema de medición es tal como se definió anteriormente.

La invención también tiene por objeto un procedimiento para medir al menos una magnitud eléctrica relacionada con una instalación eléctrica, constando la instalación de conductores eléctricos adaptados para permitir la circulación de una corriente alterna trifásica, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

- 35 - la medición, por un órgano de medición, de la tensión de cada uno de los conductores eléctricos, estando cada conductor eléctrico asociado a una fase respectiva de la red alterna,
- la recepción, por una unidad de procesamiento de información, valores de las tensiones medidas,

estando el procedimiento caracterizado porque comprende, además, las siguientes etapas:

- 40 - la asociación, por la unidad de procesamiento de información, de manera predeterminada, de la primera tensión medida con una primera fase de entre las tres fases,
- la identificación, por un primer dispositivo de identificación, de la fase correspondiente a cada una de las otras dos tensiones medidas,
- la medición, por tres sensores de corriente, de la intensidad de la corriente que circula en cada uno de los conductores eléctricos, y
- 45 - la identificación, por un segundo dispositivo de identificación, de la fase correspondiente a cada una de las tres intensidades medidas.

Según otros aspectos ventajosos de la invención, el procedimiento de medición comprende una o varias de las siguientes características, tomadas aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- 50 - la etapa de identificación de la fase correspondiente a cada una de las tres intensidades medidas consta de la determinación del vector de Fresnel de cada una de las tres intensidades medidas, el cálculo de tres vectores de imagen mediante una segunda rotación de los vectores de Fresnel de las tres intensidades medidas y la comparación, con un intervalo predeterminado de valores angulares del valor del ángulo entre cada vector de imagen y un eje de referencia; y
- un índice k_p está asociado con cada fase a identificar, siendo el índice k_p un número entero igual a 1 para la primera fase y tomando sucesivamente los valores enteros iguales a 2 y 3 para las otras fases, y en el que el valor del ángulo de la segunda rotación depende del índice k_p de la intensidad medida, siendo el valor del ángulo

de la segunda rotación preferentemente igual a $((k_p-1) \times 120^\circ) - R$, donde R representa el valor del ángulo entre el vector de Fresnel de la primera tensión medida y el eje de referencia.

Estas características y ventajas de la invención aparecerán en la lectura de la descripción que seguirá, aportada únicamente a modo de ejemplo no limitativo y realizada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 - la figura 1 es una representación esquemática de una estación de transformación que comprende una primera tabla, una segunda tabla conectada a la primera tabla a través de un transformador y un sistema para medir al menos una magnitud eléctrica relativa a la segunda tabla,
- la figura 2 es una representación esquemática de un sistema de medición de la figura 1, comprendiendo el sistema de medición un módulo primario para medir la tensión, una pluralidad de módulos secundarios para
- 10 medir la intensidad y un módulo de centralización,
- la figura 3 es una representación esquemática de un módulo secundario de la figura 2,
- la figura 4 es una representación de Fresnel de las tensiones y corrientes medidas,
- la figura 5 es un diagrama de flujo de las etapas de un procedimiento, relacionadas con la identificación de la fase correspondiente a cada una de las tensiones medidas,
- 15 - la figura 6 es un diagrama de flujo de las etapas del procedimiento de medición relacionadas con la identificación de la fase correspondiente a cada una de las intensidades medidas, según un primer modo de realización de la invención, y
- la figura 7 es una vista análoga a la de la figura 6 según un segundo modo de realización de la invención.

En la figura 1, una estación 10 de transformación conectada a una red 12 eléctrica comprende una primera tabla 14, una segunda tabla 16, un transformador 18 eléctrico conectado entre la primera tabla y la segunda tabla, y un sistema 20 de medición de al menos una magnitud eléctrica relativa a la segunda tabla 16, tal como el valor de la tensión alterna y/o la corriente alterna asociada a la segunda tabla 16.

La estación 10 de transformación es adecuada para transformar la corriente eléctrica suministrada por la red 12 y presenta una primera tensión alterna, en una corriente eléctrica que presenta una segunda tensión alterna.

25 La red 12 eléctrica es una red de tensión promedio, es decir, una red cuya tensión es superior a 1000 voltios e inferior a 50000 voltios. La primera tensión trifásica es entonces una tensión promedio.

Como variante, la red 12 es una red alterna trifásica. La red 12 eléctrica es una red de alta tensión, es decir, una red cuya tensión es superior a 50000 voltios. Dicho de otro modo, la primera tensión trifásica es una alta tensión.

30 Como variante, la red 12 eléctrica es una red de tensión promedio, es decir, una red cuya tensión es superior a 1000 voltios e inferior a 50000 voltios. La primera tensión trifásica es entonces una tensión promedio.

La primera tabla 14 consta de varias llegadas 22, constando cada llegada 22 de un primer 24A, 24B, un segundo 26A, 26B, y un tercer 28A, 28B conductor de llegada. Cada primer, segundo, tercer conductor 24A, 24B, 26A, 26B, 28A, 28B de llegada está conectado a la red eléctrica a través de un respectivo disyuntor 32 de llegada respectivo. La corriente trifásica que circula en los conductores 24A, 24B, 26A, 26B, 28A, 28B de llegada correspondientes

35 presenta la primera tensión trifásica.

Le segunda tabla 16 comprende un primer 34, un segundo 36, un tercer 38 y un cuarto 39 conductores primarios y una pluralidad N de partidas 40A, 40B, ... 40N, a saber, una primera partida 40A, una segunda partida 40B una enésima partida 40N, siendo cada partida 40A, 40B, 40N adecuada para administrar una tensión trifásica.

40 Cada partida 40A, 40B, 40N es una partida de baja tensión, es decir, una partida cuya tensión es inferior a 1000 voltios. La segunda tensión trifásica es entonces una baja tensión.

Como variante, cada partida 40A, 40B, 40N es una partida de tensión promedio, es decir, una partida cuya tensión es superior a 1000 voltios e inferior a 50000 voltios. Dicho de otro modo, la segunda tensión trifásica es una tensión promedio.

45 La primera partida 40A consta de un primer 42A, un segundo 44A, un tercer 46A y un cuarto 48A conductor secundarios y tres disyuntores 50 de partida. El primer, segundo y tercer conductores 42A, 42B, 42C secundarios están conectados respectivamente al primer, segundo y tercer conductores 34, 36, 38 primarios a través de un correspondiente disyuntor 50 de partida. El cuarto conductor 48A secundario está conectado directamente al cuarto conductor 39 primario.

50 Los conductores 34, 36, 38 primarios de partida y los conductores 42A, 44A, 46A secundarios de partida correspondientes presentan sustancialmente la misma tensión, a saber, respectivamente, una primera tensión V1, una segunda tensión V2 y una tercera tensión V3 correspondientes a las tres fases de la segunda tensión trifásica. La tensión trifásica de los conductores 34, 36, 38 primarios y los conductores 42A, 44A, 46A secundarios de partida presentan una frecuencia $F_{\text{tensión}}$ y un período $P_{\text{tensión}}$.

Las otras partidas 40B, ... 40N son idénticas a la primera partida 40A descrita anteriormente, y constan de los

ES 2 710 023 T3

mismos elementos, reemplazando cada vez la letra A por la letra correspondiente B, N con respecto a las referencias de los elementos.

5 El transformador 18 eléctrico es adecuado para transformar la corriente procedente de la red eléctrica que presenta la primera tensión alterna en la corriente administrada a la segunda tabla 16 y que presenta la segunda tensión alterna. El transformador 18 eléctrico consta de los devanados 52 primarios conectados a la primera tabla 14 y devanados 54 secundarios conectados a la segunda tabla 16.

El sistema 20 de medición es adecuado para medir la tensión de cada conductor 42A, 44A, 46A, 46N secundario de partida.

10 Además, el sistema 20 de medición es adecuado para medir la intensidad de la corriente que circula en cada conductor 42A, 44A, 46A,... 46N secundario de partida.

El sistema 20 de medición, visible en la figura 2, comprende un módulo 60 primario, una pluralidad N de módulos 62A, 62B 62N secundarios, a saber, un primer módulo 62A secundario, un segundo módulo 62B secundario, no representado, ... y un enésimo módulo 62N secundaria, y un módulo 64 de centralización. Cada módulo 62A, 62N secundario está conectado al módulo 60 primario por una conexión de datos correspondiente, no representada.

15 El módulo 60 primario consta de un órgano 66 de medición de las tensiones de los conductores 34, 36, 38 primarios correspondientes, y una unidad 68 de procesamiento de información. El módulo 60 primario también consta de un emisor-receptor 70 radioeléctrico, una antena 72 radioeléctrica, cuando las conexiones de datos que conectan el módulo primario con los módulos secundarios son conexiones radioeléctricas, y un órgano 74 de alimentación eléctrica del órgano de medición, de la unidad de procesamiento de información y del emisor-receptor radioeléctrico.

20 Como variante, el módulo 60 primario consta de un emisor-receptor de infrarrojos cuando las conexiones de datos que conectan el módulo primario con los módulos secundarios son conexiones infrarrojas. Como variante, el módulo 60 primario consta de un emisor-receptor de óptico cuando las conexiones de datos que conectan el módulo primario con los módulos secundarios son fibras ópticas. Como otra variante, el módulo 60 primario consta de un emisor-receptor eléctrico cuando las conexiones de datos que conectan el módulo primario con los módulos secundarios son pares trenzados o conexiones por corriente portadora o cualquier otra conexión galvánicamente aislada.

25 El primer módulo 62A secundario consta de, para cada uno del primero 42A, segundo 44A y tercer 46A conductores secundarios, un sensor 76A de la intensidad de la corriente que circula en el conductor 42A, 44A, 46A secundario correspondiente. El primer módulo 62A secundario consta de una unidad 78A de procesamiento de información, un emisor-receptor 80A radioeléctrico y una antena 82A radioeléctrica cuando la conexión de datos que conecta el primer módulo secundario al módulo primario es una conexión radioeléctrica.

30 Como variante, el primer módulo 62A secundario consta de un emisor-receptor de infrarrojos cuando la conexión de datos que conecta el primer módulo secundario al módulo primario es una conexión infrarroja. Como variante, el primer módulo 62A secundario consta de un emisor-receptor óptica cuando la conexión de datos que conecta el primer módulo secundario al módulo primario es una fibra óptica. Como otra variante, el primer módulo 62A secundario consta de un emisor-receptor eléctrico cuando la conexión de datos que conecta el primer módulo secundario al módulo primario es un par trenzado o una conexión por corriente portadora, o cualquier otra conexión galvánicamente aislada.

35 El primer módulo 62A secundario consta también de un órgano 84A de alimentación eléctrica de la unidad de procesamiento de información y del emisor-receptor radioeléctrico. El primer módulo 62A secundario se identifica por un número único, también llamado identificador.

40 Les otros módulos 62B,..., 62N secundarios son idénticos al primer módulo 62A secundario descrito anteriormente, y constan de los mismos elementos, reemplazando cada vez la letra A por la letra B,..., N correspondiente a las referencias de los elementos. Cada uno de los otros módulos 62B,..., 62N secundarios también presenta un identificador único.

45 El módulo 64 de centralización consta de una unidad 86 de procesamiento de información, una base 88 de datos y una interfaz 90 hombre-máquina. El módulo 64 de centralización consta de un emisor-receptor 92 radioeléctrico, una antena 94 radioeléctrica y un órgano 96 de alimentación eléctrica de la unidad de procesamiento de información, de la base de datos, de la interfaz hombre-máquina y del emisor-receptor radioeléctrico.

50 El órgano 66 de medición es adecuado para medir la primera tensión V_a del primer conductor 34 primario, la segunda tensión V_b del segundo conductor 36 primario y la tercera tensión V_c del tercer conductor 38 primario. El órgano 66 de medición también es adecuado para medir la frecuencia $F_{\text{tensión}}$ de la tensión trifásica que circula a través de los conductores 34, 36, 38 primarios.

55 La unidad 68 de procesamiento de información consta de un procesador 98 y una memoria 100 adecuada para almacenar una primera aplicación 101 de identificación de la fase correspondiente a cada tensión medida V_a , V_b , V_c .

5 La memoria 100 es adecuada para almacenar un primer software 102 de muestreo, en el período $P_{\text{tensión}}$ de la tensión y con un período de muestreo P_{ech} predeterminado, del valor de la tensión medida V_a, V_b, V_c . Las muestras de la tensión medida V_a, V_b, V_c se anotan respectivamente $V_{a_m}, V_{b_m}, V_{c_m}$ donde m es un índice de muestras que varía entre 1 y N_{ech} , siendo N_{ech} un número entero que representa el número de muestras de tensión en el período de tensión $P_{\text{tensión}}$ correspondiente a una frecuencia de muestreo F_{ech} . N_{ech} también se llama número de muestras.

10 La memoria 100 es adecuada para almacenar un software 103 de asociación de manera predeterminada desde la primera tensión medida V_a con la primera fase, de modo que la tensión medida V_a se considera igual a V_1 . La memoria 100 es adecuada para almacenar un primer software 104 de determinación de K coeficiente de una transformada de las muestras $V_{a_m}, V_{b_m}, V_{c_m}$ de cada tensión medida, siendo K un número entero superior o igual a 1.

La transformada es, por ejemplo, una transformada de Fourier, y el primer software 104 de determinación es adecuado para calcular k coeficiente(s) de $\text{Re}_k(V_j), \text{Im}_k(V_j)$ de la descomposición en serie de Fourier de las muestras $V_{a_m}, V_{b_m}, V_{c_m}$ de cada tensión medida V_a, V_b, V_c , con k comprendido entre 1 y K , y j respectivamente igual a a, b y c .

15 Los coeficientes $\text{Re}_k(V_j)$ y $\text{Im}_k(V_j)$ satisfacen las siguientes ecuaciones, estando k comprendido entre 1 y K :

$$\text{Re}_k(V_j) = \sum_{m=1}^{N_{\text{ech}}} V_{j_m} \times \cos(2 \times \Pi \times F_{\text{tensión}} \times k \times m \times T) \quad (1)$$

$$\text{Im}_k(V_j) = \sum_{m=1}^{N_{\text{ech}}} V_{j_m} \times \text{sen}(2 \times \Pi \times F_{\text{tensión}} \times k \times m \times T) \quad (2)$$

donde T representa el período de muestreo, también anotado como P_{ech} .

Los primeros coeficientes $\text{Re}_1(V_j)$ y $\text{Im}_1(V_j)$ también se llaman coeficientes armónicos y se corresponden respectivamente con la abscisa y a la ordenada del vector de Fresnel de la tensión medida V_j correspondiente.

20 El primer software 104 de determinación forma, entonces, un software de determinación del vector de Fresnel de cada una de las tres tensiones medidas.

A continuación, las anotaciones $V_a, V_b, V_c, V_1, V_2, V_3$ se usan indistintamente para la tensión correspondiente y para el vector de Fresnel asociado con esta tensión.

25 La memoria 100 también es adecuada para almacenar un primer software 105 de cálculo de un vector de imagen $\text{Ph}_{\theta 1}(V_j)$ mediante una primera rotación del vector de Fresnel de una tensión de entre las dos tensiones medidas V_b, V_c que no sea la primera tensión medida V_a , siendo j igual a b o c . El vector de imagen $\text{Ph}_{\theta 1}(V_j)$ calculado con ayuda del primer software 105 de cálculo satisface, entonces, la siguiente ecuación:

$$\text{Ph}_{\theta 1}(V_j) = [\cos(\theta 1) \times \text{Re}(V_j) - \text{sen}(\theta 1) \times \text{Im}(V_j)] + i \times [\cos(\theta 1) \times \text{Im}(V_j) + \text{sen}(\theta 1) \times \text{Re}(V_j)] \quad (3)$$

30 La memoria 100 también es adecuado para de almacenar un primer software 106 de comparación de cada vector de imagen $\text{Ph}_{\theta 1}(V_j)$ con el vector de Fresnel de la primera tensión medida V_a .

El primer software 104 de determinación, el primer software 105 de cálculo y el primer software 106 de comparación forman la primera aplicación 101 de identificación, siendo la primera aplicación 101 de identificación adecuada para identificar la fase correspondiente a cada una de las otras dos tensiones medidas, estando la primera tensión medida asociada con la primera fase de manera predeterminada por el software 103 de asociación.

35 La memoria 100 es adecuada para almacenar un software 107 de transmisión de un primer mensaje M_1 con destino a cada módulo $62A, \dots, 62N$ secundario y el módulo 64 de centralización, y un software 108 de distribución de un monetiforme único a los módulos $62A, \dots, 62N$ secundarios sucesivamente.

40 La memoria 100 es también adecuada para almacenar un primer software 109 de indicación de fin de identificación, adecuado para transmitir una primera señal, tal como una primera señal luminosa, cuando la primera aplicación 101 de identificación ha identificado la fase correspondiente a cada una de las tensiones medidas.

El primer mensaje M_1 contiene, en particular, una señal que permite la sincronización temporal de las muestras de la intensidad medida mediante un sensor $76A, \dots, 76N$ de corriente correspondiente a las muestras de la tensión medida, el período de muestreo P_{ech} y los coeficientes $\text{Re}_k(V_j), \text{Im}_k(V_j)$ de las descomposiciones en serie de

Fourier de las tres tensiones Va, Vb, Vc hasta el armónico K, calculado con ayuda del primer software 104 de determinación.

5 Dos posibles procedimientos de sincronización entre el módulo primario y los módulos secundarios se describen en las solicitudes de patente FR 11 57170 y FR 12 54796, respectivamente, presentadas el 4 de agosto de 2011 y el 24 de mayo de 2012, respectivamente, por el solicitante de la presente solicitud. Esta sincronización permite el cálculo de la energía eléctrica de la corriente que circula en el conductor 42A, 44A, 46A secundario correspondiente.

10 El primer mensaje M1 también contiene el identificador del módulo secundario que estará autorizado para transmitir su segundo mensaje con destino al módulo 64 de centralización después de la recepción del primer mensaje M1. El identificador del módulo secundario autorizado para transmitir su información de medición se determina con ayuda del software 108 de distribución de monetiforme único, permitiendo el identificador del módulo contenido en el primer mensaje M1 designar el módulo secundario al que se ha asignado el monetiforme único.

15 El primer emisor-receptor 70 radioeléctrico es conforme al protocolo de comunicación ZIGBEE o ZIGBEE GREEN POWER basado en el estándar IEEE-802.15.4. Como variante, el primer emisor-receptor radioeléctrico 70 es conforme al estándar IEEE-802.15.1, también conocido como el estándar Bluetooth, o el estándar IEEE-802.15.2. Como otra variante, el emisor-receptor 70 radioeléctrico es conforme al estándar IEEE-802-11, también llamado estándar WiFi, o cualquier otro protocolo de radio propietario.

20 La antena 72 radioeléctrica está adaptada para transmitir dos señales radioeléctricas con destino a las antenas 82A,..., 82N de los módulos secundarios y a la antena 94 del módulo de centralización, y también para recibir señales radioeléctricas de dichas antenas 82A,..., 82N, 94. Dicho de otro modo, el módulo 60 primario está conectado a cada uno de los módulos 62A,..., 62N secundarios y el módulo 64 de centralización por una conexión radioeléctrica correspondiente.

El órgano 74 de alimentación es adecuado para alimentar eléctricamente el órgano 66 de medición, la unidad 68 de procesamiento de información y el emisor-receptor 70 radioeléctrico a partir de la tensión trifásica que circula a través de los conductores 34, 36, 38 primarios.

25 Cada sensor 76A de intensidad del primer módulo 62A secundario es adecuado para medir una intensidad respectiva de entre una primera intensidad I1A que circula en el primer conductor 42A secundario de partida, una segunda intensidad I2A que circula en el segundo conductor 44A secundario de partida y una tercera intensidad I3A que circula en el tercer conductor 46A secundario de partida.

30 Cada captador 76A de la intensidad, también llamado sensor de corriente, consta de un primer 110A toro dispuesto alrededor del conductor 42A, 44A, 46A secundario de partida correspondiente y un primer devanado 112A dispuesto alrededor del primer toro, como se representa en la figura 3. La circulación de la corriente a través del correspondiente conductor secundario de partida es adecuada para generar una corriente inducida proporcional a la intensidad de la corriente en el primer devanado 112A. El primer toro 110A es un toro de Rogowski. El primer toro 110A es preferentemente de toro de apertura para facilitar su disposición alrededor de los conductores correspondientes.

35 Para cada sensor 76A de corriente, la circulación de la corriente a través del conductor secundario de partida correspondiente es adecuada para generar una señal proporcional a la intensidad de la corriente en el primer 112A devanado.

40 La unidad 78A de procesamiento de información visible en la figura 2, consta de un procesador 114A de datos, y una memoria 116A asociada con el procesador de datos y adecuada para almacenar un segundo software 118A de muestreo, en el período de tensión P_{tensión}, los valores de la primera, segunda y tercera intensidades IxA, IyA, IZA medidas. En interés de la simplificación, las intensidades IxA, IyA, IZA son anotadas más tarde por Ix, Iy, Iz.

45 La memoria 116A es adecuada para almacenar un software 119A de recepción del primer mensaje M1, un software 120A de sincronización temporal de cada sensor 76A de corriente con respecto al órgano 66 de medición de la tensión. La memoria 116A es adecuada para almacenar un segundo software 121A de determinación de K coeficientes de la transformada de las muestras I_{xm}, I_{ym}, I_{zm} de cada intensidad medida, Siendo K superior o igual a 1. En el modo de realización descrito, la transformada es la transformada de Fourier, y el segundo software 121A de determinación es adecuado para calcular k coeficientes Re_k(Ij), Im_k(Ij) de la descomposición en serie de Fourier de las muestras I_{xm}, I_{ym}, I_{zm} de cada intensidad medida Ix, Iy, Iz, con k comprendido entre 1 y K, y j respectivamente

50 Los coeficientes Re_k(Ij) y Im_k(Ij) satisfacen las siguientes ecuaciones, estando k comprendido entre 1 y K:

$$Re_k(Ij) = \sum_{m=1}^{N_{ech}} Ij_m \times \cos(2 \times \Pi \times F_{tensión} \times k \times m \times T) \quad (4)$$

$$Im_k(I_j) = \sum_{m=1}^{N_{ech}} I_{j_m} \times \text{sen} \left(2 \times \Pi \times F_{\text{tensión}} \times k \times m \times T \right) \quad (5)$$

donde T representa el período de muestreo, también anotado como P_{ech} .

Los primeros coeficientes $Re_1(I_j)$ y $Im_1(I_j)$ también se llaman coeficientes armónicos y se corresponden respectivamente con la abscisa y a la ordenada del vector de Fresnel de la intensidad medida V_j correspondiente.

- 5 El segundo software 121A de determinación forma, entonces, un software de determinación del vector de Fresnel de cada una de las tres intensidades medidas.

A continuación, las anotaciones I_x , I_y , I_z , I_1 , I_2 , I_3 se usan indistintamente para la intensidad correspondiente y para el vector de Fresnel asociado con esta intensidad.

- 10 La memoria 116 es adecuada para almacenar un segundo software 122A de cálculo de tres vectores de imagen $Ph_{\theta 2}(I_j)$ mediante una segunda rotación de los vectores de Fresnel de las tres intensidades medidas I_x , I_y , I_z , siendo j igual a x , y y z .

Los vectores de imagen $Ph_{\theta 2}(I_j)$ calculados con ayuda del segundo software 122A de cálculo satisfacen, entonces, la siguiente ecuación:

$$Ph_{\theta 2}(I_j) = [\cos(\theta 2) \times Re(I_j) - \text{sen}(\theta 2) \times Im(I_j)] + i \times [\cos(\theta 2) \times Im(I_j) + \text{sen}(\theta 2) \times Re(I_j)] \quad (6)$$

- 15 La memoria 116 también es adecuada para almacenar un segundo software 124A de comparación, con un intervalo predeterminado de valores angulares, del valor del ángulo entre cada vector $Ph_{\theta 2}(I_j)$ de imagen y un eje de referencia X visible en la figura 4.

- 20 El segundo software 121A de determinación, el segundo software 122A de cálculo y el segundo software 124A de comparación forman una segunda aplicación 125A de identificación de fase correspondiente a cada una de las tres intensidades medidas I_x , I_y , I_z .

La memoria 116 también es adecuada para almacenar un segundo software 126A de indicación de final de identificación, adecuado para transmitir una segunda señal, tal como una segunda señal luminosa, cuando la segunda 125A aplicación de identificación ha identificado la fase correspondiente a cada una de las intensidades medidas.

- 25 La memoria 116A es adecuada para almacenar un software 127A de cálculo de la energía eléctrica E_1+ , E_1- , E_2+ , E_2- , E_3+ , E_3- de la corriente que circula en el conductor 42A, 44A, 46A secundario correspondiente y un software 128A de transmisión de un segundo mensaje M2A con destino al módulo 64 de centralización.

- 30 El segundo mensaje M2A contiene el identificador del primer módulo 62A secundario, los valores de energías activas E_1+ , E_1- , E_2+ , E_2- , E_3+ , E_3- para el conjunto de las tres fases de la tensión trifásica calculadas por el software 123A de cálculo.

El emisor-receptor 80A radioeléctrico es del mismo tipo que el emisor-receptor 70 radioeléctrico.

La antena 82A radioeléctrica, del mismo tipo que la antena 72 radioeléctrica, está adaptada para recibir señales radioeléctricas de la antena 72 del módulo primario y la antena 94 del módulo de centralización y también para transmitir señales radioeléctricas a las antenas 72, 94.

- 35 El órgano 84A de alimentación, visible en la figura 3, es capaz de alimentar la unidad 78A de procesamiento de información y el emisor-receptor 80A radioeléctrico. El órgano 84A de alimentación consta de, para cada uno del primero 42A, segundo 44A y tercer 46A conductores secundarios, un segundo 130A toro dispuesto alrededor del conductor 42A, 44A, 46A secundario correspondiente y un segundo 132A devanado dispuesto alrededor del segundo toro. La circulación de la corriente en el conductor 42A, 44A, 46A secundario correspondiente está adaptado para generar una corriente inducida en el segundo devanado 132A.

El órgano 84A de alimentación consta de un convertidor 134A conectado a cada uno de los segundos devanados 132A y adecuado para entregar una tensión predeterminada a la unidad 78A de procesamiento de información y al emisor-receptor 80A radioeléctrico. Cada segundo toro 130A es un toro de hierro. Cada segundo 130A toro es preferentemente un toro de apertura para facilitar su disposición alrededor de los conductores correspondientes.

- 45 Dicho de otro modo, el módulo 62A secundario es autoalimentado a través del órgano 84A de alimentación que consta de los segundos 130A toros adaptados para recuperar la energía magnética procedente del flujo de circulación en los conductores 42A, 44A, 46A secundarios correspondientes.

Los elementos de los otros módulos 62B, ..., 62N secundarios y, respectivamente, los segundos mensajes M2B,

M2N, son idénticos a los elementos del primer módulo 62A secundario y, respectivamente, al segundo mensaje M2A, descritos anteriormente, y constan de los mismos subelementos, reemplazando cada vez la letra A por la letra correspondiente B N con respecto a las referencias de los subelementos.

5 La unidad 86 de procesamiento de información del módulo de centralización, visible en la figura 2, consta de un procesador 136 de datos y una memoria 138 asociada con el procesador y adecuada para almacenar un software 140 de recepción del primer y segundo mensaje M1, M2A,..., M2N, un software 142 para grabar en la base 88 de datos información contenida en los mensajes M1, M2A,..., M2N recibidos. La memoria 138 es adecuada para almacenar un software 144 de procesamiento de dicha información recibida, un software 146 de visualización de datos y software 148 de transmisión de datos con destino a un servidor remoto, no representado.

10 La interfaz 90 hombre-máquina consta de una pantalla de visualización y un teclado de entrada, no representados. Como variante, la interfaz 90 hombre-máquina consta de una pantalla táctil y la entrada de datos se realiza mediante teclas táctiles que se muestran en la pantalla. Como variante, la interfaz hombre-máquina es desviada a un teléfono móvil, una tableta o un ordenador portátil mediante una conexión de radio, tal como una conexión de acuerdo con el estándar WiFi, una conexión de acuerdo con el estándar Bluetooth, una conexión de campo cercano, también llamada conexión NFC (del inglés *Near Field Communication*), o, incluso, una conexión de radioidentificación, también llamada conexión RFID (del inglés *Radio Frequency IDentification*).

El emisor-receptor 92 radioeléctrico es del mismo tipo que los emisores-receptores 70, 80A radioeléctricos, ..., 80N.

20 La antena 94 radioeléctrica, del mismo tipo que las antenas 72, 82A,..., 82N radioeléctricas, está adaptada para recibir señales radioeléctricas de la antena 72 del módulo primario y de las antenas 82A,..., 82N de los módulos secundarios y también para transmitir señales radioeléctricas con destino a dichas antenas 72, 82A,..., 82N.

El funcionamiento del sistema 20 de medición se explicará ahora con ayuda de las figuras 5 y 6.

Las etapas, visibles en la figura 5, del procedimiento de medición implementado por el módulo 60 primario para la identificación de la fase correspondiente a cada una de las tres tensiones medidas Va, Vb, Vc se describirán ahora.

25 Durante la primera etapa 150, el módulo 60 primario se inicia y mide la frecuencia $F_{\text{tensión}}$ de la tensión trifásica de los conductores 34, 36, 38 primarios. La frecuencia $F_{\text{tensión}}$ de la tensión trifásica es igual a la frecuencia de la red, tal como 50 Hz, por ejemplo, en Europa y 60 Hz, por ejemplo, en Estados Unidos.

Durante esta primera etapa 150, el módulo 60 primario mide la primera, segunda y tercera tensión Va, Vb, Vc con ayuda de su órgano 66 de medición y muestrea los valores medidos de las tensiones Va, Vb, Vc con ayuda de su primer software 102 de muestreo.

30 La frecuencia de muestreo F_{ech} es un múltiplo de la tensión de frecuencia $F_{\text{tensión}}$ de la tensión trifásica igual a la inversa del período $P_{\text{tensión}}$ de dicha tensión trifásica medida previamente. El período $P_{\text{tensión}}$ de la tensión trifásica es igual al período de la red, o bien, aproximadamente 20 ms en Europa y aproximadamente 16,66 ms en Estados Unidos.

35 En el modo de realización descrito, la frecuencia de muestreo F_{ech} presenta, por ejemplo, un valor igual a 7200 Hz y el número de muestras N_{ech} por período de 20 ms es entonces igual a 144.

Durante la etapa 150, con el fin de optimizar la precisión de la medición de la energía, el período $P_{\text{tensión}}$ de la tensión se mide regularmente, tal como cada diez segundos, con el fin de tener en cuenta las variaciones en el momento de la misma.

40 Durante la etapa 155 siguiente, el software 103 de asociación primero asocia de manera predeterminada la primera tensión medida Va con la primera fase. Dicho de otro modo, la primera tensión medida Va se supone igual a la tensión V1.

El primer software 104 de determinación determina, a continuación, durante la etapa 160 siguiente, el o los primeros coeficientes $\text{Re}_k(V_j)$ y $\text{Im}_k(V_j)$ de cada una de las tensiones medidas Va, Vb, Vc con ayuda de las ecuaciones (1) y (2), donde j es igual a a, b, o c y k está comprendido entre 1 y K.

45 Durante esta etapa 160, el primer software 105 de cálculo, con ayuda de la ecuación (3), el vector de imagen $\text{Ph}_{\theta 1}(V_j)$ mediante la primera rotación del vector de Fresnel de una de entre las otras dos tensiones medidas, donde $\theta 1$ designa el ángulo de la primera rotación. Asociando un índice k_p a cada fase a identificar, siendo el índice k_p un número entero igual a 1 para la primera fase y tomando los valores enteros iguales a 2 o 3 para las otras dos fases, el valor del ángulo $\theta 1$ de la primera rotación depende del índice k_p de la fase a identificar.

50 El valor, expresado en grados, del ángulo $\theta 1$ de la primera rotación es, por ejemplo, definido por la siguiente ecuación:

$$\theta 1 = (k_p - 1) \times 120^\circ \quad (7)$$

5 El primer dispositivo 101 de identificación primero busca identificar la tensión medida correspondiente a la segunda fase, siendo la tensión medida correspondiente a la tercera fase identificada por deducción. El primer software 105 de cálculo calcula, entonces, el vector de imagen Ph₁₂₀(V_j) mediante la primera rotación del vector de Fresnel de una de entre las otras dos tensiones medidas, tales como el vector de imagen correspondiente a la segunda tensión medida V_b. El índice k_p asociado con la segunda fase a identificar es igual a 2, y el ángulo θ₁ de la primera rotación es, entonces, igual a 120°.

10 Después de la rotación de 120° del vector Fresnel V_b de la segunda tensión medida, el primer software 106 de comparación compara el vector de imagen Ph₁₂₀(V_b) obtenido con el vector de Fresnel V₁ de la primera tensión medida. La comparación consiste, por ejemplo, en comparar los primeros coeficientes de la descomposición en serie de Fourier del vector de imagen Ph₁₂₀(V_b) con los primeros coeficientes correspondientes del vector de Fresnel V₁ de la primera tensión medida según las siguientes desigualdades:

$$\text{Re}_1(V_1) - C1 \times \text{Mod}(V_1) < \text{Re}_1(\text{Ph}_{120}(V_b)) < \text{Re}_1(V_1) + C1 \times \text{Mod}(V_1) \quad (8)$$

$$\text{Im}_1(V_1) - C1 \times \text{Mod}(V_1) < \text{Im}_1(\text{Ph}_{120}(V_b)) < \text{Im}_1(V_1) + C1 \times \text{Mod}(V_1) \quad (9)$$

15 donde C1 es un primer factor, y Mod(V₁) representa el módulo del vector de Fresnel V₁ de la primera tensión medida.

Según las desigualdades (8) y (9), la comparación entre el vector de imagen Ph₁₂₀(V_b) y el vector de Fresnel V₁ de la primera tensión medida se lleva a cabo con una primera tolerancia de error igual a C1 veces el módulo del vector de Fresnel de la primera tensión medida V₁ a la vez en abscisa y ordenada.

20 En el modo de realización descrito, el primer factor C1 es igual a 0,1, la primera tolerancia de error corresponde a una primera tolerancia angular del orden de +/-6° a +/-8°.

25 Si se respetan las desigualdades (8) y (9), es decir, si la rotación de 120° del vector de Fresnel Ph₁₂₀(V_b) de la segunda tensión medida coincide sustancialmente con el vector de Fresnel V₁ de la primera tensión medida, entonces, el primer software 106 de comparación considera en la etapa 165 que la segunda tensión medida V_b corresponde a la segunda fase, e infirió que la tercera tensión medida V_c corresponde a la tercera fase. Dicho de otro modo, V_b es igual a V₂ y V_c es igual a V₃.

El primer software 109 de indicación finalmente señala durante la etapa 170 la localización correcta de las sondas de tensión emitiendo una primera señal, tal como una primera señal luminosa con ayuda de diodos electroluminiscentes, no representados, para indicar que la primera aplicación 101 de identificación ha identificado la fase correspondiente a cada una de las tensiones medidas V_a, V_b, V_c.

30 Si, durante la etapa 160, el resultado de la comparación según las desigualdades (8) y (9), entre el vector de imagen Ph₁₂₀(V_b) de V_b por rotación de 120° y el vector de Fresnel V₁ de la primera tensión medida es negativo, entonces, el primer software 105 de cálculo calcula, de manera análoga, durante la etapa 175, el vector de imagen Ph₁₂₀(V_c) mediante la primera rotación de 120° del vector de Fresnel V_c de la tercera tensión medida, y el primer software 106 de comparación compara de manera análoga el vector de imagen obtenido Ph₁₂₀(V_c) con el vector de Fresnel V₁ de la primera tensión medida según las siguientes desigualdades:

$$\text{Re}_1(V_1) - C1 \times \text{Mod}(V_1) < \text{Re}_1(\text{Ph}_{120}(V_c)) < \text{Re}_1(V_1) + C1 \times \text{Mod}(V_1) \quad (10)$$

$$\text{Im}_1(V_1) - C1 \times \text{Mod}(V_1) < \text{Im}_1(\text{Ph}_{120}(V_c)) < \text{Im}_1(V_1) + C1 \times \text{Mod}(V_1) \quad (11)$$

40 Si el resultado de la comparación es positivo, es decir, si la rotación de 120° del vector Fresnel V_c de la tercera tensión medida es igual, a la primera tolerancia de error, después, al vector de Fresnel V₁ de la primera tensión medida, entonces, el primer software 106 de comparación considera, durante la etapa 180, que la tercera tensión medida V_c corresponde a la segunda fase, y por deducción, que la segunda tensión medida V_b corresponde a la tercera fase. Dicho de otro modo, V_c es igual a V₂ y V_b es igual a V₃.

45 Como resultado de la etapa 180, el procedimiento pasa, de manera análoga, en la etapa 170, de modo que el primer software 109 de indicación señala la localización correcta del conjunto de las sondas de tensión, es decir, que la primera aplicación 101 de identificación ha identificado la fase correspondiente a cada una de las tensiones medidas V_a, V_b, V_c.

Si el resultado de la comparación realizada durante la etapa 175 es negativo, entonces, el procedimiento vuelve a la etapa 150.

50 También es probable que esto se produzca en el caso de un desfase relativamente importante entre las diferentes tensiones medidas V_a, V_b, V_c, de modo que después de la rotación del vector de Fresnel de una de las otras tensiones medidas V_b, V_c, el vector de imagen obtenido Ph₁₂₀(V_b), Ph₁₂₀(V_c) no es igual, a la primera tolerancia de error, después, al vector de Fresnel V₁ de la primera tensión medida. También es probable que esto ocurra si hay una gran diferencia en las amplitudes de las tensiones V_a, V_b y V_c.

ES 2 710 023 T3

El módulo 60 primario envía periódicamente el primer mensaje M1 con destino a cada uno de los módulos 62A,... 62N secundarios y el módulo 64 de centralización. El período de transmisión $P_{transmisión}$ está predeterminado, y preferentemente es igual a 1 segundo. El primer mensaje M1 se emite así cada segundo.

5 Después de la transmisión del primer mensaje M1, el módulo 60 primario mide la tensión Va de nuevo, Vb, Vc de los conductores 34, 36, 38 primarios.

Las etapas, visibles en la figura 6, del procedimiento de medición implementado por los módulos secundarios 62A, ... 62N para la identificación de la fase correspondiente a cada una de las tres intensidades medidas lx, ly, lz se describirán ahora para el primer módulo 62A secundario.

10 Durante la etapa 200, el primer módulo 62A secundario se inicia y abre una ventana deslizante de recepción del primer mensaje M1 con ayuda de su software 119A de recepción. La ventana de recepción es una ventana que presenta una duración de unas pocas decenas de milisegundos que el primer módulo 62A secundario desliza en el tiempo.

15 Durante la recepción del primer mensaje M1, el primer módulo 62A secundario verifica que el primer mensaje M1 contiene la señal de sincronización y el software 120A de sincronización luego se inicializa, en la fecha de recepción del primer mensaje M1, un contador destinado a aumentar a un valor correspondiente al período de transmisión del primer mensaje de transmisión $P_{transmisión}$. El módulo 62A secundario entonces regresa automáticamente a la etapa 200 de recepción aproximadamente un milisegundo antes de la recepción esperada del siguiente primer mensaje M1. El software 120A de sincronización también vuelve a sincronizar el muestreo con ayuda del valor del período de muestreo P_{ech} contenido en el primer mensaje M1 y la fecha de recepción del primer mensaje M1.

20 La fecha de recepción del primer mensaje M1 es la fecha de referencia para la sincronización del primer módulo 62A secundario con respecto al módulo 60 primario, y más precisamente para la sincronización de la medición de las intensidades lxA, lyA, lzA, anotados en lo sucesivo lx, ly, lz, con relación a la medición de las tensiones Va, Vb, Vc.

Si el primer mensaje M1 secundario no detecta el primer módulo 62A secundario, la ventana de recepción se cierra y no se realiza ninguna sincronización.

25 El primer módulo 62A secundario mide entonces, durante esta etapa 200 ya través de sus sensores de corriente 76A, cada uno de la primera, segunda y tercera intensidades lx, ly, lz. El segundo software 118A de muestreo muestrea, además, los valores medidos de las tres intensidades lx, ly, lz, habiéndose reiniciado previamente el tiempo de inicio del muestreo para asegurar la sincronización temporal del sensor 76A de intensidad con respecto al órgano 66 de medición de la tensión.

30 Durante la etapa 210, el segundo software 121A de determinación comienza determinando, con ayuda de las ecuaciones (4) y (5), el primer coeficiente o coeficientes $Re_k(lj)$ y $Im_k(lj)$ de cada una de las intensidades medidas lx, ly, lz, donde j es igual a x, y, z y k está k comprendido entre 1 y K.

35 El segundo software 122A de cálculo determina entonces un desfase R de la primera tensión medida V1, es decir, el ángulo entre el vector V1 de Fresnel de la primera tensión medida y el eje de referencia X, con ayuda de las ecuaciones siguientes:

$$\text{Si } Re_1(V1) > 0, \text{ entonces } R = \arctan\left(\frac{Im_1(V1)}{Re_1(V1)}\right) \quad (12)$$

$$\text{Si } Re_1(V1) < 0, \text{ entonces } R = 180^\circ + \arctan\left(\frac{Im_1(V1)}{Re_1(V1)}\right) \quad (13)$$

40 Durante las etapas 220 a 260, el segundo software 122A de cálculo calcula sucesivamente los vectores de imagen $Ph_θ2(lj)$ mediante la segunda rotación de los vectores de Fresnel de las intensidades medidas con ayuda de la ecuación (6), donde $θ2$ designa el ángulo de la segunda rotación. El valor del ángulo $θ2$ de la segunda rotación depende del índice k_p de la fase a identificar.

El valor, expresado en grados, del ángulo $θ2$ de la segunda rotación es, por ejemplo, definido por la siguiente ecuación:

$$θ2 = (k_p - 1) \times 120^\circ - R \quad \text{con } k_p \text{ igual } 1, 2 \text{ o } 3 \quad (14)$$

45 La segunda aplicación 125A de identificación busca primero, durante las etapas 220 y 230, identificar la intensidad medida correspondiente a la primera fase. El segundo software 122A de cálculo, entonces, calcula un vector de imagen $Ph_S(lj)$ mediante la segunda rotación del vector de Fresnel de la intensidad medida lj, tal como el vector de imagen $Ph_S(lx)$ correspondiente a la primera intensidad medida lx, donde S es igual a -R. El índice k_p asociado con la primera fase a identificar es igual a 1, y el ángulo $θ2$ de la segunda rotación es, entonces, igual a -R, o bien, S.

50 Después de la rotación de S del vector de Fresnel lj de la intensidad medida, el segundo software 124A de comparación compara el ángulo entre el vector de imagen $Ph_S(lj)$ obtenido y el eje de referencia X con un intervalo

predeterminado de valores angulares comprendidos entre un primer valor negativo $-\alpha_{1\text{ref}}$ y un segundo valor positivo $\alpha_{2\text{ref}}$. La comparación consiste, por ejemplo, en comparar los valores de las tangentes de estos diferentes ángulos según la siguiente desigualdad:

$$-\tan(\alpha_{1\text{ref}}) < \frac{\text{Im}_1(\text{Ph}_S(l_j))}{\text{Re}_1(\text{Ph}_S(l_j))} < \tan(\alpha_{2\text{ref}}) \quad (15)$$

5 En el ejemplo de realización de la figura 6, el primer valor negativo $-\alpha_{1\text{ref}}$ es igual a -30° y el segundo valor positivo $\alpha_{2\text{ref}}$ es igual a $+30^\circ$.

Si la inequación (15) es verificada por la primera intensidad medida I_x , es decir, para j igual a x , entonces, el segundo software 124A de comparación considera durante la etapa 230 que la primera intensidad medida corresponde a la primera fase, es decir, I_x es igual a I_1 y pasa a la etapa 240.

10 De lo contrario, el segundo software 122A de cálculo continúa a la etapa 220 calculando el vector de imagen $\text{Ph}_S(l_y)$ correspondiente a la segunda intensidad medida I_y , luego compara, de manera análoga con ayuda de la desigualdad (15), el ángulo entre el vector de imagen $\text{Ph}_S(l_y)$ y el eje de referencia X con el intervalo predeterminado de valores angulares $]-\alpha_{1\text{ref}}; \alpha_{2\text{ref}}[$.

15 Si la desigualdad (15) es verificada por la segunda intensidad medida I_y , entonces, el segundo software 124A de comparación considera durante la etapa 230 que la segunda intensidad medida corresponde a la primera fase, es decir, I_y es igual a I_1 y pasa a la etapa 240.

20 De lo contrario, el segundo software 122A de cálculo continúa a la etapa 220 calculando el vector de imagen $\text{Ph}_S(l_z)$ correspondiente a la tercera intensidad medida I_z , luego compara, de manera análoga con ayuda de la desigualdad (15), el ángulo entre el vector de imagen $\text{Ph}_S(l_z)$ y el eje de referencia X con el intervalo predeterminado de valores angulares $]-\alpha_{1\text{ref}}; \alpha_{2\text{ref}}[$.

Si la desigualdad (15) es verificada por la tercera intensidad medida I_z , entonces, el segundo software 124A de comparación considera durante la etapa 230 que la tercera intensidad medida corresponde a la primera fase, es decir, I_z es igual a I_1 y pasa a la etapa 240.

25 De lo contrario, el segundo software 122A de cálculo también pasa a la etapa 240, ya que la identificación con la primera fase ha sido probada para todas las intensidades medidas I_x, I_y, I_z .

30 La segunda aplicación 125A de identificación entonces busca, durante las etapas 240 y 250, identificar de manera análoga la intensidad medida correspondiente a la segunda fase. El segundo software 122A de cálculo, entonces, calcula un vector de imagen $\text{Ph}_{120}(\text{Ph}_S(l_j))$ mediante la segunda rotación del vector de Fresnel de la intensidad medida I_j , sucesivamente para la primera, segunda y tercera intensidades medidas I_x, I_y, I_z , hasta que se haya identificado la intensidad medida correspondiente a la segunda fase o hasta que se hayan probado todas las intensidades medidas I_x, I_y, I_z .

El índice k_p asociado con la segunda fase a identificar es igual a 2, y el ángulo θ_2 de la segunda rotación es, entonces, igual a $120^\circ - R$, o sea, $120^\circ + S$. El experto en la materia notará que $\text{Ph}_{120}(\text{Ph}_S(l_j))$ es igual a $\text{Ph}_{(120+S)}(l_j)$.

35 Después de cada rotación de $120^\circ + S$ del vector de Fresnel de la intensidad medida I_j , el segundo software 124A de comparación compara el ángulo entre el vector de imagen $\text{Ph}_{120}(\text{Ph}_S(l_j))$ obtenido y el eje de referencia X con el intervalo predeterminado de valores angulares $]-\alpha_{1\text{ref}}; \alpha_{2\text{ref}}[$.

La comparación consiste, por ejemplo, en comparar los valores de las tangentes de estos diferentes ángulos según la siguiente desigualdad:

$$40 \quad -\tan(\alpha_{1\text{ref}}) < \frac{\text{Im}_1(\text{Ph}_{120}(\text{Ph}_S(l_j)))}{\text{Re}_1(\text{Ph}_{120}(\text{Ph}_S(l_j)))} < \tan(\alpha_{2\text{ref}}) \quad (16)$$

Si la desigualdad (16) es verificada por la tercera intensidad medida I_j , entonces, el segundo software 124A de comparación considera durante la etapa 250 que dicha intensidad medida I_j corresponde a la segunda fase, es decir, I_j es igual a I_2 , y pasa a la etapa 260.

45 De lo contrario, el segundo software 122A de cálculo continúa a la etapa 240 calculando el vector de imagen $\text{Ph}_{120}(\text{Ph}_S(l_j))$ correspondiente a la intensidad medida siguiente, luego compara, de manera análoga con ayuda de la desigualdad (16), el ángulo entre el vector de imagen $\text{Ph}_{120}(\text{Ph}_S(l_j))$ y el eje de referencia X, con el intervalo predeterminado de valores angulares $]-\alpha_{1\text{ref}}; \alpha_{2\text{ref}}[$.

50 Si la desigualdad (16) es verificada por la tercera intensidad medida I_z , entonces, el segundo software 124A de comparación considera durante la etapa 250 que la tercera intensidad medida corresponde a la segunda fase, es decir, I_z es igual a I_2 y pasa a la etapa 260.

De lo contrario, el segundo software 122A de cálculo también pasa a la etapa 260, ya que la identificación con la

segunda fase ha sido probada para todas las intensidades medidas I_x , I_y , I_z .

5 La segunda aplicación 125A de identificación busca finalmente, durante las etapas 260 y 270, identificar de manera análoga la intensidad medida correspondiente a la tercera fase. El segundo software 122A de cálculo, entonces, calcula un vector de imagen $Ph_120(Ph_120(Ph_S(I_j)))$ mediante la segunda rotación del vector de Fresnel de la intensidad medida I_j , sucesivamente para la primera, segunda y tercera intensidades medidas I_x , I_y , I_z , hasta que se haya identificado la intensidad medida correspondiente a la tercera fase o hasta que se hayan probado todas las intensidades medidas I_x , I_y , I_z .

10 El índice k_p asociado con la tercera fase a identificar es igual a 3, y el ángulo θ_2 de la segunda rotación es, entonces, igual a $240^\circ-R$, o sea, $240^\circ+S$. El experto en la materia notará que $Ph_120(Ph_120(Ph_S(I_j)))$ es igual a $Ph_120(240+S)(I_j)$.

Después de cada rotación de $240^\circ+S$ del vector de Fresnel de la intensidad medida I_j , el segundo software 124A de comparación compara el ángulo entre el vector de imagen $Ph_120(Ph_120(Ph_S(I_j)))$ obtenido y el eje de referencia X con el intervalo predeterminado de valores angulares $]-\alpha_{1ref}, \alpha_{2ref}[$.

15 La comparación consiste, por ejemplo, en comparar los valores de las tangentes de estos diferentes ángulos según la siguiente desigualdad:

$$-\tan(\alpha_{1ref}) < \frac{\text{Im}_1(Ph_120(Ph_120(Ph_S(I_j))))}{\text{Re}_1(Ph_120(Ph_120(Ph_S(I_j))))} < \tan(\alpha_{2ref}) \quad (17)$$

Si la desigualdad (17) es verificada por la tercera intensidad medida I_j , entonces, el segundo software 124A de comparación considera durante la etapa 270 que dicha intensidad medida I_j corresponde a la tercera fase, es decir, I_j es igual a I_3 , y pasa a la etapa 275.

20 De lo contrario, el segundo software 122A de cálculo continúa a la etapa 260 calculando el vector de imagen $Ph_120(Ph_120(Ph_S(I_j)))$ correspondiente a la intensidad medida siguiente, luego compara, de manera análoga con ayuda de la desigualdad (17), el ángulo entre el vector de imagen $Ph_120(Ph_120(Ph_S(I_j)))$ y el eje de referencia X, con el intervalo predeterminado de valores angulares $]-\alpha_{1ref}, \alpha_{2ref}[$.

25 Si la desigualdad (17) es verificada por la tercera intensidad medida I_z , entonces, el segundo software 124A de comparación considera durante la etapa 270 que la tercera intensidad medida corresponde a la tercera fase, es decir, I_z es igual a I_3 y pasa a la etapa 275.

De lo contrario, el segundo software 122A de cálculo también pasa a la etapa 275, ya que la identificación con la tercera fase ha sido probada para todas las intensidades medidas I_x , I_y , I_z .

30 La segunda aplicación 125A de identificación prueba, durante la etapa 275, si todas las intensidades medidas I_x , I_y , I_z se han identificado en una fase respectiva y, si es necesario, pasa a la etapa 280.

Durante la etapa 280, el segundo software 126A de indicación señala la correcta localización de los sensores 76A de corriente emitiendo una segunda señal, tal como una segunda señal luminosa con ayuda de diodos electroluminiscentes, no representados, para indicar que la segunda 125A aplicación de identificación ha identificado la fase correspondiente a cada una de las intensidades medidas I_x , I_y , I_z .

35 Cada sensor 76A de corriente consta de, por ejemplo, un diodo electroluminiscente, no representada, y la segunda señal luminosa tiene la forma de un flash de diodo para la primera fase, en forma de dos flashes para la segunda fase y tres flashes para la tercera fase.

40 Si todas las intensidades medidas I_x , I_y , I_z no se han identificado en una fase respectiva, entonces, la segunda aplicación 125A de identificación prueba, durante la etapa 285, si al menos dos intensidades medidas I_x , I_y , I_z se han identificado en una fase respectiva y, si es necesario, pasa a la etapa 290. De lo contrario, la segunda aplicación 125A de identificación vuelve a la etapa 200.

45 Durante la etapa 290, la segunda aplicación 125A de identificación identifica por deducción la fase correspondiente a la intensidad medida que no se ha identificado, sabiendo que las fases han sido identificadas para todas las demás intensidades medidas. Luego pasa a la etapa 280, de modo que se señalice la localización correcta de los sensores 76A de corriente.

50 Después de la identificación de las fases, el software 127A de cálculo también calcula periódicamente la energía activa E_{1-} , E_{2+} , E_{2-} , E_{3+} , E_{3-} para cada una de las tres fases a partir de los valores de las tensiones V_1 , V_2 , V_3 medidos e identificados, así como valores de intensidades I_{1A} , I_{2A} , I_{3A} medidos por los sensores 76A de corriente e identificados. El período de cálculo de las energías activas E_1 , E_2 , E_3 es igual al período $P_{tensión}$, es decir, por ejemplo 20 ms.

Las variaciones de las tensiones V_1 , V_2 , V_3 están suficientemente limitadas entre dos tiempos de transmisión del primer mensaje M1, es decir, durante un período de un segundo, para permitir que el cálculo de las energías activas

$E_1, E_{2+}, E_{2-}, E_{3+}, E_{3-}$ cada 20 ms, a partir de los valores de las intensidades I1A, I2A, I3A medidos cada 20 ms y los valores de las tensiones V1, V2, V3 recibidos cada segundo.

Para el cálculo de las energías activas $E_1, E_{2+}, E_{2-}, E_{3+}, E_{3-}$, el software 127A de cálculo calcula, en cada período $P_{tensión}$, una potencia activa P_j de cada fase número j , siendo j igual a 1, 2 o 3, con ayuda de las ecuaciones siguientes:

5

$$P_{j,k} = \frac{[\text{Re}_k(Vj) \times \text{Re}_k(IjA) + \text{Im}_k(Vj) \times \text{Im}_k(IjA)]}{2} \quad (18)$$

donde k está comprendido entre 1 y K

$$P_j = \sum_{k=1}^K P_{j,k} \quad (19)$$

El software 127A de cálculo también determina, en cada período $P_{tensión}$, la potencia reactiva Q_j de cada fase número j , siendo j igual a 1, 2 o 3, con ayuda de las ecuaciones siguientes:

10

$$Q_{j,k} = \frac{[\text{Im}_k(Vj) \times \text{Re}_k(IjA) - \text{Re}_k(Vj) \times \text{Im}_k(IjA)]}{2} \quad (20)$$

donde k está comprendido entre 1 y K

$$Q_j = \sum_{k=1}^K Q_{j,k} \quad (21)$$

En cada período $P_{tensión}$, una primera energía activa E_{j+} se incrementa solo cuando $P_{j,1}$ es positivo, es decir, la potencia correspondiente al producto de la fundamental de la corriente y la fundamental de la tensión es positiva, lo que corresponde a una potencia consumida por una carga aguas abajo del sistema de medición.

15

Un incremento de la primera energía activa ΔE_{j+} es entonces igual al producto del período $P_{tensión}$ con la potencia activa $P_{j,1}$ calculada durante el último período, según la siguiente ecuación:

$$\Delta E_{j+} = P_{tensión} \times P_{j,1} \text{ con } P_{j,1} > 0 \quad (22)$$

20

En cada período $P_{tensión}$, una segunda energía activa E_{j-} se incrementa solo cuando $P_{j,1}$ es negativo, es decir, la potencia correspondiente al producto de la fundamental de la corriente y la fundamental de la tensión es negativa, lo que corresponde a una potencia abastecida por un generador aguas abajo del sistema de medición.

Un incremento de la segunda energía activa ΔE_{j-} es entonces igual al producto del período $P_{tensión}$ con la potencia activa $P_{j,1}$ calculada durante el último período, según la siguiente ecuación:

25

$$\Delta E_{j-} = P_{tensión} \times P_{j,1} \text{ con } P_{j,1} < 0 \quad (23)$$

Para una red eléctrica trifásica, el sistema 20 de medición incrementa, por lo tanto, en rendimiento, seis sensores de energía: $E_1 +, E_{1-}, E_{2+}, E_{2-}, E_{3+}, E_{3-}$. Así, las energías producidas y consumidas son bastante distintas. El sistema 20 de medición también está adaptado para medir la energía suministrada por los generadores de energía distribuidos a través de la red eléctrica.

30

El primer módulo 62A secundario entonces elabora su segundo mensaje M2A. El segundo mensaje M2A contiene el identificador del primer módulo 62A secundario, los valores de los seis sensores de energía $E_1 +, E_{1-}, E_{2+}, E_{2-}, E_{3+}, E_{3-}$ para el conjunto de las tres fases de la tensión trifásica y los coeficientes complejos $\text{Re}_k(IjA), \text{Im}_k(IjA)$ de la descomposición en serie de Fourier de las muestras corrientes I1A, I2A, I3A hasta el armónico K .

35

Además, el segundo mensaje M2A contiene los valores de los promedios cuadráticos, también anotados como RMS, corrientes I1A, I2A, I3A a partir de las tres fases, así como los términos $P_{j,1}$ y $Q_{j,1}$ para cada una de las tres fases, y los valores P_j y Q_j para cada una de las tres fases.

40

Suponiendo que el identificador del primer módulo 62A secundario estaba contenido en el primer mensaje M1 recibido previamente, el primer módulo 62A secundario luego transmite su segundo mensaje M2A con ayuda de su software 128A de transmisión. En el caso contrario, el primer módulo 62A secundario regresa directamente a la etapa de recepción del primer mensaje M1, y transmitirá su segundo mensaje M2A cuando el primer mensaje M1 contenga su identificador indicando que se le asignó el monetiforme único para autorizarlo a transmitir su segundo

mensaje M2A.

5 Las etapas del procedimiento de medición implementado por los otros módulos 62B, 62N secundarios son idénticos a las etapas 200 a 290 descritas anteriormente para el primer módulo 62A secundario, y también se realizan simultáneamente entre todos los módulos 62A, 62N secundarios por la sincronización de tiempo realizada con ayuda del primer mensaje M1.

El módulo 64 de centralización recibe, con ayuda de su software 140 de recepción, el primer mensaje M1 del módulo 60 primario y el segundo mensaje del módulo secundario autorizado para transmitir según el mecanismo de monetiforme distribuido, por ejemplo, el mensaje M2A.

10 El módulo de centralización 64 registra entonces en su base de datos 88 los valores recibidos y contenidos en el primer mensaje M1 y en el segundo mensaje M2A, a través de su software 142 de grabación. Además, el software 144 de procesamiento efectúa una marca de tiempo de los datos grabados.

Además, el software 144 de procesamiento calcula ciertas magnitudes eléctricas, tales como el factor de potencia $\cos(\varphi)$ para cada una de las tres fases numeradas j de la tensión trifásica.

15 Las cantidades medidas y calculadas por el sistema de medición se muestran entonces en la pantalla de la interfaz 90 hombre-máquina del módulo de centralización a través del software 146 de pantalla.

El módulo de centralización 64 finalmente transmite, con ayuda de su software 148 de transmisión, estas magnitudes medidas y calculadas en el servidor remoto, no representado. El servidor remoto es adecuado para realizar una gestión centralizada de las magnitudes medidas y calculadas para cada sistema 20 de medición.

20 El módulo de centralización 64 se prepara para recibir el siguiente primer mensaje M1 del módulo primario y el segundo mensaje del módulo secundario autorizado para transmitir la próxima vez según el mecanismo de monetiforme distribuido, por ejemplo, el mensaje M2A.

25 El sistema 20 de medición según la invención es, por lo tanto, particularmente fácil de implementar, ya que es suficiente para conectar el órgano 66 de medición a cada uno de los conductores 34, 36, 38 primarios sin preocuparse de qué fase corresponde a cada uno de los conductores 34, 36, 38 primarios. El procedimiento de medición según la invención identifica, de hecho, automáticamente y sin intervención humana, la fase correspondiente a cada una de las tensiones medidas V_a , V_b , V_c .

Además, se advierte al usuario de la correcta localización de las sondas de tensión mediante la transmisión de la primera señal por el primer software 109 de indicación, lo que facilita aún más el uso del sistema 20 de medición.

30 Además, también es suficiente con asociar cada sensor 76A de corriente con un conductor 42A, 44A, 46A secundario correspondiente independientemente de qué fase corresponda a cada uno de los conductores 42A, 44A, 46A secundarios. El procedimiento de medición según la invención también identifica automáticamente de hecho la fase correspondiente a cada una de las intensidades medidas I_x , I_y , I_z .

35 Esto es particularmente adecuado para los sensores 76A de corriente con forma de pinza que se pueden eliminar, a continuación, vuelva a colocar en su lugar con facilidad y frecuencia. Esto también está bien adaptado para sensores 76A de corriente toroidal flexibles que se pueden abrir para el montaje y desmontaje.

40 Además, también se informa al usuario de la ubicación correcta de los sensores de corriente mediante la transmisión de la segunda señal mediante el segundo software de indicación 126A, lo que facilita aún más el uso del sistema 20 de medición. Cada sensor de corriente consta de un órgano de visualización de esta segunda señal, siendo el órgano de la pantalla, por ejemplo, un diodo electroluminiscente, lo que permite al usuario conocer directamente la fase a la que está asociado cada sensor de corriente.

Los expertos en la materia entenderán que los segundos dispositivos de identificación de la fase correspondiente a cada una de las tres intensidades 125A, 125N medidas no son necesariamente distintos del primer dispositivo de identificación de la fase correspondiente a cada una de las otras dos tensiones 101 medidas, el primer dispositivo 101 y los segundos dispositivos 125A 125N son capaces de formar el mismo dispositivo.

45 La figura 7 ilustra un segundo modo de realización para el cual los elementos análogos al primer modo de realización, descrito anteriormente, se localizan por referencias idénticas, y no se describen de nuevo.

50 Según el segundo modo de realización, la identificación de la fase correspondiente a cada una de las tensiones medidas V_a , V_b , V_c se efectúa de manera idéntica a lo que se ha descrito para el primer modo de realización, y la identificación de la fase correspondiente a cada una de las intensidades medidas I_x , I_y , I_z se efectúa según una variante de lo que se ha descrito para el primer modo de realización.

La memoria 116 es adecuada para almacenar, en lugar del segundo software 124A de comparación, un tercer software de comparación, para cada intensidad medida I_x , I_y , I_z , de coordenadas del vector de Fresnel I_x , I_y , I_z de dicha intensidad medida con las coordenadas del vector de Fresnel V_1 , V_2 , V_3 de una respectiva tensión medida e

identificada.

El segundo software 121A de determinación, el segundo software 122A de cálculo y el tercer software de comparación forman entonces la segunda aplicación 125A de identificación.

5 Las etapas, visibles en la figura 7, del procedimiento de medición implementado por los módulos 62A,... 62N secundarios para la identificación, según el segundo modo de realización, de la fase correspondiente a cada una de las tres intensidades medidas I_x , I_y , I_z se describirán ahora para el primer módulo 62A secundario.

La etapa 300 inicial es idéntica a la etapa 200 descrita anteriormente para el primer modo de realización.

10 El primer módulo 62A secundario medido, en particular, durante esta etapa 300 ya través de sus sensores de corriente 76A, cada uno de la primera, segunda y tercera intensidades I_x , I_y , I_z , y el segundo software 118A de muestreo muestra los valores medidos de las tres intensidades I_x , I_y , I_z , habiéndose reiniciado previamente el tiempo de inicio del muestreo para asegurar la sincronización temporal del sensor 76A de intensidad con respecto al órgano 66 de medición de la tensión.

15 Durante la etapa 310, el segundo software 121A de determinación primero determina el o los primeros coeficientes $Re_k(I_j)$ y $Im_k(I_j)$ de cada una de las intensidades medidas I_x , I_y , I_z , con ayuda de las ecuaciones (4) y (5), donde j es igual a x , y , z y k está k comprendido entre 1 y K .

El segundo software 122A de cálculo luego normaliza las intensidades medidas I_x , I_y , I_z para obtener intensidades estandarizadas J_x , J_y , J_z según las siguientes ecuaciones:

$$Re_1(J_j) = Re_1(I_j) \times \frac{Mod(V1)}{Mod(I_j)} \quad (24)$$

$$Im_1(J_j) = Im_1(I_j) \times \frac{Mod(V1)}{Mod(I_j)} \quad (25)$$

20 donde j es respectivamente igual a x , y y z .

Al final de esta estandarización de las intensidades medidas, el módulo de los vectores de Fresnel de intensidades estandarizadas J_x , J_y , J_z es entonces igual a módulo del vector de Fresnel $V1$ de la primera tensión medida.

25 Durante las etapas 320 a 360, el tercer software de comparación compara sucesivamente los vectores de Fresnel de cada una de las intensidades estandarizadas J_x , J_y , J_z con los vectores de Fresnel $V1$, $V2$, $V3$ de cada una de las tensiones asociadas respectivamente a la primera, la segunda y la tercera fase.

El tercer software de comparación comienza, por ejemplo, comparando el vector de Fresnel de la primera de intensidad J_x estandarizada con los vectores de Fresnel $V1$, $V2$, $V3$ de cada una de las tensiones en la etapa 320.

30 La comparación consiste, por ejemplo, comparando los primeros coeficientes de la descomposición en serie de Fourier de la primera intensidad estandarizada J_x con los primeros coeficientes correspondientes del vector de Fresnel V_j de la tensión correspondiente según las siguientes desigualdades:

$$Re_1(V_j) - C2 \times Mod(V_j) < Re_1(J_x) < Re_1(V_j) + C2 \times Mod(V_j) \quad (26)$$

$$Im_1(V_j) - C2 \times Mod(V_j) < Im_1(J_x) < Im_1(V_j) + C2 \times Mod(V_j) \quad (27)$$

donde $C2$ es un segundo factor, j es igual a 1, 2 o 3, y $Mod(V_j)$ representa el módulo del vector de Fresnel V_j de la tensión correspondiente.

35 Según las desigualdades (26) y (27), la comparación entre el vector de Fresnel de la primera intensidad normalizada J_x y el vector de Fresnel V_j de la tensión correspondiente se lleva a cabo con una segunda tolerancia de error igual a $C2$ multiplicada por el módulo de vector de Fresnel V_j de la tensión correspondiente a la vez. sobre la abscisa y la ordenada.

40 En el modo de realización descrito, el segundo factor $C2$ es igual a 0,4, la segunda tolerancia de error corresponde a una segunda tolerancia angular del orden de $\pm 25^\circ$ a $\pm 35^\circ$.

Si las desigualdades (26) y (27) se respetan para el vector $V1$ de Fresnel de la primera tensión, entonces, el tercer software de comparación considera durante la etapa 330 que la primera intensidad medida corresponde a la primera fase, es decir, que I_x es igual a $I1$, y el tercer software de comparación pasa a la etapa 340.

45 De lo contrario, el tercer software de comparación continúa la etapa 320 al comparar, de manera análoga utilizando desigualdades (26) y (27), el vector de Fresnel de la primera intensidad normalizada J_x con el vector de Fresnel V_j de la siguiente tensión.

Si las desigualdades (26) y (27) se respetan para el vector de Fresnel V_j , entonces, el tercer software de comparación considera durante la etapa 330 que la primera intensidad medida I_x corresponde a la fase asociada con el vector de Fresnel V_j para el cual las desigualdades (26) y (27) se respetan, es decir, que I_x es igual a I_j .

5 Si las desigualdades (26) y (27) se respetan para el vector V_3 de Fresnel de la tercera tensión, entonces, el tercer software de comparación considera durante la etapa 330 que la primera intensidad medida corresponde a la tercera fase, es decir, I_x es igual a I_3 y pasa a la etapa 340.

De lo contrario, el tercer software de comparación también avanza a la etapa 340 ya que la identificación de la primera intensidad medida I_x se probó para cada una de las fases.

10 La segunda aplicación 125A de identificación entonces busca, durante las etapas 340 y 350, para identificar de manera análoga la fase correspondiente a la segunda intensidad medida I_y .

El tercer software de comparación luego compara el vector de Fresnel del segundo J_y de intensidad normalizada con los vectores de Fresnel V_1, V_2, V_3 de cada una de las tensiones en la etapa 340, por ejemplo, con ayuda de las siguientes desigualdades:

$$\text{Re}_1(V_j) - C2 \times \text{Mod}(V_j) < \text{Re}_1(J_y) < \text{Re}_1(V_j) + C2 \times \text{Mod}(V_j) \quad (28)$$

$$15 \quad \text{Im}_1(V_j) - C2 \times \text{Mod}(V_j) < \text{Im}_1(J_y) < \text{Im}_1(V_j) + C2 \times \text{Mod}(V_j) \quad (29)$$

Si las desigualdades (28) y (29) se respetan para el vector V_1 de Fresnel de la primera tensión, entonces, el tercer software de comparación considera durante la etapa 350 que la segunda intensidad medida corresponde a la primera fase, es decir, que I_y es igual a I_1 y el tercer software de comparación pasa a la etapa 360.

20 De lo contrario, el tercer software de comparación continúa la etapa 340 al comparar, de manera análoga usando desigualdades (28) y (29), el vector de Fresnel de la segunda intensidad normalizada J_y con el vector de Fresnel V_j de la siguiente tensión.

Si las desigualdades (28) y (29) se respetan para el vector de Fresnel V_j , entonces, el tercer software de comparación considera durante la etapa 350 que la segunda intensidad medida I_y corresponde a la fase asociada con el vector de Fresnel V_j para el cual las desigualdades (28) y (29) se respetan, es decir, que I_y es igual a I_j .

25 Si las desigualdades (28) y (29) se respetan para el vector V_3 de Fresnel de la tercera tensión, entonces, el tercer software de comparación considera durante la etapa 350 que la segunda intensidad medida I_y corresponde a la tercera fase, es decir, I_y es igual a I_3 y pasa a la etapa 360.

De lo contrario, el tercer software de comparación también avanza a la etapa 360 ya que la identificación de la segunda intensidad medida I_y se probó para cada una de las fases.

30 La segunda aplicación 125A de identificación busca finalmente, durante las etapas 360 y 370, para identificar de manera análoga la fase correspondiente a la tercera intensidad medida I_z .

El tercer software de comparación luego compara el vector de Fresnel del tercer J_z de intensidad normalizada con los vectores de Fresnel V_1, V_2, V_3 de cada una de las tensiones en la etapa 360, por ejemplo, con ayuda de las siguientes desigualdades:

$$35 \quad \text{Re}_1(V_j) - C2 \times \text{Mod}(V_j) < \text{Re}_1(J_z) < \text{Re}_1(V_j) + C2 \times \text{Mod}(V_j) \quad (30)$$

$$\text{Im}_1(V_j) - C2 \times \text{Mod}(V_j) < \text{Im}_1(J_z) < \text{Im}_1(V_j) + C2 \times \text{Mod}(V_j) \quad (31)$$

De manera análoga a lo que se ha descrito anteriormente, si las desigualdades (30) y (31) se respetan para el vector V_1 de Fresnel de la primera tensión, entonces, el tercer software de comparación considera durante la etapa 370 que la tercera intensidad medida I_z corresponde a la primera fase, es decir, I_z es igual a I_1 y pasa a la etapa 375.

40 De lo contrario, el tercer software de comparación continúa la etapa 360 al comparar, de manera análoga utilizando desigualdades (30) y (31), el vector de Fresnel de la tercera intensidad normalizada J_z con el vector de Fresnel V_j de la siguiente tensión.

45 Si las desigualdades (30) y (31) se respetan para el vector de Fresnel V_j , entonces, el tercer software de comparación considera durante la etapa 370 que la tercera intensidad medida I_z corresponde a la fase asociada con el vector de Fresnel V_j para el cual las desigualdades (30) y (31) se respetan, es decir, que I_z es igual a I_j y pasa a la etapa 375.

Si las desigualdades (28) y (29) no se respetan para ningún vector de Fresnel de tensión, el tercer software de comparación también avanza a la etapa 375 ya que la identificación de la tercera intensidad medida I_z se probó para cada una de las fases.

50 Las etapas 375, 380, 385 y 390 son idénticas, entonces, respectivamente a las etapas 275, 280, 285 y 290 descritas

ES 2 710 023 T3

anteriormente para el primer modo de realización. Las transiciones entre las etapas también son idénticas.

Si al menos dos intensidades medidas I_x , I_y , I_z no se han identificado en una fase respectiva, la segunda aplicación 125A de identificación vuelve a la etapa 300.

- 5 Después de la identificación de las fases, el software 127A de cálculo calcula, de la misma manera y periódicamente, la energía activa E_1+ , E_1- , E_2+ , E_2- , E_3+ , E_3- para cada una de las tres fases a partir de los valores de las tensiones V_1 , V_2 , V_3 medidos e identificados, así como valores de intensidades I_1A , I_2A , I_3A medidos por los sensores 76A de corriente e identificados.

El primer módulo 62A secundario luego elabora su segundo mensaje M2A, y si es él quien dispone del monetiforme, luego lo envía al módulo 64 de centralización.

- 10 Las etapas del procedimiento de medición implementado por los otros módulos 62B, 62N secundarios son idénticos a las etapas 300 a 390 descritas anteriormente para el primer módulo 62A secundario, y también se realizan simultáneamente entre todos los módulos 62A, 62N secundarios por la sincronización de tiempo realizada con ayuda del primer mensaje M1.

- 15 El módulo 64 de centralización efectúa los mismos procesamientos que los descritos anteriormente para el primer modo de realización.

El funcionamiento de este segundo modo de realización es, por otra parte, idéntico al del primer modo de realización descrito anteriormente.

Las ventajas de este segundo modo de realización son idénticas a las del primer modo de realización descrito anteriormente.

- 20 Por lo tanto, es concebible que el sistema 20 de medición según la invención permita identificar automáticamente la fase correspondiente a cada una de las tensiones medidas, sin que el operario tenga que preocuparse por qué fase corresponde a cada uno de los conductores 34, 36, 38 primarios cuando se conecta el órgano 66 de medición a cada uno de los conductores 34, 36, 38 primarios.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (20) de medición de al menos una magnitud eléctrica (Va, Vb, Vc) relativa a una instalación (16) eléctrica, constando la instalación (16) de conductores (34, 36, 38) eléctricos adaptados para permitir la circulación de una corriente alterna trifásica, comprendiendo este sistema (20) de medición:

- 5 - un órgano (66) de medición de la tensión de cada uno de los conductores (34, 36, 38) eléctricos, estando cada conductor (34, 36, 38) eléctrico asociado a una fase respectiva de la red alterna,
- una unidad de procesamiento de información (68) adecuado para recibir los valores de las tensiones medidas (Va, Vb, Vc),
- 10 - tres sensores (76A,..., 76N) de corriente, siendo cada sensor (76A,..., 76N) de corriente adecuado para medir la intensidad de la corriente que circula en el conductor (42A,..., 46N) eléctrico correspondiente,

caracterizado porque la unidad (68) de procesamiento comprende medios (103) de asociación de manera predeterminada de la primera tensión (Va) medida con una primera fase de entre las tres fases, un primer dispositivo (101) de identificación de la fase correspondiente a cada una de las otras dos tensiones medidas (Vb, Vc) y un segundo dispositivo (125A,..., 125N) de identificación de la fase correspondiente a cada una de las tres intensidades medidas (Ix, Iy, Iz), y

15 **porque** el segundo dispositivo (125A,..., 125N) de identificación consta de segundos medios (121A,..., 121N) de determinación del vector de Fresnel (Ix, Iy, Iz) de cada una de las tres intensidades medidas, segundos medios (122A,..., 122N) para calcular tres vectores (Ph_θ2(Ij)) de imagen mediante una segunda rotación de los vectores de Fresnel (Ix, Iy, Iz) de las tres intensidades medidas y los segundos medios (124A,..., 124N) de comparación, con un intervalo predeterminado de valores angulares ($[-\alpha_{1ref}, \alpha_{2ref}]$) del valor del ángulo entre cada vector (Ph_θ2(Ij)) de imagen y un eje de referencia (X).

2. Sistema (20) de medición según la reivindicación 1, en el que el primer dispositivo (101) de identificación consta de primeros medios (104) de determinación del vector de Fresnel (Va, Vb, Vc) de cada una de las tres tensiones medidas, primeros medios (105) para calcular un vector (Ph_θ1(Vj)) de imagen mediante una primera rotación del vector (Vj) de Fresnel de una de entre las otras dos tensiones medidas y primeros medios (106) de comparación del vector (Ph_θ1 (Vj)) de imagen con el vector (V1) de Fresnel de la primera tensión medida.

3. Sistema (20) de medición según la reivindicación 2, en el que un índice k_p está asociado con cada fase a identificar, siendo el índice k_p un número entero igual a 1 para la primera fase y tomando sucesivamente los valores enteros iguales a 2 y 3 para las otras fases, y en el que el valor del ángulo (θ_1) de la primera rotación depende del índice k_p de la fase a identificar, siendo el valor del ángulo (θ_1) de la primera rotación preferentemente igual a $(k_p-1) \times 120^\circ$.

4. Sistema (20) de medición según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un índice k_p está asociado con cada fase a identificar, siendo el índice k_p un número entero igual a 1 para la primera fase y tomando sucesivamente los valores enteros iguales a 2 y 3 para las otras fases, y en el que el valor del ángulo (θ_2) de la segunda rotación depende del índice k_p de la intensidad medida.

5. Sistema (20) de medición según la reivindicación 4 tomada con la reivindicación 2, en el que el valor del ángulo (θ_2) de la segunda rotación es igual a $((k_p-1) \times 120^\circ) - R$, donde R representa el valor del ángulo entre el vector (V1) de Fresnel de la primera tensión medida y el eje de referencia (X).

6. Sistema (20) de medición según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores tomada con la reivindicación 2, en el que el segundo dispositivo (125A,..., 125N) de identificación consta de terceros medios de comparación, para cada intensidad medida (Ix, Iy, Iz), de coordenadas del vector de Fresnel (Ix, Iy, Iz) de dicha intensidad medida con las coordenadas del vector de Fresnel de una tensión de fase (V1, V2, V3) respectiva.

7. Sistema (20) de medición según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema (20) de medición comprende, además, un dispositivo (109) de indicación de fin de identificación adecuado para transmitir una primera señal, tal como una primera señal luminosa, cuando el primer dispositivo (101) de identificación ha identificado la fase correspondiente a cada una de las tensiones medidas (Va, Vb, Vc).

8. Sistema (20) de medición según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema (20) de medición se prevé para una instalación (16) eléctrica que consta de conductores (34, 36, 38) eléctricos primarios y conductores (42A, 42B,..., 42N, 44A, 44B,..., 44N, 46A, 46B,..., 46N) eléctricos secundarios adecuados para permitir la circulación de la corriente alterna, estando cada conductor (42A,..., 46N) eléctrico secundario conectado eléctricamente a un conductor (34, 36, 38) eléctrico primario correspondiente, presentando el conductor (34, 36, 38) primario y el conductor (42A,..., 46N) secundario correspondiente sustancialmente la misma tensión alterna (V1, V2, V3) en el que el sistema (20) de medición comprende:

- 55 - un módulo (60) primario que consta del órgano de medición de la tensión (66), siendo el órgano (66) de medición de la tensión adecuado para medir la tensión de cada conductor (34, 36, 38) primario,
- constando al menos un módulo (62A,..., 62N) secundario de los tres sensores (76A,..., 76N) de corriente,

siendo cada sensor de corriente adecuado para medir la intensidad de la corriente que circula en el conductor (42A,..., 46N) secundario correspondiente, estando el o cada módulo (62A,..., 62N) secundario conectado al módulo (60) primario por una conexión de datos correspondiente,

5 constando el módulo (60) primario, además, de medios (107) de transmisión, con destino al receptor (80A,..., 80N) radioeléctrico del o de cada módulo (62A, 62B,..., 62N) secundario, un primer mensaje (M1) que contiene los valores de tensiones medidas (Va, Vb, Vc),

constando el o cada módulo (62A,..., 62N) secundario de medios de recepción del primer mensaje (M1), y comprendiendo el sistema (20) de medición medios (120A,..., 120N) de sincronización temporal de las intensidades medidas (Ix, Iy, Iz) con respecto a las tensiones medidas (Va, Vb, Vc).

10 9. Estación (10) de transformación de una corriente eléctrica que presenta una primera tensión alterna trifásica en una corriente eléctrica que presenta una segunda tensión alterna trifásica, comprendiendo la estación (10) de transformación:

15 - una primera tabla (14) que consta de conductores eléctricos (24A, 26A, 28A, 24B, 26B, 28B) de llegada adecuados para conectarse a una red (12) eléctrica, estando cada conductor (24A,..., 28B) de llegada asociado con una fase respectiva de la primera tensión alterna,

20 - una segunda tabla (16) que consta de conductores (34, 36, 38) eléctricos primarios de partida y conductores (42A, 44A, 46A, 42B, 44B, 46B,..., 42N, 44N, 46N) eléctricos secundarios de partida, estando cada conductor (42A,..., 46N) secundario de partida conectado eléctricamente a un conductor (34; 36; 38) primario de partida correspondiente, estando cada conductor (34, 42A,..., 46N) de partida asociado con una fase respectiva de la segunda tensión alterna,

- un transformador (18) eléctrico conectado entre la primera tabla (14) y la segunda tabla (16) y adecuado para transformar la primera tensión alterna en la segunda tensión alterna, y

- un sistema (20) de medición de al menos una magnitud eléctrica relativa a la segunda tabla (16),

25 **caracterizada porque** el sistema (20) de medición es de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

10. Procedimiento de medición de al menos una magnitud eléctrica (Va, Vb, Vc) relativa a una instalación (16) eléctrica, constando la instalación (16) de conductores (34, 36, 38) eléctricos adaptados para permitir la circulación de una corriente alterna trifásica, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

30 - la medición (150), por un órgano (66) de medición, de la tensión de cada uno de los conductores (34, 36, 38) eléctricos, estando cada conductor (34, 36, 38) eléctrico asociado a una fase respectiva de la red alterna,

- la recepción (150), por una unidad (68) de procesamiento de información, de valores de las tensiones medidas (Va, Vb, Vc),

estando el procedimiento **caracterizado porque** comprende, además, las siguientes etapas:

35 - la asociación (155), por la unidad (68) de procesamiento de información, de manera predeterminada, de la primera tensión medida (Va) con una primera fase de entre las tres fases,

- la identificación (165, 180), por un primer dispositivo (101) de identificación, de la fase correspondiente a cada una de las otras dos tensiones medidas (Vb, Vc),

40 - la medición (200; 300), por tres sensores (76A,..., 76N) de corriente, de la intensidad de la corriente que circula en cada uno de los conductores (42A,..., 46N) eléctricos, y

- la identificación (230, 250, 270; 330, 350, 370), por un segundo dispositivo (125A,..., 125N)) de identificación, de la fase correspondiente a cada una de las tres intensidades medidas (Ix, Iy, Iz),

45 en el que la etapa (230, 250, 270; 330, 350, 370) de identificación de la fase correspondiente a cada una de las tres intensidades medidas consta de la determinación del vector de Fresnel (Ix, Iy, Iz) de cada una de las tres intensidades medidas, el cálculo de tres vectores (Ph_{θ2(Ij)}) de imagen mediante una segunda rotación de los vectores de Fresnel (Ix, Iy, Iz) de las tres intensidades medidas y la comparación, con un intervalo predeterminado de valores angulares ([-α_{1ref}, α_{2ref}]) del valor del ángulo entre cada vector (Ph_{θ2(Ij)}) de imagen y un eje de referencia (X).

50 11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que un índice k_p está asociado con cada fase a identificar, siendo el índice k_p un número entero igual a 1 para la primera fase y tomando sucesivamente los valores enteros iguales a 2 y 3 para las otras fases, y en el que el valor del ángulo (θ₂) de la segunda rotación depende del índice k_p de la intensidad medida,

siendo el valor del ángulo (θ₂) de la segunda rotación preferentemente igual a ((k_p-1) x 120°) - R, donde R representa el valor del ángulo entre el vector (V1) de Fresnel de la primera tensión medida y el eje de referencia (X).

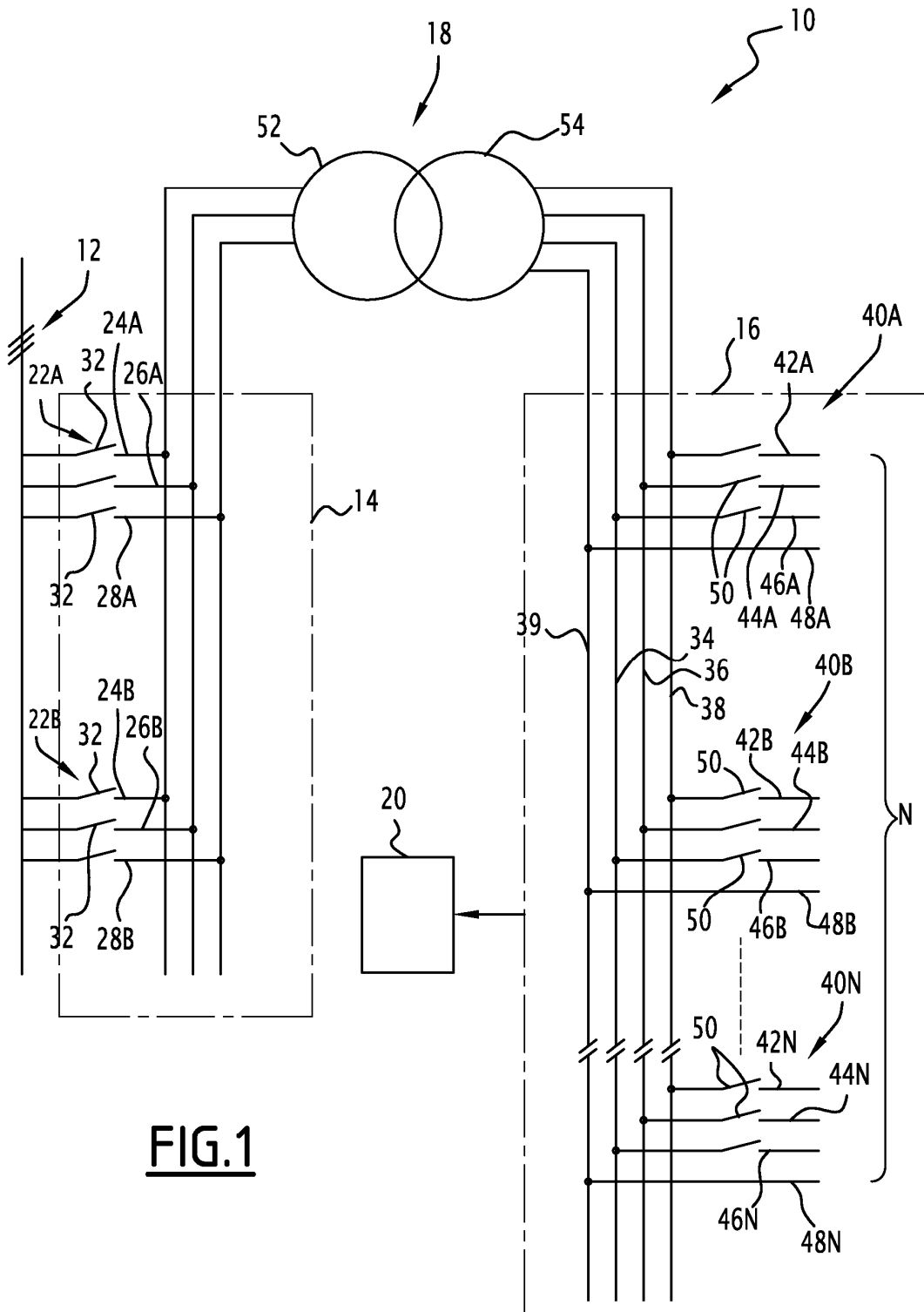


FIG. 1

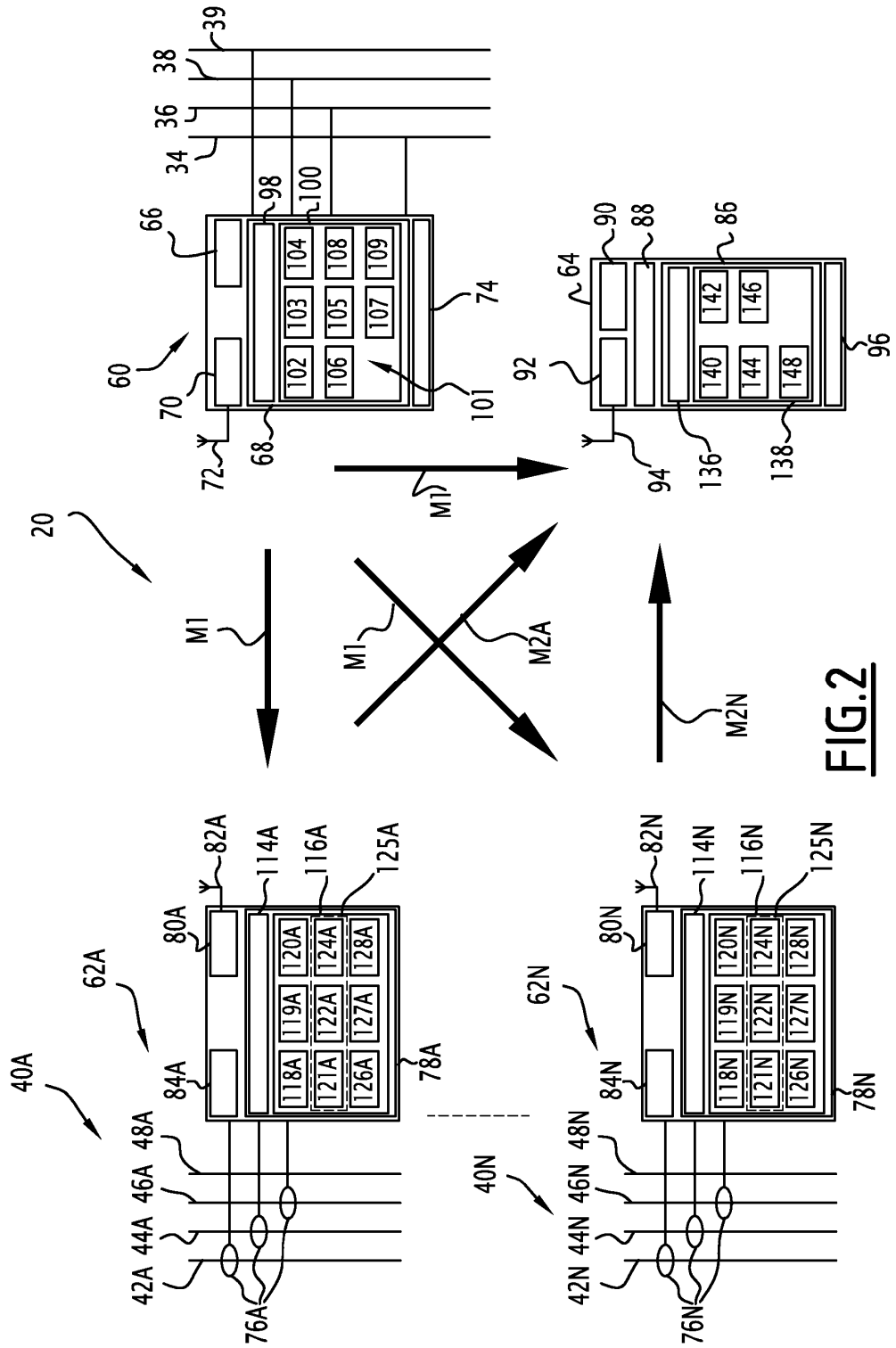


FIG. 2

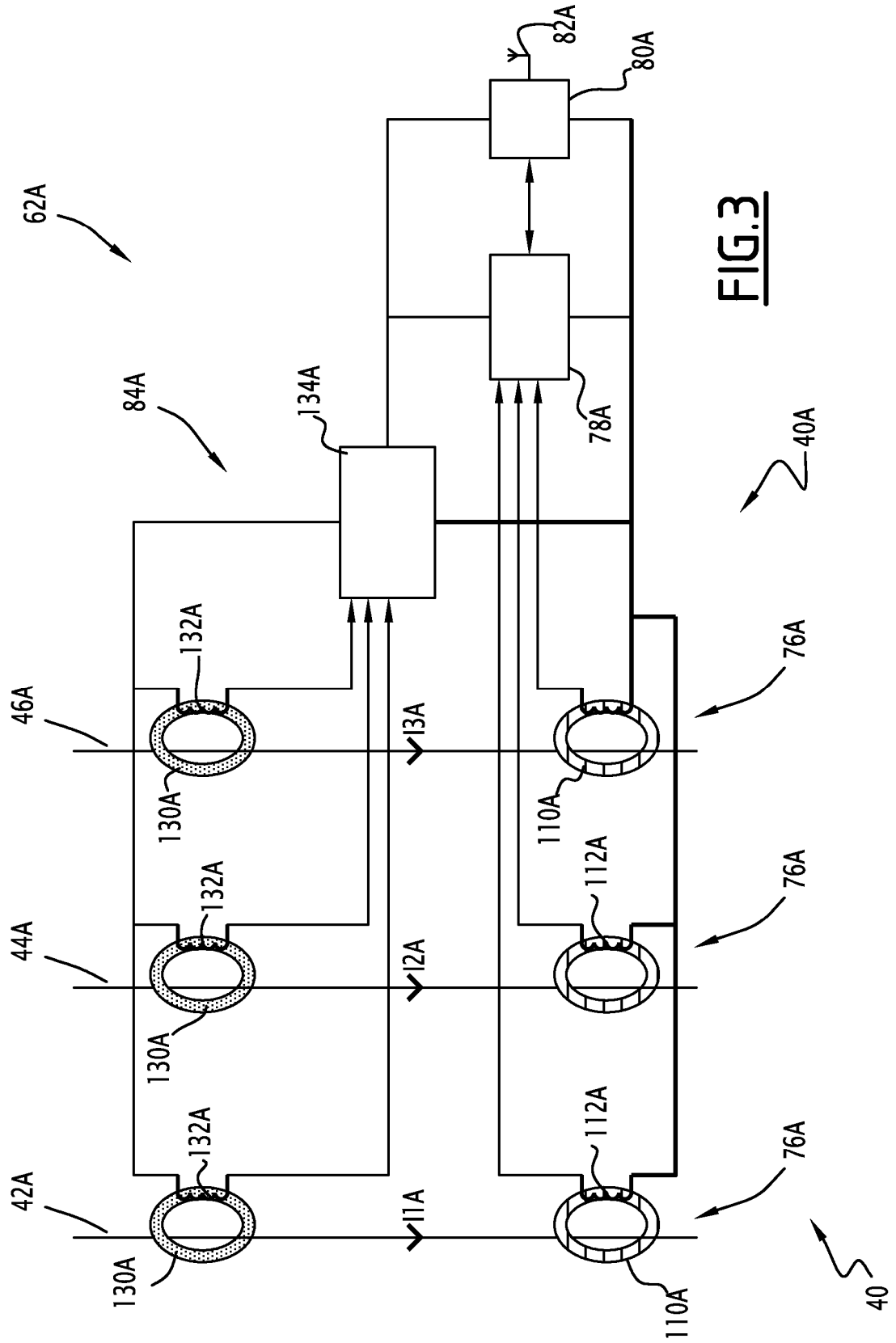


FIG. 3

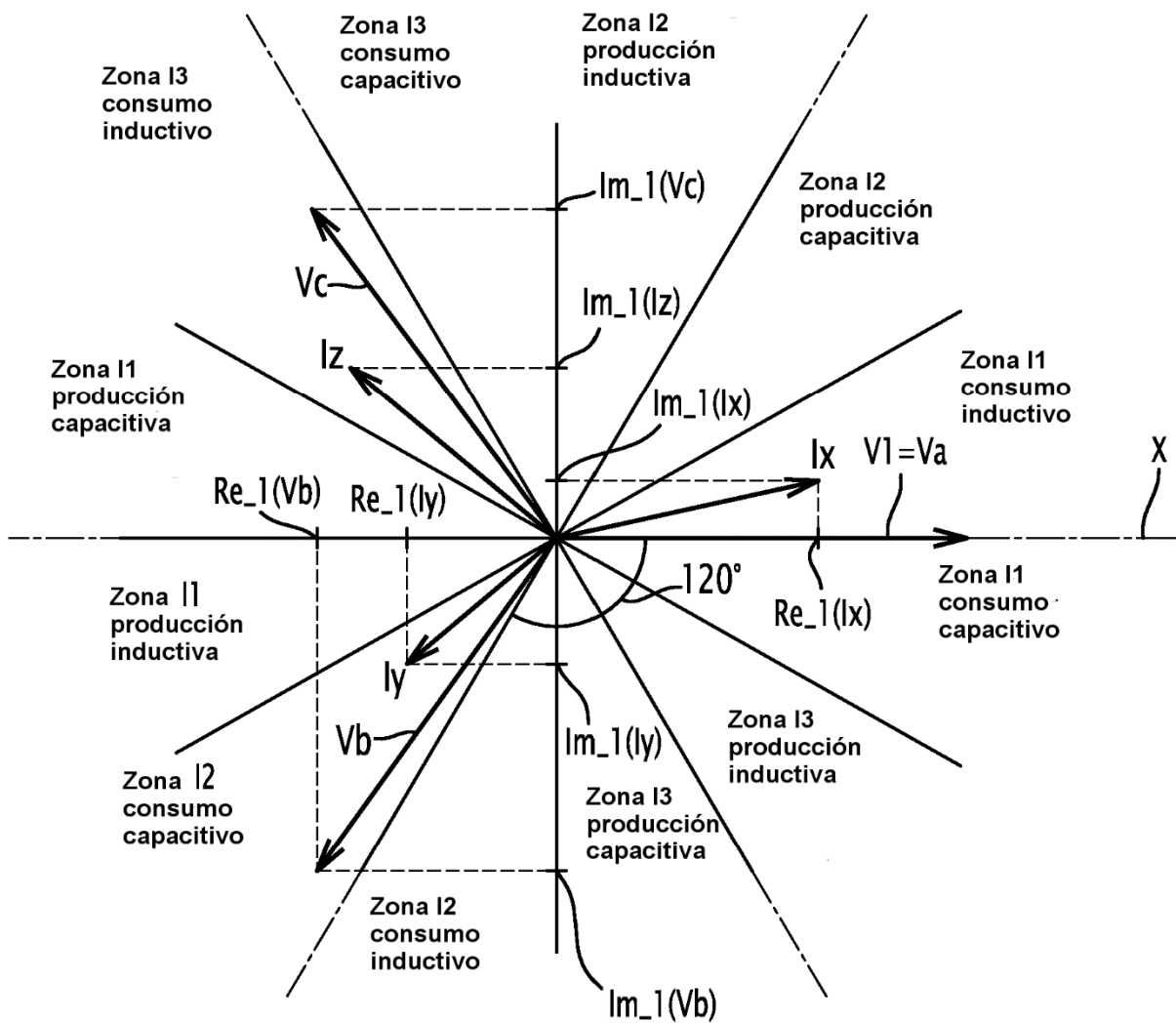


FIG.4

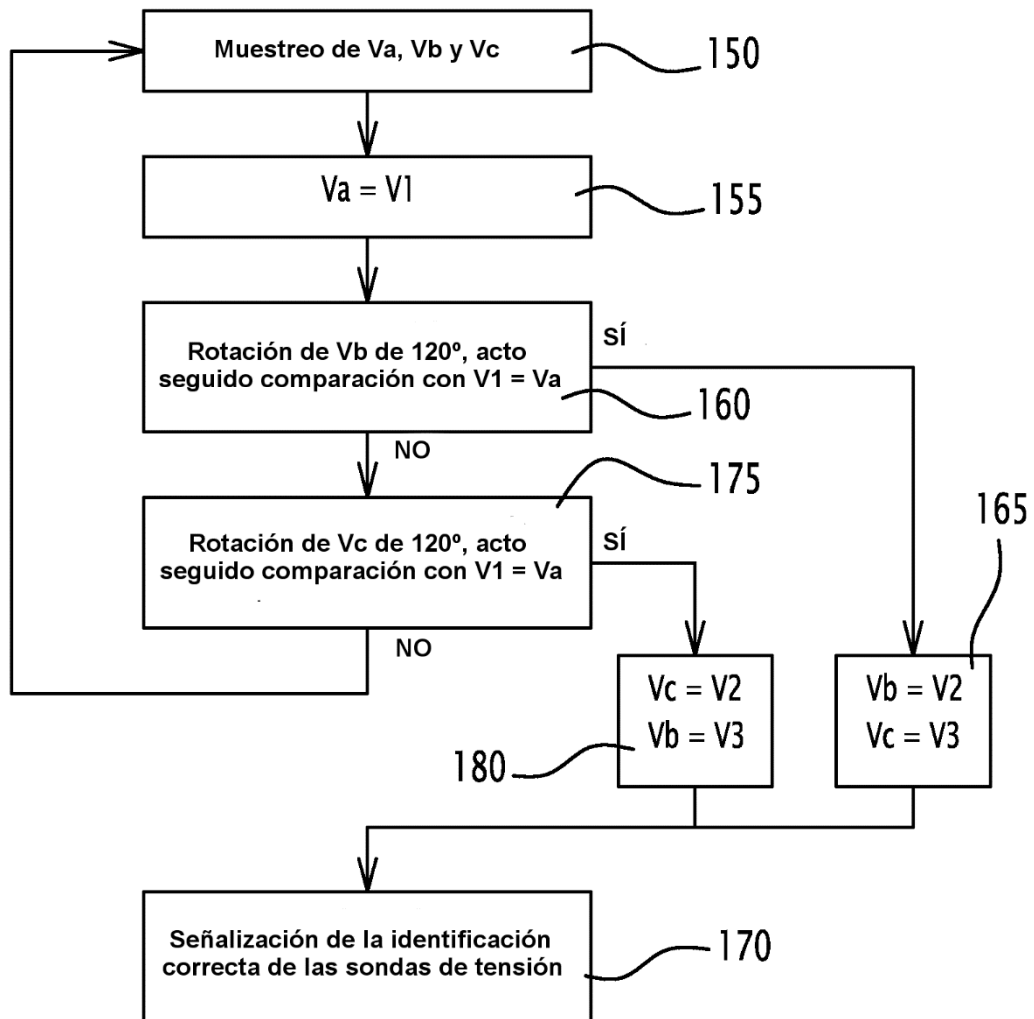


FIG.5

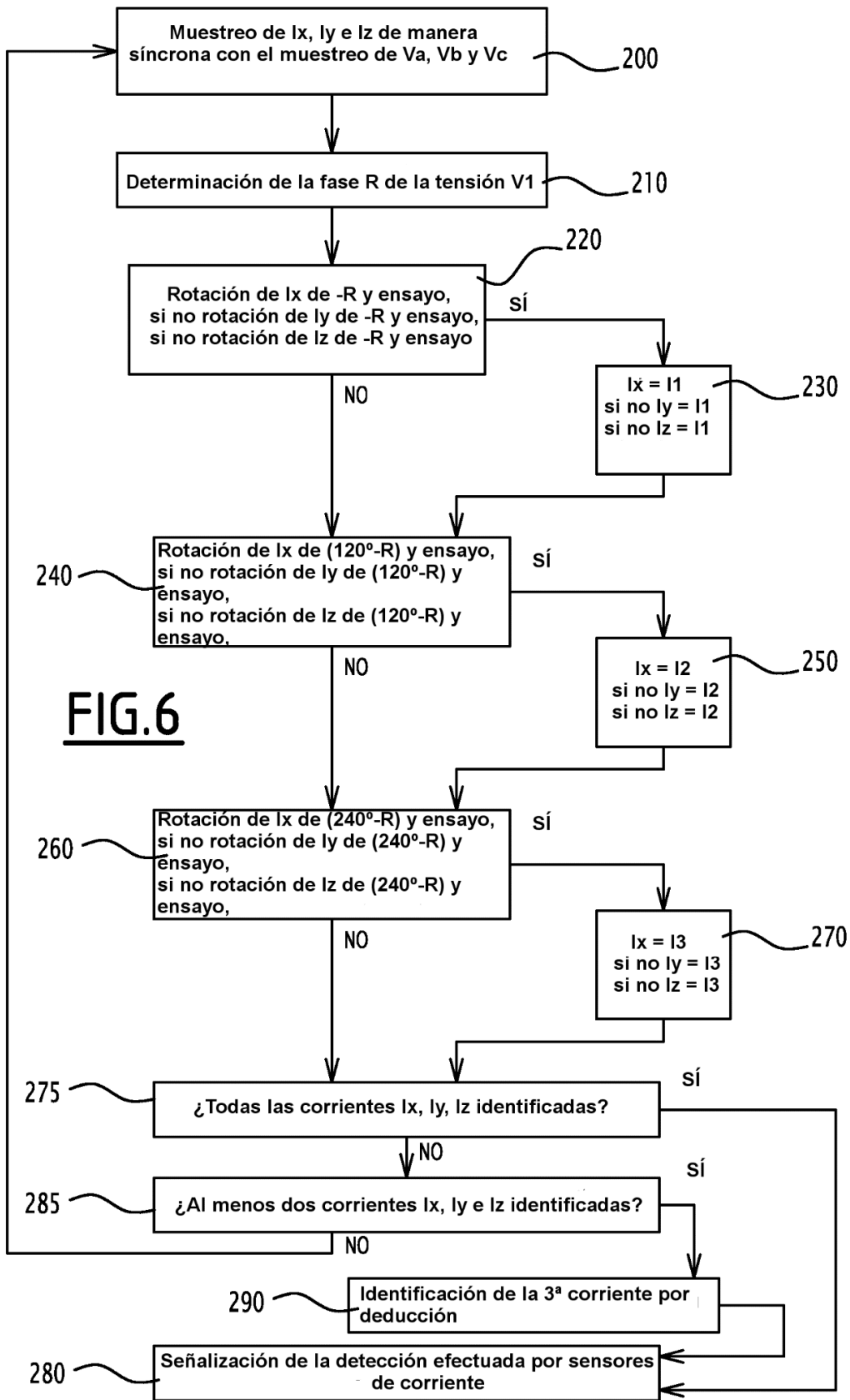


FIG. 6

