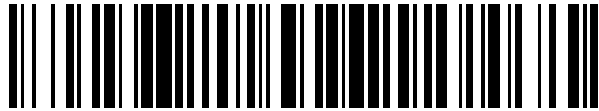


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 446**

51 Int. Cl.:

G01R 22/00 (2006.01)

G01R 22/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.10.2009 PCT/FR2009/051886**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2010 WO10037988**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2009 E 09755958 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.08.2018 EP 2338064**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de determinación no intrusiva de la potencia eléctrica consumida por una instalación, por análisis de transitorias de carga**

30 Prioridad:

03.10.2008 FR 0856717

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

11.12.2018

73 Titular/es:

ELECTRICITÉ DE FRANCE (25.0%)

22-30 Avenue de Wagram

75008 Paris, FR;

UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL CLERMONT II (25.0%);

LANDIS + GYR (25.0%) y

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.) (25.0%)

72 Inventor/es:

DIOP, ALIOUNE;

JOUANNET, THIERRY;

EL KHAMLIHI DRISSI, KHALIL y

NAJMEDDINE, HALA

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 693 446 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 dispositivo de determinación no intrusiva de la potencia eléctrica consumida por una instalación, por análisis de transitorias de carga

5

Sector de la técnica

La invención es relativa a un procedimiento y a un dispositivo de determinación no intrusiva de la potencia eléctrica consumida por una instalación, por análisis de transitorias de carga.

10

Estado de la técnica

En la actualidad, la potencia eléctrica consumida por una instalación de un cliente abonado, alimentada por la red de tensión alterna y el consumo de energía eléctrica correspondiente, están determinados a partir de mediciones directas de los parámetros físicos de la instalación, tales como la tensión eléctrica de alimentación, la intensidad de la corriente eléctrica suministrada, el desfase entre la corriente eléctrica suministrada y la tensión de alimentación.

15

De manera habitual, unos módulos electrónicos permiten, a partir de los valores de tensión, de corriente y de desfase anteriormente citados, calcular la potencia eléctrica activa o reactiva consumida, así como, por integración de valores de potencia sucesivos sobre un rango temporal dado, la energía eléctrica consumida. Los módulos electrónicos anteriormente citados están en la mayoría de los casos implantados en un aparato de conteo, tal como un contador electrónico y pueden, en ciertos casos, proceder a una transmisión de los valores anteriormente citados medidos y/o de los valores de potencia o de energía finalmente consumida.

20

Los aparatos de conteo anteriormente citados son satisfactorios. No obstante, presentan el inconveniente de necesitar la implantación de los módulos electrónicos anteriormente citados en los propios aparatos de conteo y, por lo tanto, en el perímetro privado del abonado cliente, es decir, en la mayoría de los casos, la vivienda del abonado.

25

Se han propuesto diferentes desarrollos con vistas a deportar la medición y el conteo de la potencia o de la energía fuera del perímetro privado del abonado cliente.

30

Un enfoque en este sentido consiste en efectuar una medición de tensión de alimentación y de corriente suministrada en el exterior del perímetro privado del abonado cliente, por análisis de la curva de carga global de la instalación ya sea al nivel del aparato de conteo, ya sea aguas arriba de este último, sobre la conexión de la instalación del abonado cliente, con la finalidad de implementar unos procesos no intrusivos, conocidos con el nombre de NIALM para Non Intrusive Appliance Load Monitoring en inglés. El interés de los procesos no intrusivos anteriormente citados es manifiesto para los proveedores, los distribuidores y los consumidores de energía eléctrica frente a los desafíos de previsión de costos de la energía, de desarrollos de redes y de reducción de los consumos.

35

Los procesos de NIALM hacen aparecer varios grados de no intrusión, los que incluyen una etapa de aprendizaje automatizado de los aparatos, descritos por la patente de los Estados Unidos US 4 858 141 y los que incluyen una etapa de aprendizaje manual de los aparatos, descritos por la patente de los Estados Unidos US 5 483 153, por ejemplo.

40

Los procesos NIALM manuales resultan más precisos que los procesos NIALM automáticos, gracias a la recogida de las firmas de consumo de los aparatos en diferentes estados de consumo.

45

Esta semiintrusión es molesta, sin embargo, para el abonado cliente y poco atractiva para el distribuidor o el proveedor de energía eléctrica.

50

En el caso de los procesos NIALM manuales, se construye una biblioteca de aparatos receptores eléctricos, a partir de un sensor de intensidad de corriente eléctrica sobre cada aparato.

En el caso de los procesos NIALM automáticos se construye una biblioteca de aparatos receptores eléctricos que se mejora con el tiempo, a partir de las potencias medidas sobre el aparato de conteo.

55

Las bibliotecas anteriormente citadas permiten, de hecho, identificar cada aparato eléctrico y su consumo y han favorecido una evolución hacia la identificación de los usos de estos aparatos, incluso de los hábitos de uso o de consumo de estos últimos por los abonados clientes que disponen de ello.

60

De este modo, se han propuesto diferentes modos operativos de identificación de los usos:

- a partir del reconocimiento de la variación de intensidad de la corriente, del modo en que se describe en la solicitud de patente francesa FR 2 645 968. Esta variación se compara con un umbral representativo de un evento, activación o desactivación de una carga doméstica. Los valores de umbral están catalogados en una biblioteca;

65

- a partir de la medición de las variaciones de potencia activa y reactiva y/o de la admitancia de la instalación de régimen permanente, del modo en que se describe por la patente de los Estados Unidos US 4 858 141. Se efectúa una comparación con una tabla de referencia de diferentes aparatos disponibles en el mercado, memorizada en biblioteca;
- 5 - a partir de la medición de la corriente a la frecuencia fundamental y de sus armónicos, del modo en que se describe por la patente de los Estados Unidos US 6 816 078. Cada aparato se identifica por los armónicos (por transformada de frecuencia FFT) que genera y se clasifica en una biblioteca. El funcionamiento de los aparatos eléctricos se evalúa al valor verdadero por verificación de la existencia de las frecuencias armónicas más altas constitutivas de la corriente eléctrica total;
- 10 - a partir de la medición de las potencias activas y reactivas de la instalación de régimen transitorio, del modo en que se describe en la patente de los Estados Unidos US 5 483 153. Se ejecuta una comparación de las formas de las transitorias con una base de datos para el reconocimiento de las cargas. El artículo "Data Extraction for Effective Non-Intrusive Identification of Residential Power Loads" de A. Cole y A. Albicki, IEEE Instrumentals and Measurement technology conference, mayo de 1998, describe una técnica similar.
- 15 - a partir de la explotación del impulso de HF de encendido emitido por los aparatos eléctricos unidos a la red eléctrica tal como se describe en las patentes europea EP 1 136 829 y de los Estados Unidos US 7 078 982 B2. Este modo operativo necesita, en caso necesario, sobre cada aparato que hay que detectar, la implantación de un dispositivo de emisión de señales de HF en la red pública, unos receptores o repetidores para amplificar las señales de HF. Aunque calificado como no intrusivo, este modo operativo necesita varias series de puestas en y fuera de tensión de los aparatos eléctricos el uno después del otro, en la primera instalación del dispositivo de identificación;
- a partir de las mediciones efectuadas, sobre la corriente y la tensión para determinar la variación de impedancia de las cargas de la instalación en el transcurso del tiempo, del modo en que se describe en la solicitud de patente WO 93/04377. Un proceso de este tipo permanece, no obstante, intrusivo. Debe sustituirse periódicamente por un encargado un componente de memoria de almacenamiento masivo en el aparato de conteo. También se puede citar el artículo "NON-INTRUSIVE" LOAD MONITORING OF ELECTRICAL APPLIANCES" de ROOS JG, publicado el 1 de abril de 1994 en ELEKTRON Verlag, en relación con esta misma técnica que se basa en un análisis detallado de la corriente y de la tensión de la impedancia total de cargas de la instalación.

30 El conjunto de los procesos anteriormente citados presenta un nivel de intrusión poco compatible con una difusión masiva que representan los parques de aparatos domésticos.

35 Los procesos anteriormente citados utilizan unos parámetros y magnitudes más conformes con las redes de alimentación de tensión puramente sinusoidal, tales como potencias aparentes, reactivas, activas, valores eficaces de corriente y de tensión y, de ese modo, se malogran, ya que están poco adaptados, a la difusión, en las instalaciones de abonados, cada vez más numerosas de aparatos electrónicos generadores de perturbaciones eléctricas y de ruido, que se superponen a la componente fundamental.

40 Los procesos anteriormente citados más conocidos para el experto en la técnica implementan, para ejecutar una descomposición de las señales, un tratamiento de frecuencia, del tipo transformada de Fourier rápida, designada como FFT en inglés.

45 Este tipo de tratamiento necesita una ventana de observación relativamente importante de la señal tratada, con el fin de asegurar una discriminación eficaz de las diferentes componentes de la señal tratada, frecuencia fundamental, a 50 Hz o 60 Hz y frecuencias armónicas, con vistas a un tratamiento satisfactorio de las componentes de ruido anteriormente citadas superpuestas a la componente fundamental.

50 Paralelamente a los métodos de análisis puramente de frecuencia anteriormente citados, por transformada de frecuencia, del tipo transformada de Fourier, se han propuesto otros métodos teóricos de análisis de la respuesta de transmisión en tiempo real, de sistemas sometidos a un campo electromagnético variable. Sustancialmente desarrollado en el marco del estudio de la respuesta de reflectores o de antenas excitados por una onda electromagnética que se supone que se propaga por ondas planas, se ha propuesto un método específico, designado método de la matriz Pencil, que permite, a partir de la respuesta transitoria y permanente de una diana a una excitación electromagnética radiada, determinar los polos y residuos de la respuesta anteriormente citada por resolución de un problema generalizado de valores propios.

60 Para una descripción de un enfoque teórico del método de la matriz Pencil anteriormente citado, aplicado a una diana formada por un hilo conductor eléctrico, se podrá remitirse útilmente al artículo que lleva por título "Generalized Pencil-of-Function Method for Extracting Poles of an EM System from its Transient Response" publicado por Yingbo Hua y Tapan K. Sarkar miembros del Department of Electrical and Computer Engineering, Universidad de Siracusa, Siracusa, NY 13344-1240, IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, Vol. 37, n.º 3, febrero de 1989, p. 229-234. También se puede remitirse al artículo que lleva por título "Spectral estimation of two-dimensional, NMR Signals by matrix pencil method" de ZHO Y et al., BEIJING, OCT. 19-21, 1993, PROCEEDINGS OF THE REGION TEN CONFERENCE (TENCON). Más recientemente, un estudio comparativo entre las prestaciones comparadas de resolución espectral entre las técnicas de tratamiento de frecuencia, tal como

la transformada de Fourier y el método de la matriz Pencil, que lleva por título "Comparison between the Matrix Pencil Method and the Fourier Transform Technique for High Resolution Spectral Estimation" publicado por José Enrique Fernández del Río y Tapan K. Sarkar Department of Electrical and Computer Engineering, 121 Link Hall, Universidad de Siracusa, Siracusa, Nueva York 13244-1240, Digital Signal Processing 6, 108-125 (1996) Artículo N.º0011, ha mostrado la superioridad del método de la matriz Pencil respecto a los métodos de tratamiento de frecuencia por transformada de Fourier, en materia de dispersión de estimación y de error cuadrático medio, para una relación de señal a ruido superior a un cierto valor de umbral.

Objeto de la invención

La presente invención tiene como objeto la implementación de un procedimiento y de un dispositivo de determinación no intrusiva de la potencia eléctrica consumida por una instalación, por análisis de transitoria de cargas por el método de la matriz Pencil, estando la instalación asimilada a una o varias cargas, pudiendo presentar unas características de respuesta variables con el tiempo, absorbiendo parcialmente y/o totalmente la energía eléctrica suministrada en forma de una señal de excitación electromagnética por la red de distribución.

El procedimiento de determinación no intrusiva de la potencia eléctrica consumida por una instalación de abonado, conforme con el objeto de la presente invención, se ejecuta a partir de un muestreo periódico de los valores de tensión de alimentación y de la intensidad de la corriente eléctrica suministradas a esta instalación para obtener una señal de consumo.

Es destacable por que, a partir de los valores muestreados de la señal de consumo, consiste al menos en agrupar estos valores muestreados sobre unas ventanas temporales de observación sucesivas, discriminar, sobre cada ventana temporal de observación corriente sucesiva, el conjunto de los polos y de los residuos de la señal de consumo por el método de la matriz Pencil. Un conjunto de polos y residuos de este tipo es representativo, sobre la ventana de observación corriente, de una combinación de firmas de cargas eléctricas distintas que consta de al menos unos polos y unos residuos determinados asociadas a al menos un valor singular obtenido por el método de la matriz Pencil en funcionamiento en esta instalación, calcular sobre al menos la duración de la ventana de observación corriente, al menos la potencia activa consumida por al menos un subconjunto de las cargas eléctricas en funcionamiento en la instalación, expresada como la suma de las potencias activas consumidas por cada carga eléctrica distinto de este subconjunto que verifica una función de potencia consumida que relaciona estos polos y residuos.

El procedimiento objeto de la invención es destacable, igualmente, por que, para la potencia activa, la función de potencia verifica la relación:

$$P = \sum_{i=1}^M \sum_{i'=1}^{M'} R_{ci} \cdot R_{vi'} \cdot e^{(S_{ci} + S_{vi'}) \left(t_{kd} + \frac{\Delta t}{2} \right)} \cdot \text{senh} c \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right)$$

donde P : designa la potencia activa consumida por el conjunto de las cargas eléctricas distintas C_i de firma (S_i, R_i, SG_i) ;

S_{ci} y R_{ci} : designan los polos respectivamente los residuos de la corriente muestreada suministrada a la instalación;

S_{vi} y R_{vi} : designan los polos respectivamente los residuos de la tensión muestreada suministrada a la instalación designando SG_i los valores singulares;

t_{kd} : designa el instante de inicio de la ventana de observación de rango k ;

Δt : designa la duración de la ventana de observación; $\text{senh} c(X)$: designa la función seno hiperbólica del cardinal del valor X , sea

$$\text{senh} c \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right) = \text{senh} \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right) \Big/ \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right)$$

M : designa el número de polos y residuos observados de la corriente muestreada suministrada a la instalación;

M' : designa el número de polos y residuos observados de la tensión muestreada suministrada a la instalación.

El procedimiento objeto de la invención es destacable, igualmente, por que la frecuencia de muestreo, para obtener la señal de consumo y la duración Δt de cada ventana de observación están relacionadas por la relación:

$$\Delta t \cdot f_e = N_{em} \geq 2 \cdot \left[\sum_{i=1}^{N_c} n_{ci} + 2(1 + H) \right]$$

en la que

5 Nem: designa el número mínimo de muestreas sobre la duración de cada ventana de observaciones, N_c designa el número observado de cargas eléctricas distintas de la instalación de abonado, n_{ci} designa el número de polos de la carga eléctrica considerada, H designa el número de componentes armónicas de la frecuencia fundamental de la tensión de alimentación.

10 El procedimiento objeto de la invención es destacable, además, por que, para una ventana de observación de la señal de consumo que consta del régimen libre y el comienzo del régimen forzado de activación/desactivación de una carga, la activación/desactivación de una carga puramente resistiva está firmada por un régimen forzado único, por la existencia, para la ventana de observación, de dos polos complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados en el régimen forzado y por la fase nula de los residuos en régimen forzado, la activación/desactivación de una carga resistiva y capacitiva está firmada por un régimen libre y un régimen forzado
15 distintos, por la existencia, para la ventana de observación, de dos polos complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados de parte real nula en el régimen forzado y por un polo real y un residuo en el régimen libre, caracterizando la fase negativa del residuo en régimen forzado la naturaleza globalmente capacitiva de la carga, la activación/desactivación de una carga resistiva e inductiva está firmada por un régimen libre y un régimen forzado distintos, por la existencia, para la ventana de observación, de dos polos complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados en el régimen forzado y por un polo real y un residuo
20 complejo en el régimen libre, caracterizando la fase positiva del residuo la naturaleza globalmente inductiva de la carga.

25 El procedimiento objeto de la invención es destacable, por último, por que, para una ventana de observación de la señal de consumo que consta del régimen libre y el inicio del régimen forzado de activación/desactivación de una carga, la activación/desactivación de una carga resistiva, inductiva y capacitiva está firmada por un régimen forzado y un régimen libre distintos, por la existencia, en régimen forzado, de dos polos complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados y, en régimen libre, de dos polos complejos conjugados y dos residuos complejos conjugados, caracterizando la fase negativa del residuo en régimen forzado la naturaleza globalmente
30 capacitiva de la carga y caracterizando la fase positiva del residuo en régimen forzado la naturaleza globalmente inductiva de la carga.

35 El dispositivo de determinación no intrusiva de la potencia eléctrica consumida por una instalación de abonado, objeto de la invención, incluye al menos unos recursos de muestreo periódico de los valores de tensión de alimentación y de la intensidad de la corriente eléctrica suministradas a esta instalación para obtener una señal de consumo.

40 Es destacable por que incluye, además, al menos un módulo de cálculo de la potencia instantánea suministrada producto de los valores muestreados de los valores de tensión de alimentación y de la intensidad de la corriente eléctrica suministradas, incluyendo la señal de consumo uno al menos de los valores muestreados de la tensión de alimentación, de la intensidad de la corriente eléctrica suministradas o de la potencia instantánea suministrada, unos recursos de memorización y de lectura de los valores sucesivos de la señal de consumo sobre al menos una ventana de observación, unos recursos de aplicación, sobre la señal de consumo, sobre al menos una ventana de observación corriente, de un tratamiento de filtrado por el método de la matriz Pencil, para discriminar, sobre esta
45 ventana, el conjunto de los polos y residuos representativos de una combinación de firmas de cargas eléctricas distintas que consta de al menos los polos y los residuos asociadas a al menos un valor singular obtenido por el método de la matriz Pencil en funcionamiento en la instalación, un módulo de seguimiento temporal de la combinación de firmas y de cálculo, sobre al menos la duración de la ventana de observación corriente, de al menos la potencia activa consumida por al menos un subconjunto de las cargas eléctricas en funcionamiento en la
50 instalación, expresada como la suma de las potencias activas consumidas por cada carga eléctrica distinta de este subconjunto que verifica una función de potencia consumida que relaciona estos polos y residuos.

55 El dispositivo objeto de la invención es destacable, además, por que el módulo de seguimiento temporal de la combinación de firmas y de cálculo de al menos la potencia activa consumida por al menos un subconjunto de cargas eléctricas comprenden al menos, un módulo de detección de cambio de estado de activación/desactivación de carga eléctrica, un módulo de identificación de las cargas eléctricas activadas y/o desactivas a partir de las firmas de cargas eléctricas, un módulo de librería de cargas eléctricas identificadas en relación con su firma, un módulo de identificación de los usos de consumo de la utilización de abonado y de cálculo del consumo, al menos de potencia activa.

60 El procedimiento y el dispositivo objetos de la invención encuentran aplicación en la gestión no intrusiva de las instalaciones domésticas o industriales de aparatos eléctricos, en la construcción de aparatos de conteo de energía

eléctrica consumida y, de manera más general, en la vigilancia y en el control de las instalaciones eléctricas de usuarios.

Descripción de las figuras

5 Se comprenderán mejor con la lectura de la descripción y con la observación de los dibujos a continuación en los que:

- 10 - la figura 1a representa, a título puramente ilustrativo, un organigrama de las etapas sustanciales que permiten la implementación del procedimiento objeto de la invención;
- la figura 1b representa, a título ilustrativo, una variante de implementación preferente no limitativa del procedimiento objeto de la invención, en la que puede efectuarse una elección específica de la duración de la ventana de observación en función de la frecuencia de muestreo de la señal de tensión y/o de corriente;
- 15 - la figura 2a representa, a título puramente ilustrativo, un ejemplo de implementación no limitativo de una etapa de adquisición de las firmas de cargas observadas en la instalación de un abonado cliente;
- la figura 2b representa, a título puramente ilustrativo, un ejemplo de implementación no limitativo de una etapa de identificación de las cargas eléctricas, a partir de su firma;
- la figura 2c representa, a título puramente ilustrativo, un ejemplo de implementación no limitativo de ejecución de una etapa de seguimiento de puesta en funcionamiento/respectivamente fuera de funcionamiento de cada carga a partir de una discriminación de su firma.
- 20 - la figura 3a representa, a título de ejemplo puramente ilustrativo, el esquema eléctrico de una instalación de abonado arbitraria que permite representar la implementación del procedimiento objeto de la invención sobre una instalación de este tipo;
- la figura 3b representa a título de ejemplo los valores de intensidad de la corriente medida para una conmutación de las cargas de la instalación de la figura 3a, por accionamiento de los interruptores T1, T2, T3 y T4 según el diagrama temporal representado en la figura 3b;
- 25 - la figura 3c representa la distribución y el seguimiento temporal correspondiente de los valores singulares revelados por el método de la matriz Pencil, durante la conmutación de las cargas de la instalación representada en la figura 3b;
- 30 - las figuras 3d y 3e representan un cronograma del seguimiento temporal de los valores reales de los polos respectivamente de los valores imaginarios de los polos, para la conmutación de las cargas de la instalación representada en la figura 3b;
- las figuras 3f y 3g representan un cronograma del seguimiento temporal de los residuos relacionados con el régimen forzado respectivamente con el régimen libre para la conmutación de las cargas de la instalación representada en la figura 3b;
- 35 - las figuras 4a y 4b representan a título ilustrativo, un esquema funcional, en forma de un esquema de bloques, de un dispositivo de determinación no intrusiva de la potencia eléctrica consumida en una instalación, conforme con el objeto de la presente invención.

40 Descripción detallada de la invención

En este momento se dará en relación con la figura 1a y las figuras siguientes una descripción detallada de las etapas de implementación del procedimiento de determinación sin intrusión de la potencia eléctrica consumida por una instalación, por análisis de transitorias de carga, conforme con el objeto de la invención.

45 La implementación sin intrusión del procedimiento y del dispositivo objetos de la invención se entiende de una ejecución de implementación de total transparencia de funcionamiento respecto a la instalación de cualquier cliente, ya sea aguas abajo y/o en cualquier dispositivo de conteo de este cliente, ya sea aguas arriba de este último.

50 Con referencia a la figura 1a anteriormente citada, se considera una instalación de abonado, instalación doméstica o industrial, para la que se dispone de valores de tensión de alimentación y de la intensidad de la corriente eléctrica suministradas a esta instalación, obtenidos por muestreo periódico, para obtener una señal de consumo.

En la figura 1a, los valores muestreados de tensión V_x y de intensidad I_x de la corriente suministrada están anotados según la relación (1):

$$\{V_x, I_x\}_1^{KN}$$

fe

60 En esta relación, x designa el rango de muestreo sucesivo de los valores anteriormente citados, KN designa un valor final cualquiera del rango de muestreo sobre K ventanas de muestreo sucesivas que incluyen cada una N muestras, fe designa la frecuencia de muestreo de los valores anteriormente citados.

Según un aspecto destacable del procedimiento objeto de la invención, este consiste, a partir de los valores muestreados de la señal de consumo, en una etapa A, en agrupar los valores muestreados anteriormente citados sobre unas ventanas temporales de observación sucesivas.

5 En la etapa A de la figura 1a, la operación correspondiente está anotada según la relación (2):

$$\{V_x, I_x\}_1^{KN} \rightarrow [V_{kj}, P_{kj}, I_{kj}]_{k=1}^{k=K} \quad j=1 \quad j=N$$

10 Por la operación correspondiente, se comprende que cualquier conjunto de valores muestreados está, de hecho, subdividido en una pluralidad de subconjuntos de valores muestreados, cada uno constitutivo de una ventana de observación de estos valores muestreados, en los que k designa el rango de la ventana de observación y j designa el rango del valor muestreado de tensión respectivamente de corriente suministrados en la ventana de observación de rango k considerado. Además, K designa el valor final del rango de la última ventana de observación retenida y N designa el valor final del rango de la última muestra de tensión respectivamente de corrientes en cada ventana de observación de rango k considerado.

20 De una manera general, se indica que el reagrupamiento de las muestras sucesivas de valor de tensión respectivamente de corriente suministradas puede efectuarse por direccionamiento selectivo de lectura-escritura de los valores de muestras de tensión y de corriente suministradas en memoria, de manera convencional.

Las ventanas sucesivas de observación obtenidas de este modo pueden formar ventajosamente unas ventanas sin recubrimiento, no siendo la aplicación de plantilla de ponderación y/o de observación de las muestras necesaria.

25 Cada ventana de observación formada por una sucesión de N muestras de valor de tensión respectivamente de corriente suministradas corresponde a una duración de observación Δt proporcional al número N de muestras.

30 La etapa A de agrupamiento anteriormente citada está seguida, entonces, de una etapa B que consiste en discriminar, sobre cada ventana temporal de observación corriente, de rango k sucesivo, al menos el conjunto de los polos anotados como S_i y de los residuos R_i de la señal de consumo por el método de la matriz Pencil.

En la etapa B de la figura 1a, la operación de discriminación de los polos y de los residuos está anotada por la relación (3):

35 Método de la matriz Pencil

$$\mathcal{P} [V_{kj}, P_{kj}, I_{kj}]_{k=1}^{k=K} \quad j=1 \quad j=N \rightarrow [(S_i, R_i, SG_i)_{i=1}^{i=Nc}]_{k=1}^{k=K}$$

40 En la relación (3) anterior, \mathcal{P} indica la aplicación del método de la matriz Pencil, por tratamiento de datos aplicado a las muestras; $[V_{kj}, P_{kj}, I_{kj}]$ designa cada ventana de observación de rango k de N muestras; $[(S_i, R_i, SG_i)_{i=1}^{i=Nc}]_{k=1}^{k=K}$ designa el conjunto de los polos S_i , de los residuos R_i y de los valores singulares SG_i observados revelados por el método de la matriz Pencil sobre la ventana de observación de rango k considerado.

45 Según un aspecto destacable del procedimiento objeto de la invención, el conjunto de los polos, de los residuos y de los valores singulares anteriormente citados es representativo, sobre la ventana de observación corriente de rango k considerado, de una combinación de firmas \mathcal{S}_i de cargas eléctricas C_i distintas.

50 Se indica que según un aspecto específico no limitativo del procedimiento objeto de la invención, los polos S_i , los residuos R_i y los valores singulares SG_i de cualquier carga eléctrica C_i se calculan sobre una al menos de las componentes de corriente, de tensión o de potencia instantánea que forma una señal de consumo suministradas a la instalación del modo en que se explicará ulteriormente en la descripción.

55 Cada firma \mathcal{S}_i consta al menos de unos polos S_i y de unos residuos R_i determinados asociados a al menos un valor singular SG_i representativo de una carga y de la conmutación de esta en funcionamiento o fuera de funcionamiento en la instalación.

De este modo, cada firma \mathcal{S}_i está formada por un triplete de valores digitales representativos de polos, de residuos y de un valor singular y representada por la anotación $\mathcal{S}_i (S_i, R_i, SG_i)$.

5 La etapa B está seguida, entonces, de una etapa C que consiste en calcular la potencia eléctrica consumida sobre al menos la duración de la ventana de observación corriente anteriormente citada. Se comprende que, según un modo de implementación ventajoso no limitativo del procedimiento objeto de la invención, el cálculo de potencia anteriormente citado puede efectuarse al menos para la potencia activa consumida por al menos un subconjunto de cargas eléctricas en funcionamiento en la instalación, para la potencia reactiva o finalmente para cualquier tipo de potencia eléctrica consumida.

10 Según un aspecto destacable del procedimiento objeto de la invención, el cálculo de la potencia consumida por al menos un subconjunto de cargas eléctricas se establece como la suma de las potencias consumidas por cada carga eléctrica distinta de este subconjunto, que verifica una función de potencia consumida que relaciona los polos y residuos anteriormente citados.

15 En la etapa C de la figura 1a y a título de solo ejemplo no limitativo para la potencia activa consumida, la función de potencia verifica la relación (4):

$$P = \sum_{i=1}^M \sum_{i'=1}^{M'} R_{ci} \cdot R_{vi'} \cdot e^{(S_{ci} + S_{vi'}) \left(t_{kd} + \frac{\Delta t}{2} \right)} \cdot \text{senh} c \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right)$$

20 donde P : designa la potencia activa consumida por el conjunto de las cargas eléctricas distintas C_i de firma (S_i, R_i, SG_i) ;
 S_{ci} y R_{ci} : designan los polos respectivamente los residuos de la corriente muestreada suministrada a la instalación;
 S_{vi} y R_{vi} : designan los polos respectivamente los residuos de la tensión muestreada suministrada a la instalación;
 t_{kd} : designa el instante de inicio de la ventana de observación de rango k ;
 Δt : designa la duración de la ventana de observación; $\text{senh} c(X)$: la función seno hiperbólica del cardinal del valor X , sea

$$\text{senh} c \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right) = \text{senh} \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right) / \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right);$$

35 M : designa el número de polos y residuos observados de la corriente muestreada suministrada a la instalación;
 M' : designa el número de polos y residuos observados de la tensión muestreada suministrada a la instalación.

La relación (4) expresa, de este modo, la función de potencia sobre la ventana de observación.

40 A continuación, se darán diferentes justificantes teóricos cualitativos de procesos que permiten la implementación del procedimiento objeto de la invención.

45 De una manera general, se indica que la señal de consumo está formada por el conjunto de los valores muestreados de tensión y o de corriente suministradas a la instalación, completado eventualmente por el valor de potencia instantánea correspondiente sustancialmente al producto del valor muestreado de tensión respectivamente de corrientes suministradas a la instalación o a una combinación de estos valores, del modo en que se formulará ulteriormente de manera más detallada en la descripción.

50 La implementación del método de la matriz Pencil, por tratamiento de los datos aplicado a los valores anteriormente citados, opera el cálculo de una matriz de Hankel a partir de una transformación por el método designado como método SVD para Single Value Decomposition en inglés.

Los polos S_i revelados de este modo representan la contribución a la respuesta de la carga en el sentido temporal a la señal de consumo.

55 Los residuos R_i representan la contribución a la respuesta de la carga en el sentido intercambio o absorción de energía a la señal de consumo.

Los valores singulares SG_i representan la transición de un estado de consumo a otro por el hecho de la

activación/desactivación, total o parcial, de una carga de la instalación. Los valores singulares anteriormente citados están directamente relacionados con la puesta de manifiesto de los valores propios de la matriz de Hankel, durante la aplicación del método de la matriz Pencil.

- 5 A cada ventana de observación de los valores muestreados, o más generalmente de la señal de consumo, corresponde un conjunto de valores singulares.

El cambio de valor singular representa el cambio o transición de la señal de consumo, ya que los valores singulares tienen el mismo valor en estado estacionario, en ausencia de conmutación total o parcial de carga.

- 10 Los rebotes de los valores singulares están relacionados con el valor de los polos S_i .

- 15 La aparición de un valor singular sobre la ventana de observación o sobre una sucesión de ventana de observación es sustancialmente síncrona del cambio de régimen de intensidad de la corriente consumida por la instalación sobre conmutación simultánea o no de una o varias cargas de la instalación.

- 20 Para terminar, la discriminación de los polos y de los residuos permite discriminar el tipo de carga en funcionamiento, carga resistiva, capacitiva o inductiva, del modo en que se describirá de manera más detallada en la descripción ulteriormente.

De una manera más específica, se indica que, para la implementación del procedimiento objeto de la invención y para una tensión de alimentación sustancialmente periódica de pulsación ω y de período T, la duración Δt de cada ventana de observación corriente de rango k puede tomarse igual al período T.

- 25 Una elección de este tipo de la duración de la ventana de observación no es indispensable. No obstante, desde un punto de vista granular de la observación, la elección anteriormente citada permite de alguna manera una nueva puesta en el estado inicial de la red o de la instalación y de la carga.

- 30 De una manera más general, la duración de cada ventana de observación puede elegirse teniendo en cuenta la frecuencia de muestreo f_e , según la relación (5):

$$\Delta t \cdot f_e = N e m \geq 2 \cdot \left[\sum_{i=1}^{N_c} n c i + 2(1 + H) \right]$$

En la relación anterior,

- 35 f_e designa la frecuencia de muestreo;
 Nem designa el número mínimo de muestreos sobre la duración de cada ventana de observación;
 N_c designa el número observado de cargas eléctricas distintas C_i de la instalación de abonado;
 $n c i$ designa el número de polos de la carga eléctrica C_i considerada;
 H designa el número de componentes armónicas de la frecuencia fundamental de la tensión de alimentación.

- 40 Con referencia a la figura 1b, se indica que la elección de la duración Δt puede efectuarse, por ejemplo, a partir de la relación anteriormente citada en el transcurso de una subetapa A_1 , luego ejecución del agrupamiento correspondiente en una subetapa sucesiva A_2 . Las etapas B y C pueden efectuarse, entonces, sucesivamente.

- 45 Una descripción más detallada de etapas de discriminación y de adquisición de las firmas, de identificación de las cargas eléctricas constitutivas del subconjunto de cargas eléctricas distintas, luego de seguimiento de la puesta en funcionamiento/fuera de funcionamiento de cada carga distinta, de conformidad con el procedimiento objeto de la invención, se dará en este momento en relación con las figuras 2a, 2b y 2c respectivamente.

- 50 De una manera general, se indica que las etapas anteriormente citadas se ejecutan sobre los valores digitales representativos de los residuos, de los polos y de los valores singulares por unos programas de ordenación de estos valores digitales cuyos organigramas generales están representados a título puramente ilustrativo en las figuras anteriormente citadas.

- 55 Con referencia a la figura 2a, como continuación a etapa que consiste en discriminar el conjunto de los polos y de los residuos de la señal de consumo, el procedimiento objeto de la invención incluye una etapa de discriminación y de adquisición de las firmas \mathcal{S}_i (S_i, R_i, SG_i) formadas por un par de polos S_i , residuos R_i a los que está asociado un valor singular SG_i .

- 60 Una descripción más detallada de proceso que permite la implementación de una etapa de discriminación y de adquisición de las firmas \mathcal{S}_i de identificación de las cargas eléctricas C_i en funcionamiento sobre una ventana de observación, respectivamente de seguimiento de puesta en funcionamiento/fuera de funcionamiento de cada carga

distinta se dará en este momento en relación con las figuras 2a, 2b respectivamente 2c.

Con referencia a la figura 2a, como continuación a la etapa que consiste en discriminar el conjunto de los polos S_i y de los residuos R_i de la señal de consumo, la etapa de discriminación y de adquisición de las firmas \mathcal{S}_i puede

5 ilustrarse según el proceso representado en la figura anteriormente citada, a partir de los tripletes $(S_i, R_i, SG_i)_{i=1}^{i=Nc}$.

Estando el conjunto de los tripletes anteriormente citados memorizados en forma de una lista, por ejemplo, se procede en una etapa 100 a la lectura de cada valor singular SG_i del que se dispone en el conjunto de los valores singulares SG_i memorizado según la relación simbólica (6):

10

$$\exists SG_i = SG_i ?$$

Tras respuesta positiva a la prueba 100, es decir, para la lectura del valor singular SG_i , se atribuye a los tripletes

15 (S_i, R_i, SG_i) un código de identificación de firma anotado como \mathcal{S}_i correspondiente, en la etapa 101.

El proceso se continúa para el siguiente valor singular de índice $i+1$ por retorno por la etapa 102 a la etapa 100 anteriormente citada, en tanto en cuanto exista un valor singular no leído SG_i .

20 Al contrario, tras respuesta negativa a la prueba de lectura de la etapa 100, el proceso de lectura del conjunto de los valores singulares se interrumpe y se dispone en la etapa 103 del conjunto de las firmas \mathcal{S}_i de cargas eléctricas C_i susceptibles de aparecer por una puesta en funcionamiento/fuera de funcionamiento total o parcial en la instalación considerada.

25 El conjunto de las firmas anteriormente citadas puede memorizarse, entonces, en una memoria o biblioteca de firmas, del modo en que se describirá ulteriormente en la descripción.

Con referencia a la figura 2b, la etapa de adquisición de las firmas anteriormente citadas está seguida, entonces, ventajosamente, de una etapa de identificación de las cargas eléctricas constitutivas de cualquier subconjunto de cargas eléctricas distintas en funcionamiento sobre al menos una ventana de observación. Se comprende, en particular, que todo o parte del conjunto de las cargas eléctricas de la instalación considerada puede ponerse en funcionamiento simultáneamente o no, según la puesta en funcionamiento o fuera de funcionamiento individualmente de cada carga eléctrica de la instalación según la sola voluntad del usuario.

30

De este modo, con referencia a la figura 2b, se procede, a partir del conjunto de las firmas memorizadas y, por supuesto, de los tripletes de polos, residuos valor singular asociados a cada una de estas últimas a la identificación, en una etapa 200, de la existencia en la instalación de los polos, residuos y valor singular existentes y observados en funcionamiento. Este proceso de identificación puede realizarse por una comparación de los valores de polos residuos y valor singular correspondiente a los valores de tripletes asociados a la firma correspondiente, con un intervalo de confianza de identificación de estos valores.

40

Esta operación está representada en la etapa 200 por la relación (7):

$$\exists \mathcal{S}_i \mid i \in [1, Nc] ?$$

45 Tras respuesta positiva en la etapa 200 anteriormente citada, a la discriminación de la firma \mathcal{S}_i se asocia una carga eléctrica C_i correspondiente a las características eléctricas específicas. Se comprende, en particular, que una correspondencia biunívoca puede efectuarse entre cualquier valor de firma o código de firmas \mathcal{S}_i y las características eléctricas de cada carga eléctrica, gracias a la implementación de una biblioteca de cargas asociada a la biblioteca de firmas, del modo en que se describirá ulteriormente en la descripción.

50

Las etapas 200, 201 se continúan por paso a la firma siguiente por retorno a la etapa 200 por medio de la etapa 202 simbolizada por la relación $i=i+1$, para todas las firmas de cargas eléctricas susceptibles de ponerse en funcionamiento en la instalación.

55

Cuando el conjunto de las firmas y, por lo tanto, de las cargas eléctricas, susceptibles de ponerse en funcionamiento para la instalación considerada se ha sometido a la prueba de la etapa 200, se dispone en la etapa 203 del conjunto

de las cargas eléctricas en número N_c en funcionamiento en la instalación, anotado según la relación (8):

$$[C_i]_{i=1}^{i=N_c}$$

Este conjunto constituye un subconjunto de la totalidad de las cargas eléctricas susceptibles de ponerse en funcionamiento para la instalación considerada, subconjunto igual a todo o parte de esta totalidad.

5 Por supuesto, se comprende que la correspondencia biunívoca entre el valor o código de firma \mathcal{S}_i , y la carga eléctrica C_i correspondiente se establece, igualmente, con el triplete (S_i, R_i, SG_i) al que este último está asociado.

10 La detección de la presencia o de la ausencia de cada triplete anteriormente citado observado en la instalación y, en consecuencia, de la firma \mathcal{S}_i y de la carga eléctrica C_i correspondiente, permite, según un aspecto destacable del procedimiento objeto de la invención, ejecutar una etapa de seguimiento de la puesta en funcionamiento/fuera de funcionamiento de cada carga individual distinta por discriminación de todo o parte de la firma de esta última sobre al menos una ventana de observación.

15 Se comprende, en particular, que la discriminación anteriormente citada puede ejercerse sobre uno o varios valores del triplete asociado a esta carga, según un proceso de lógica difusa tal como se ha descrito anteriormente en la descripción. Del modo en que se representa a título de ejemplo en la figura 2c, para cualquier carga eléctrica C_i del subconjunto anteriormente citado se procede en una etapa de prueba 300 a la identificación de la firma \mathcal{S}_i por
20 discriminación de los valores de polos, residuos, valor singular o de una combinación de estos últimos según la relación (9):

$$\exists \mathcal{S}_i \Leftrightarrow C_i?$$

25 Tras respuesta positiva a la prueba 300, la carga eléctrica C_i se declara en funcionamiento "ENCENDIDO" en la etapa 301. Al contrario, tras respuesta negativa a la prueba 301, la carga eléctrica C_i se declara fuera de funcionamiento "APAGADO".

30 El proceso de seguimiento puede ejecutarse sobre una duración cualquiera por retorno a la prueba de la etapa 300 por medio de la etapa 302, anotada como $i=i+1$.

Un ejemplo de implementación de los procesos anteriormente citados, en una instalación representada en la figura 3a que incluye una carga resistiva pura R_1 , una carga resistiva-capacitiva R_2C_2 , una carga resistiva-inductiva R_3L_3 y una carga resistiva capacitiva e inductiva $R_4L_4C_4$ se describe a continuación.

35 Se mide la corriente y la tensión instantáneas por muestreo a la entrada de la instalación eléctrica de una vivienda. Estas dos señales analógicas se convierten en valores digitales con la ayuda del CAD a la frecuencia de muestreo $f_e = \frac{1}{T_e}$. A partir de estas dos mediciones, se calcula la potencia instantánea consumida por las cargas en presencia, según la relación anteriormente mencionada.

40 Los interruptores T_1, T_2, T_3 y T_4 conmutan su carga respectiva R_1, R_2C_2, R_3L_3 y $R_4C_4L_4$ según la lógica "ENCENDIDO", "APAGADO" indicada en la figura 3b.

45 Se aplica el método de la matriz Pencil sobre cada ventana de observación de la potencia, de la tensión y de la corriente de alimentación.

Para cada ventana de observación de índice k , se extraen N muestras de la señal.

50 El método de la matriz Pencil permite filtrar la señal observada del ruido generado por la cadena de medición y de conversión, incluso eliminar una componente no pertinente de la señal. Proporciona para cada ventana de observación corriente dada de rango k , los vectores de tamaño M de los valores singulares SG_{ik} , de los polos S_{ik} , y de los residuos R_{ik} para la corriente, la tensión y la potencia.

55 La memorización selectiva de los resultados sucesivos proporcionados por el método de la matriz Pencil permite ejecutar el seguimiento temporal.

El método de la matriz Pencil se aplica sobre cada ventana de observación temporal de la corriente. La duración Δt de la ventana es parametrizable, en el ejemplo dado se elige igual a $\Delta f=10$ ms en el caso de las figuras 3c a 3g, esto

es, un semiperiodo para una frecuencia de alimentación a 50 Hz.

En la figura 3c, se da un ejemplo de seguimiento temporal de los valores singulares.

5 En la figura 3c, el eje de las abscisas está graduado en segundos y el eje de las ordenadas en valor relativo de amplitud de valor singular, sin dimensión. La envoltura de la corriente de entrada representada en la figura 3b se encuentra al nivel de la evolución de los valores singulares; sus variaciones ponen de manifiesto los cambios de estados, de manera sustancialmente síncrona. El número de polos y de residuos pertinentes procede de un tratamiento apropiado de estos valores singulares.

10 El seguimiento temporal de las partes reales e imaginarias de cada polo se ilustra respectivamente en las figuras 3d y 3e.

15 En la figura 3d, el eje de las ordenadas está graduado en Neperios por segundo, Np/s y, en la figura 3e, el eje de las ordenadas está graduado en Hercios.

Según un modo de realización preferente no limitativo, el seguimiento temporal de los residuos se expresa por el de sus valores normalizados, en régimen forzado y en régimen libre figuras 3f y 3g. Esta elección, más apropiada, facilita la clasificación con respecto a los residuos. En las figuras 3f y 3g, el eje de las ordenadas está graduado en Amperios (A).

20

Estos seguimientos temporales suministran unas informaciones sobre las características de las cargas.

25 Los armónicos, de los cuales el fundamental, están caracterizados por unos polos puramente imaginarios, corresponden al régimen forzado de las cargas.

Los regímenes libres están caracterizados por unos polos cuya parte real da unas informaciones sobre las constantes de tiempo (cf. figura 3d) y la parte imaginaria sobre las frecuencias propias (cf. figura 3e). Los residuos están directamente relacionados con las cargas en presencia y con los armónicos si existen estas frecuencias.

30

Según un modo de realización preferente, para el régimen forzado, se define un valor normalizado para cada residuo R_{ik} . Esta definición puede darse para cualquier tipo de residuo, de tensión, de corriente, de potencia y, en concreto, para los residuos de corriente, dada por la siguiente expresión con, para el ejemplo a continuación, designando R_{ci}

anotado como \mathfrak{R}_k^F el residuo de corriente y designando S_{ci} anotado como SI_k^F el polo de corriente en la ventana

35 de observación número k , designando \mathfrak{RIN}_k^F el valor normalizado correspondiente:

$$\mathfrak{RIN}_k^F = \mathfrak{R}_k^F \cdot j \cdot \sqrt{2} \cdot e^{-SI_k^F \cdot t_{kd}}$$

con:

40 t_{kd} , el instante del inicio de la ventana de observación número k ;

\mathfrak{R}_k^F , el residuo de la corriente relacionado con el régimen forzado y relativo a la ventana k , para la frecuencia fundamental y para las frecuencias armónicas si existen;

SI_k^F , el polo de la corriente relacionado con el régimen forzado y correspondiente al residuo de la corriente

45 \mathfrak{R}_k^F .

La figura 3f da la evolución temporal de los residuos normalizados de corriente \mathfrak{R}_k^F relacionados con las frecuencias positivas.

50 Según un modo de realización, la explotación de los \mathfrak{RIN}_k^F permite volver a subir al valor de la carga.

Por analogía, se puede establecer una normalización de los residuos de la corriente relacionados con el régimen libre de la siguiente manera, designando \mathfrak{RIN}_k^L el valor normalizado correspondiente:

$$\Re IN_k^L = \Re I_k^L \cdot j \cdot \sqrt{2} \cdot e^{-SI_k^L \cdot (t_{kd} - t_0)}$$

con

- 5 t_{kd} , instante del inicio de la ventana de observación número k ;
 t_0 , instante de activación de la carga;

$\Re I_k^L$, designa el residuo de la corriente relacionado con el régimen libre y relativo a la ventana k ;

SI_k^L , designa el polo de la corriente relacionado con el régimen libre, relativo a la ventana k y correspondiente

al residuo $\Re I_k^L$

- 10 La figura 3g da la evolución temporal de $\Re IN_k^L$, residuo normalizado de la corriente relacionado con el régimen libre. En esta figura aparecen tres instantes de activación de carga, esto es, t_0 que corresponde a los instantes 0,2 s, 0,61 s y 1,1 s.

- 15 Los polos, figuras 3d, 3e, relacionados con la frecuencia positiva de la excitación están representados por unos círculos "o". Los relacionados con la frecuencia negativa conjugada, están representados por unas cruces "x". Los polos relacionados con el régimen libre de la carga están representados por unas estrellas "*" y unos rombos "◇".

- 20 Los residuos normalizados, relacionados con las frecuencias positivas, están representados por unos círculos "o" (figura 3f) en el caso del régimen forzado y por unas estrellas "*" (figura 3g) para el régimen libre.

Se comprende que el proceso de seguimiento implementado consiste sustancialmente en una lectura de los valores de polos, residuos, valores singulares y en una comparación de estos datos para detección de un cambio de estado.

- 25 Los instantes de cambio de estado se detectan al nivel de la variación de los valores singulares representados en la figura 3c. Estos instantes aparecen también al nivel del seguimiento de los residuos normalizados. La figura 3f ilustra este fenómeno.

- 30 La interpretación de los seguimientos temporales de los polos y de los residuos normalizados dados por las cuatro figuras 3d, 3e, 3f y 3g es la siguiente:

Entre los instantes 0 s y 0.2 s:

- 35 Entre estos dos instantes, las figuras 3d y 3e dan dos polos imaginarios puros ($0+50j$) y ($0-50j$) que corresponden a la frecuencia del 50 Hz. Se comprende que la forma general de los polos normalizados se da por $0 \pm Fj$ donde F designa la frecuencia fundamental de la tensión de alimentación y $j = \sqrt{-1}$.

Si se considera que no está presente ninguna carga antes del instante $t=0$, la variación del residuo relacionado con

- 40 el régimen forzado, figura 3f, es de $\Delta \Re NI_{calc} = (2,3069 - 4,2406 \cdot 10^{-6} j) - (0)$.

Según el modo de realización preferente, a partir de esta información se puede deducir el módulo de la carga, así como su fase. En este instante, se está en presencia de una carga de módulo 100 Ω y de fase nula.

Ahora bien, el valor utilizado en experimentación era una resistencia de valor $R_1=100 \Omega$ y el valor teórico del residuo

- 45 normalizado es: $\Re NI_{Teor.} = 2,3 + 0j$

Entre los instantes 0,2 y 0.6 s:

- 50 Entre estos dos instantes, las figuras 3d y 3e muestran la existencia de tres polos, ($0+50j$), ($0-50j$) y ($-10+0j$). Este último polo indica la desactivación en el instante 0,2 s de una carga del primer orden de constante de tiempo

$$\tau = \frac{1}{10} = 100ms$$

Según el modo de realización preferente, se calcula la variación de los residuos normalizados relacionados con el

régimen forzado en el instante 0.2 s, proporcionados por la figura 3f: $\Delta \mathfrak{RN}2_{calc} = (4,6022 + 7,3130 \cdot 10^{-2}j) - (2,3069 - 4,2406 \cdot 10^{-6}j) = 2,2953 + 7,3134 \cdot 10^{-2}j$ Según el modo de realización preferente y a partir de esta información, se puede calcular, entonces, el módulo de la carga, así como su fase. En este instante, se observa una carga de módulo 100,15 Ω y de fase -0,0318 $rd(-1,822^\circ)$. De ello se deduce el carácter capacitivo de esta carga.

5 Ahora bien, la carga que se activa en el instante anteriormente citado es un circuito RC en serie de resistencia $R_2=100 \Omega$ y de capacidad $C_2=1 mF$. El valor teórico del residuo normalizado correspondiente es

$$\mathfrak{RN}2_{teór.} = 2,2977 + 7,313 \cdot 10^{-2}j$$

, es idéntico al procedente del método de la matriz Pencil.

10 Entre los instantes 0.6 s y 1.1 s:

Entre estos dos instantes, las figuras 3d y 3e dan tres polos, (0+50j) y (0-50j) así como un nuevo polo (-50+0j). Este último polo indica la activación en el instante 0,6 s de una carga del primer orden de constante de tiempo

$$\tau = \frac{1}{50} = 20 ms$$

15 Según el modo de realización preferente, se calcula la variación de los residuos normalizados relacionados con el régimen forzado en el instante 0,6 s, proporcionados por la figura 3e:

$$\Delta \mathfrak{RN}3_{calc} = (5,168 - 3,4970j) - (4,6022 + 7,3130 \cdot 10^{-2}j) = 0,56590 - 3,5701j$$

20 Según el modo de realización preferente y a partir de esta información, se puede deducir el módulo de la carga, así como su fase. En este instante, se está en presencia de una carga de módulo 63,62 Ω y de fase 1,413 $rd(80,9589^\circ)$. De ello se deduce el carácter inductivo de esta carga.

25 Ahora bien, la carga activada es un circuito RL en serie de resistencia $R_3=10 \Omega$ y de inductancia $L_3=0,2 H$. El valor teórico del residuo normalizado correspondiente es $\mathfrak{RN}3_{teór.} = 0,56820 - 3,5701j$, es idéntico al procedente del método de la matriz Pencil.

Entre los instantes 1.1 s y 1.5 s:

30 Entre estos dos instantes, las figuras 3d y 3e dan cuatro polos, (0+50j) y (0-50j) relativos a la frecuencia fundamental, así como (-30+22j) y (-30-22j) relativos a la frecuencia propia de la carga. A partir de estos polos, se puede reconocer la presencia de una carga del segundo orden en el instante 1,1 s (aparición de dos polos complejos conjugados).

35 En este instante, según el modo de realización preferente, se calcula la variación de los residuos normalizados relacionados con el régimen forzado:

$$\Delta \mathfrak{RN}4_{calc} = (5,5818 - 5,2337j) - (5,168 - 3,4970j) = 0,41370 - 1,7367j$$

40 Según el modo de realización preferente y a partir de esta información, se puede deducir el módulo de la carga, así como su fase. En este instante, se tiene una carga de módulo 128,83 Ω y de fase 1,3369 $rd(76,5987^\circ)$. De ello se deduce el carácter inductivo de esta carga.

45 Ahora bien, la carga activada es un circuito RLC en serie de resistencia $R_4=30 \Omega$, de inductancia $L_4=0,5 H$ y de capacidad $C_4=0,1 mF$. El residuo normalizado teórico correspondiente es $\mathfrak{RN}4_{teór.} = 0,41598 - 1,7367j$, es idéntico al procedente del método de Pencil.

Entre los instantes 1.5 s y 1.8 s:

50 La variación negativa de los valores singulares en el instante 1.5 s indica la puesta fuera de tensión de una de las cuatro cargas puestas en tensión entre los instantes 0 s y 1.5 s, por una parte. Por otra parte, la variación de los residuos normalizados del régimen forzado es de $\Delta \mathfrak{RN}5_{calc} = -2,2953 - 7,31 \cdot 10^{-2}j$. Según el modo de realización preferente, de ello se deduce la puesta fuera de tensión de la carga n.º 2, que se había activado en el instante 0,2 s.

55

Entre los instantes 1,8 s y 2 s:

La variación negativa de los valores singulares en el instante 1,8 s indica la puesta fuera de tensión de una de las cuatro cargas puestas en tensión entre los instantes 0 s y 1,8 s, por una parte. Por otra parte, la variación de los

5 residuos normalizados del régimen forzado es de $\Delta \mathcal{RN}6_{calc} = -2,2977 + 0j$. Según el modo de realización preferente, de ello se deduce la puesta fuera de tensión de la carga n.º 1 que se ha activado en el instante 0 s.

10 De este modo, según un aspecto destacable del procedimiento objeto de la invención, se comprende que la discriminación del conjunto de los polos S_i , de los residuos R_i y de los valores singulares SG_i se efectúa por lectura de los valores correspondientes revelados por la aplicación del método de la matriz Pencil.

15 Además, en el modo de implementación preferente del procedimiento objeto de la invención, en el que los polos y los residuos se establecen según su definición normalizada, el seguimiento de puesta en funcionamiento/fuera de funcionamiento de cada carga eléctrica individual C_i puede, de manera particularmente ventajosa, implementarse por sencillo cálculo de la variación algebraica de los residuos normalizados. En particular, la aparición, activación, de una carga se revela por la aparición del valor algebraico del residuo R_i asociado a esta carga y la desaparición, desactivación, de esta carga se revela por la aparición del valor algebraico opuesto del residuo R_i asociado a esta carga.

20 En este momento, se dará a continuación un recapitulativo de las características de los residuos, polos y valores singulares, en definitiva, de las firmas obtenidas en función de características eléctricas de cargas eléctricas activadas respectivamente desactivadas en una instalación.

25 Se considera una ventana de observación o una sucesión de ventanas de observación, de la señal de consumo que consta del régimen libre y el comienzo del régimen forzado de activación/desactivación de una carga eléctrica.

De manera característica:

30 - la activación/desactivación de una carga puramente resistiva está firmada por un régimen forzado único, por la existencia, para la ventana de observación considerada, de dos polos complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados en el régimen forzado.

Además, los residuos presentan una fase nula en régimen forzado.

35 La tabla designada como **Tabla carga resistiva** da los valores de los polos y residuos normalizados correspondientes.

Tabla carga resistiva:

	Régimen forzado	
Polos	$(0+50.j)$	$(0-50.j)$
Residuos	$(x+y.j)$	$(x-y.j)$

40 La existencia de dos valores para los polos y los residuos, así como la fase nula de los residuos normalizados relacionados con el régimen forzado permiten deducir la naturaleza resistiva de la carga en el transcurso de análisis;

45 - la activación/desactivación de una carga resistiva y capacitiva está firmada por un régimen libre y un régimen forzado distintos, la existencia para la ventana de observación de dos polos complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados en el régimen forzado y por un polo real y un residuo complejo en el régimen libre. La fase negativa del residuo en régimen forzado caracteriza la naturaleza globalmente capacitiva de la carga.

Tabla carga RC:

	Régimen forzado		Régimen libre
Polos	$(0+50.j)$	$(0-50.j)$	$(\alpha+0.j)$
Residuos	$(x+y.j)$	$(x-y.j)$	$(a+b.j)$

50 La fase de los residuos normalizados relacionados con el régimen permanente es negativa. La comparación del valor absoluto de la fase con el producto $\alpha.\omega$ o la inversa de este producto permite deducir la existencia de una carga RC en serie o de una carga RC en paralelo.

- la activación/desactivación de una carga resistiva e inductiva está firmada por un régimen libre y un régimen forzado distintos, por la existencia para la ventana de observación de dos polos complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados en el régimen forzado y por un polo real y un residuo complejo en el régimen libre. La fase positiva del residuo caracteriza la naturaleza globalmente inductiva de la carga.

Tabla carga RL:

	Régimen forzado		Régimen libre
Polos	$(0+50.j)$	$(0-50.j)$	$(\alpha+0.j)$
Residuos	$(x+y.j)$	$(x-y.j)$	$(a+b.j)$

La fase de los residuos normalizados relacionados con el régimen libre es positiva.

La comparación del valor absoluto de la fase con el producto $\alpha \cdot \omega_0$ la inversa de este producto permite deducir la existencia de una carga RL en serie o de una carga RL en paralelo.

- la activación/desactivación de una carga resistiva, inductiva y capacitiva está firmada por un régimen forzado y un régimen libre distintos y por la existencia, en régimen forzado, de dos polos complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados y, en régimen libre, de dos polos complejos conjugados y dos residuos complejos conjugados. La fase negativa del residuo en régimen forzado caracteriza la naturaleza globalmente capacitiva de la carga y la fase positiva del residuo en régimen forzado caracteriza la naturaleza globalmente inductiva de la carga.

Tabla carga RLC:

	Régimen forzado		Régimen libre	
Polos	$(0+50.j)$	$(0-50.j)$	$(\alpha+\beta.j)$	$(\alpha-\beta.j)$
Residuos	$(x+y.j)$	$(x-y.j)$	$(a+b.j)$	$(a-b.j)$

Se recuerda que el conjunto de los valores de polos y de residuos dado en las tablas anteriores se obtiene por la aplicación del método de la matriz Pencil. En particular, en el ejemplo de los valores dados, los valores digitales 50 asignados a la parte imaginaria de los polos corresponde, de hecho, al valor de la frecuencia fundamental de la tensión de alimentación de la instalación. Este valor se sustituye por el valor 60 para la implementación del procedimiento objeto de la invención en los países en los que las redes de alimentación de energía eléctrica son unas redes alternas a la frecuencia de 60 Hz.

En este momento, se dará una descripción más detallada de un dispositivo de determinación no intrusivo de la potencia eléctrica consumida por una instalación de abonado, conforme con el objeto de la presente invención, en relación con la figura 4a y la figura 4b.

Del modo en que se ha representado esto en la figura 4a anteriormente citada, el dispositivo objeto de la invención comprende unos recursos de muestreo periódico de los valores de tensión de alimentación y de la intensidad de la corriente eléctrica suministradas a la instalación considerada, con vistas a obtener una señal de consumo.

En la figura anteriormente citada, los recursos correspondientes se consideran que están constituidos por un circuito que suministra una imagen de la tensión de alimentación y un circuito que suministra una imagen de la intensidad de la corriente eléctrica suministradas a la instalación. Estos circuitos pueden estar constituidos ventajosamente por cualquier circuito de extracción de tensión respectivamente de corriente acompañados de muestreadores apropiados que suministran en las condiciones de muestreo de Shannon una imagen de la tensión respectivamente de la intensidad de la corriente suministrada. Estos circuitos pueden estar seguidos de convertidores analógicos y digitales a la frecuencia o periodo de muestreo designado como T_e . Este tipo de circuito no se describirá en detalle, ya que corresponde a unos circuitos conocidos por el experto en la técnica en el campo técnico correspondiente.

Cada circuito convertidor analógico digital CAD suministra con un ritmo correspondiente al periodo de muestreo T_e las muestras de tensión anotadas como $v(nT_e)$ respectivamente de corriente como $i(nT_e)$, para, por supuesto, $n \geq 0$, designando n el rango de la muestra.

Según una característica particularmente ventajosa, el dispositivo objeto de la invención incluye un recurso de cálculo 1 de la potencia instantánea suministrada, producto de los valores muestreados de los valores de tensión de alimentación y de la intensidad de la corriente eléctrica suministrada. De este modo, en la figura 4a, el recurso de cálculo 1 recibe los valores muestreados de corrientes $i(nT_e)$ y de tensión $v(nT_e)$ y suministra un valor producto de estos valores recibidos, constitutivo del valor de potencia instantánea suministrada anotada como $p(nT_e)$.

Según otra característica del procedimiento y del dispositivo objetos de la invención, la señal de consumo está constituida por una al menos de las muestras de intensidad suministrada $i(nT_e)$, de tensión suministrada $v(nT_e)$ y de potencia instantánea suministrada $p(nT_e)$ a la instalación. Las componentes de la señal de consumo anteriormente citadas se someten a observación para determinación de los polos, de los residuos y de los valores singulares gracias al dispositivo objeto de la invención de la manera de a continuación.

El dispositivo según la invención, representado en la figura 4a incluye con esta finalidad unos recursos de memorización y de lectura de los valores sucesivos de la señal de consumo sobre al menos una ventana de observación, estando, por supuesto, las operaciones de memorización y de lectura ejecutadas sobre varias ventanas de observación sucesiva.

Incluye, por ejemplo, del modo en que se representa en la figura 4a, unos recursos de creación de ventanas de observación sobre las componentes de intensidad, de tensión y de potencia anteriormente citadas. Estos recursos están anotados como $2_1, 2_2, 2_3$ en esta figura. Pueden consistir de manera convencional en unos circuitos de direccionamiento de escritura/lectura en memoria de las componentes anteriormente citadas memorizadas para una pluralidad de valores sucesivos de rango n comprendido entre $(k-1)N$ y $kN-1$, designando N el número de muestras en la ventana de rango k considerada, en relación con la figura la.

El dispositivo objeto de la invención representado en la figura 4a incluye, además, unos recursos 3 de aplicación, sobre la señal de consumo y sobre al menos una ventana de observación corriente, tal como se ha definido anteriormente, de un tratamiento de filtrado por el método de la matriz Pencil, esto con la finalidad de discriminar sobre la ventana de la señal de consumo el conjunto de los polos y residuos representativos, con los valores singulares, de una combinación de firmas de cargas eléctricas distintas en funcionamiento en la instalación considerada.

Con la observación de la figura 4a, se constatará que los recursos 3 de aplicación del tratamiento de filtrado por el método de la matriz Pencil incluyen ventajosamente unos módulos separados que llevan la referencia $3_1, 3_2, 3_3$, recibiendo cada uno las componentes de intensidad, de potencia respectivamente de tensión de la señal de consumo anteriormente citada.

Cada módulo separado $3_1, 3_2, 3_3$ puede estar constituido por un calculador dedicado que incorpora un programa de tratamiento apropiado.

Cada uno de los módulos anteriormente citados suministra los polos, los residuos y los valores singulares para la componente de intensidad, de potencia instantánea, de tensión de la señal de consumo, estando estos valores respectivamente designados como S_{Ck}, R_{Ck}, SG_{Ck} para la componente de intensidad, S_{Pk}, R_{Pk}, SG_{Pk} para la componente de potencia instantánea, S_{Vk}, R_{Vk}, SG_{Vk} para la componente de tensión suministrada a la instalación. Los valores anteriormente citados no son otros, por supuesto, que los valores de polos S_i , de residuos R_i y de valores singulares SG_i anteriormente mencionados en la descripción.

Además, del modo en que se representa en la figura 4a y 4b, el dispositivo según la invención comprende unos recursos 4 de seguimiento temporal de la combinación de firmas y, por lo tanto, de las cargas eléctricas y de cálculo sobre al menos la duración de la ventana de observación corriente de rango k de al menos la potencia activa consumida por al menos un subconjunto de cargas eléctricas en funcionamiento en la instalación. La potencia calculada anteriormente citada se expresa como la suma de las potencias, tales como la potencia activa, consumida por cada carga eléctrica distinta del subconjunto anteriormente citado que verifica una función de potencia consumida que relaciona los polos y los residuos.

Se comprende, por supuesto, que la función de potencia que relaciona los polos y los residuos, en concreto, para la potencia activa, verifica la relación (4) anteriormente mencionados en la descripción.

Se observará, igualmente, en la figura 4a que los recursos 4 de seguimiento temporal de la combinación de firmas incluyen, igualmente, unos módulos separados referenciados como $4_1, 4_2, 4_3$ que operan sobre los polos, residuos, valores singulares de la componente de intensidad, de potencia respectivamente de tensión suministrada a la instalación.

En particular, el seguimiento temporal de la combinación de las firmas se ejecuta de conformidad con el proceso descrito en relación con las figuras 2a a 2c, en particular, por detección de la variación algebraica de los valores de los residuos y de los polos correspondientes, por ejemplo.

Además, los recursos 4 de seguimiento temporal se describen, en este momento, a continuación, en detalle con referencia a la figura 4b.

Con referencia a la figura 4b anteriormente citada, los recursos 4 de seguimiento temporal incluyen, además, al menos un módulo 4_4 de detección de cambio de estado de activación/desactivación de carga eléctrica, que recibe

los valores digitales representativos de la combinación de firmas suministrados por cada módulo separado 4₁, 4₂ y 4₃ está directamente unido a un módulo 4₅ de identificación de las cargas eléctricas activadas y/o desactivas a partir de las firmas de cargas eléctricas anteriormente citadas.

- 5 El módulo 4₅ de identificación de las cargas eléctricas activadas y/o desactivadas está él mismo unido a un módulo 4₆ de librería de cargas eléctricas identificadas en relación con sus firmas y a un módulo 4₇ de identificación de los usos de consumo de la utilización de abonado y de cálculo del consumo al menos de potencia activa.

10 Del modo en que se representa en las figuras 4a y 4b anteriormente citadas, los módulos 4₁ a 4₇ están, por supuesto, sincronizados por una señal anotada como k , N sobre la lectura de cada ventana de observación de rango k que incluye, para un número N de muestras, un número dado de valores de residuos, polos, valores singulares suministrados por cada módulo respectivo 3₁, 3₂, 3₃ relativo a las componentes de intensidad, de potencia instantánea respectivamente de tensión, del modo en que se ha descrito anteriormente en la descripción.

15 Cada uno de los módulos anteriormente citados opera para la ejecución del seguimiento por lectura de los valores de polos, de residuos y de valor singular correspondiente, del modo en que se ha descrito anteriormente en la descripción, en relación con las figuras 2c y 3b a 3g.

20 Se comprende, en particular, que los módulos de filtrado 3₁, 3₂ y 3₃ pueden estar constituidos por un programa de ordenador ejecutable por un ordenador o por la unidad central de tratamiento de un dispositivo dedicado que permite, de hecho, la aplicación del método de la matriz Pencil a las muestras de las componentes de intensidad de la corriente, de la potencia instantánea y de la tensión de alimentación suministradas a la instalación para la obtención de los valores singulares, polos y residuos relativos a las componentes de la señal de consumo anteriormente citadas.

25 Se comprende, igualmente, que los módulos de seguimiento temporal 4₁, 4₂, 4₃ pueden, igualmente, estar constituidos por un programa de ordenador ejecutable por un ordenador o por la unidad central de tratamiento de un dispositivo dedicado que permite, de hecho, la aplicación del proceso de seguimiento temporal de la activación/desactivación de cargas eléctricas tal como se representa en las figuras 2c, 3b a 3g, del modo en que se ha descrito anteriormente en la descripción.

30 En lo que se refiere al módulo 4₆ de librería, se indica que este último permite la puesta en correspondencia biunívoca entre el valor de firma o de código de firma \mathcal{S}_i , el valor de los polos, residuos y valor singular correspondiente y, además, de cualesquiera características eléctricas y o electromecánicas característica de cargas eléctricas normalmente disponibles comercialmente y que permiten deducir un seguimiento de consumo por carga eléctrica específica. Este programa de ordenador incluye al menos una rutina de cálculo de la potencia activa consumida por cada carga eléctrica distinta que verifica una función de potencia consumida que relaciona los polos y los residuos de la señal de consumo, que verifica la relación (4) anteriormente descrita.

40 En un ejemplo de implementación no limitativo, el valor del código concedido a la firma \mathcal{S}_i de una carga eléctrica C_i es un valor único obtenido por parametrización de un proceso de firma, tal como el proceso o algoritmo RSA (Rivest Shamir Adleman), por ejemplo, a partir de los valores de residuos, polos y valor singular correspondiente.

45 El procedimiento y el dispositivo objetos de la invención están particularmente adaptados para la implementación de procesos de detección y de seguimiento de los usos de consumo eléctrico de clientes. El módulo 4₇ de identificación de los usos de consumo puede implementar unas técnicas de detección y de seguimiento de los usos de consumo basadas en unas técnicas estadísticas conocidas por el experto en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de determinación no intrusiva de la potencia eléctrica consumida por una instalación de abonado, en el que se procede a un muestreo periódico de los valores de tensión de alimentación y de la intensidad de la corriente eléctrica suministradas a esta instalación para obtener una señal de consumo, **caracterizado por que** este consiste al menos, a partir de los valores muestreados de la señal de consumo, en:

- agrupar dichos valores muestreados sobre unas ventanas temporales de observación sucesivas;
- discriminar sobre cada ventana temporal de observación corriente sucesivas el conjunto de los polos (S_i) y de los residuos (R_i) de la señal de consumo por el método de la matriz Pencil, siendo dicho conjunto de los polos y residuos representativo, sobre la ventana de observación corriente, de una combinación de firmas de cargas eléctricas (C_i) distintas que consta de al menos unos polos (S_i) y unos residuos (R_i) determinados asociadas a al menos un valor singular (SG_i) obtenido por el método de la matriz Pencil en funcionamiento en dicha instalación;
- calcular, sobre al menos la duración de dicha ventana de observación corriente, al menos la potencia activa consumida por al menos un subconjunto de las cargas eléctricas en funcionamiento en la instalación, expresada como la suma de las potencias activas consumidas por cada carga eléctrica distinta de este subconjunto que verifica una función de potencia consumida que relaciona dichos polos y residuos.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, para dicha potencia activa, dicha función verifica la relación:

$$P = \sum_{i=1}^M \sum_{i'=1}^{M'} R_{ci} \cdot R_{vi'} \cdot e^{(S_{ci} + S_{vi'}) \left(t_{k\Delta} + \frac{\Delta t}{2} \right)} \cdot \operatorname{senh} c \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right)$$

- donde P : designa la potencia activa consumida por el conjunto de las cargas eléctricas distintas C_i de firma (S_i, R_i, SG_i);
- S_{ci} y R_{ci} : designan los polos respectivamente los residuos de la corriente muestreada suministrada a la instalación;
- $S_{vi'}$ y $R_{vi'}$: designan los polos respectivamente los residuos de la tensión muestreada suministrada a la instalación, designando SG_i los valores singulares;
- $t_{k\Delta}$: designa el instante de inicio de la ventana de observación de rango k ;
- Δt : designa la duración de la ventana de observación;
- $\operatorname{senh} c(X)$: la función seno hiperbólica del cardinal del valor X , sea

$$\operatorname{senh} c \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right) = \operatorname{senh} \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right) / \left((S_{ci} + S_{vi'}) \frac{\Delta t}{2} \right) ;$$

- M : designa el número de polos y residuos de la corriente muestreada suministrada a la instalación;
- M' : designa el número de polos y residuos de la tensión muestreada suministrada a la instalación.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** para una tensión de alimentación sustancialmente periódica de pulsación ω y de período T , la duración Δt de cada ventana de observación corriente se toma igual a dicho período.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la frecuencia de muestreo para obtener dicha señal de consumo y dicha duración Δt de cada ventana de observación están relacionadas por la relación:

$$\Delta t \cdot fe = Nem \geq 2 \cdot \left[\sum_{i=1}^{Nc} nci + 2 (1 + H) \right]$$

en la que:

- fe : designa la frecuencia de muestreo;
- Nem : designa el número mínimo de muestreos sobre la duración de cada ventana de observación;
- Nc : designa el número observado de cargas eléctricas distintas (C_i) de la instalación de abonado;
- nci : designa el número de polos de la carga eléctrica (C_i);
- H : designa el número de componentes armónicas de la frecuencia fundamental de la tensión de alimentación.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que**, como continuación a la etapa que consiste en discriminar el conjunto de los polos (S_i) y de los residuos (R_i) de la señal de consumo, este incluye, además, una etapa de discriminación y de adquisición de las firmas formadas por un par de polos (S_i), residuos (R_i) de cada carga eléctrica distinta (C_i) et de los valores singulares (SG_i).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por que**, como continuación a la adquisición de dichas firmas (S_i, R_i, SG_i) dicho procedimiento comprende una etapa de identificación de dichas cargas eléctricas constitutivas de dicho subconjunto de cargas eléctricas distintas en funcionamiento sobre al menos una ventana de observación.
7. Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, **caracterizado por que**, como continuación a la adquisición de dichas firmas (S_i, R_i, SG_i), dicho procedimiento comprende una etapa de seguimiento del funcionamiento/puesta fuera de funcionamiento de cada carga distinta, por discriminación de todo o parte de la firma sobre al menos una ventana de observación.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que**, para una ventana de observación de la señal de consumo que consta del régimen libre y el comienzo del régimen forzado de activación/desactivación de una carga,
- la activación/desactivación de una carga puramente resistiva está firmada por un régimen forzado único, por la existencia, para la ventana de observación, de dos polos complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados en el régimen forzado y por la fase nula de los residuos en régimen forzado;
 - la activación/desactivación de una carga resistiva y capacitiva está firmada por un régimen libre y un régimen forzado distintos, la existencia, para la ventana de observación, de dos polos complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados en el régimen forzado y por un polo real y un residuo en el régimen libre, caracterizando la fase negativa del residuo en régimen forzado la naturaleza globalmente capacitiva de la carga;
 - la activación/desactivación de una carga resistiva e inductiva está firmada por un régimen libre y un régimen forzado distintos, por la existencia, para la ventana de observación, dos polos, complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados en el régimen forzado y por un polo real y un residuo complejo, en el régimen libre, caracterizando la fase positiva del residuo la naturaleza globalmente inductiva de la carga.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que**, para una ventana de observación de la señal de consumo que consta del régimen libre y el inicio del régimen forzado de activación/desactivación de una carga, la activación/desactivación de una carga resistiva, inductiva y capacitiva está firmada por un régimen forzado y un régimen libre distintos, por la existencia:
- en régimen forzado, de dos polos complejos conjugados de parte real nula y de dos residuos complejos conjugados; y,
 - en régimen libre, de dos polos complejos conjugados y dos residuos complejos conjugados, caracterizando la fase negativa del residuo en régimen forzado la naturaleza globalmente capacitiva de la carga y caracterizando la fase positiva del residuo en régimen forzado la naturaleza globalmente inductiva de la carga.
10. Dispositivo de determinación no intrusiva de la potencia eléctrica consumida por una instalación de abonado, que incluye al menos unos medios de muestreo periódico de los valores de tensión de alimentación y de la intensidad de la corriente eléctrica suministradas a esta instalación para obtener una señal de consumo, **caracterizado por que** dicho dispositivo incluye, además, al menos:
- unos medios de cálculo de la potencia instantánea suministrada producto de los valores muestreados de los valores de tensión de alimentación y de la intensidad de la corriente eléctrica suministradas, incluyendo dicha señal de consumo uno al menos de los valores muestreados de la tensión de alimentación, de la intensidad de la corriente eléctrica suministradas o de la potencia instantánea suministrada;
 - unos medios de memorización y de lectura de los valores sucesivos de la señal de consumo sobre al menos una ventana de observación;
 - unos medios de aplicación sobre la señal de consumo, sobre al menos una ventana de observación corriente, de un tratamiento de filtrado por el método de la matriz Pencil, para discriminar, sobre dicha ventana, el conjunto de los polos y residuos representativos de una combinación de firmas de cargas eléctricas distintas que consta de al menos los polos y los residuos asociados a al menos un valor singular obtenido por el método de la matriz Pencil en funcionamiento en la instalación;
 - unos medios de seguimiento temporal de dicha combinación de firmas y de cálculo, sobre al menos la duración de la ventana de observación corriente, de al menos la potencia activa consumida por al menos un subconjunto de las cargas eléctricas en funcionamiento en la instalación, expresada como la suma de las potencias activas consumidas por cada carga eléctrica distinta de este subconjunto que verifica una función de potencia consumida que relaciona dichos polos y residuos.
11. Dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado por que** dichos medios de seguimiento temporal de dicha

combinación de firmas y de cálculo de al menos la potencia activa consumida por al menos un subconjunto de las cargas eléctricas comprenden:

- 5 - unos módulos separados que operan sobre los polos, residuos, valores singulares de la componente de intensidad, de potencia respectivamente de tensión suministrada a la instalación;
- un módulo de detección de cambio de estado de activación/desactivación de carga eléctrica;
- un módulo de identificación de las cargas eléctricas activadas y/o desactivas a partir de las firmas de cargas eléctricas;
- 10 - un módulo de librería de cargas eléctricas identificadas en relación con su firma;
- un módulo de identificación de los usos de consumo de la utilización de abonado y de cálculo del consumo, al menos de potencia activa.

12. Programa de ordenador memorizado sobre un soporte de memorización y ejecutable por un ordenador o por la unidad central de tratamiento de un dispositivo dedicado, incluyendo este programa de ordenador una sucesión de instrucciones que permiten la aplicación de un proceso de seguimiento temporal de la activación/desactivación de cargas eléctricas según una de las reivindicaciones 1 a 7.

13. Programa de ordenador según la reivindicación 12, **caracterizado por que** dicho programa de ordenador incluye al menos una rutina de cálculo de la potencia activa consumida por cada carga eléctrica distinta que verifica una función de potencia consumida que relaciona los polos y los residuos de la señal de consumo.

FIG. 1a

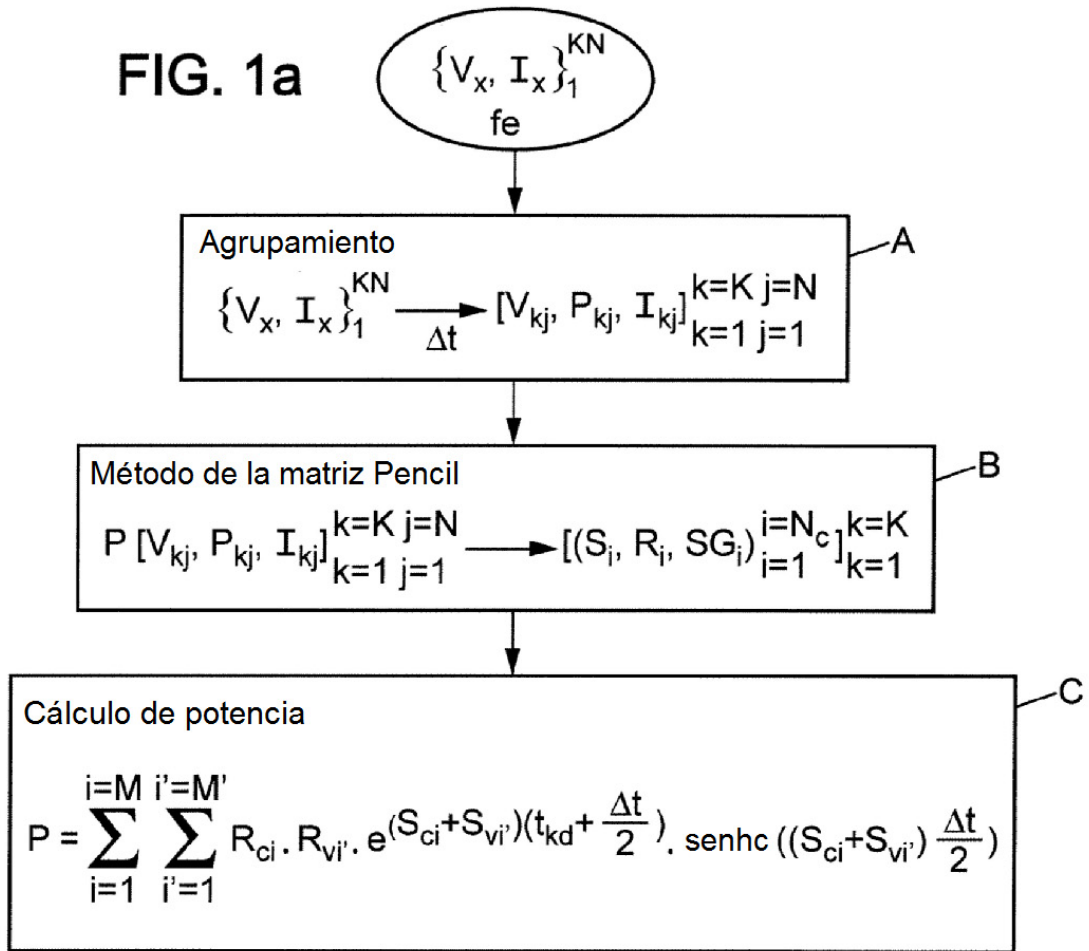
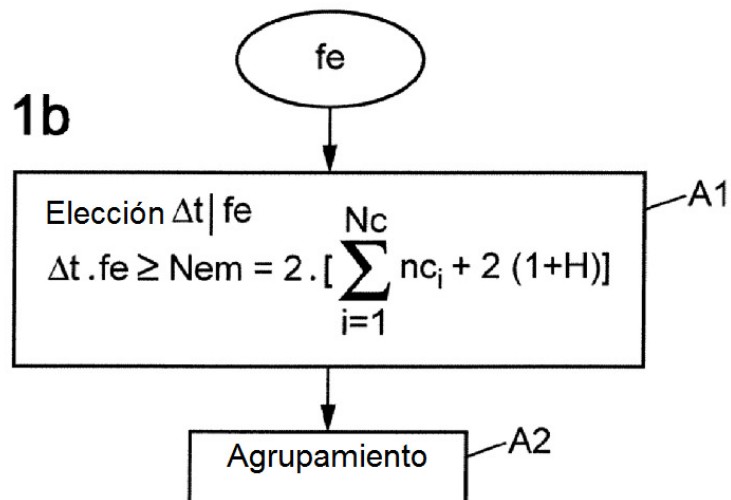


FIG. 1b



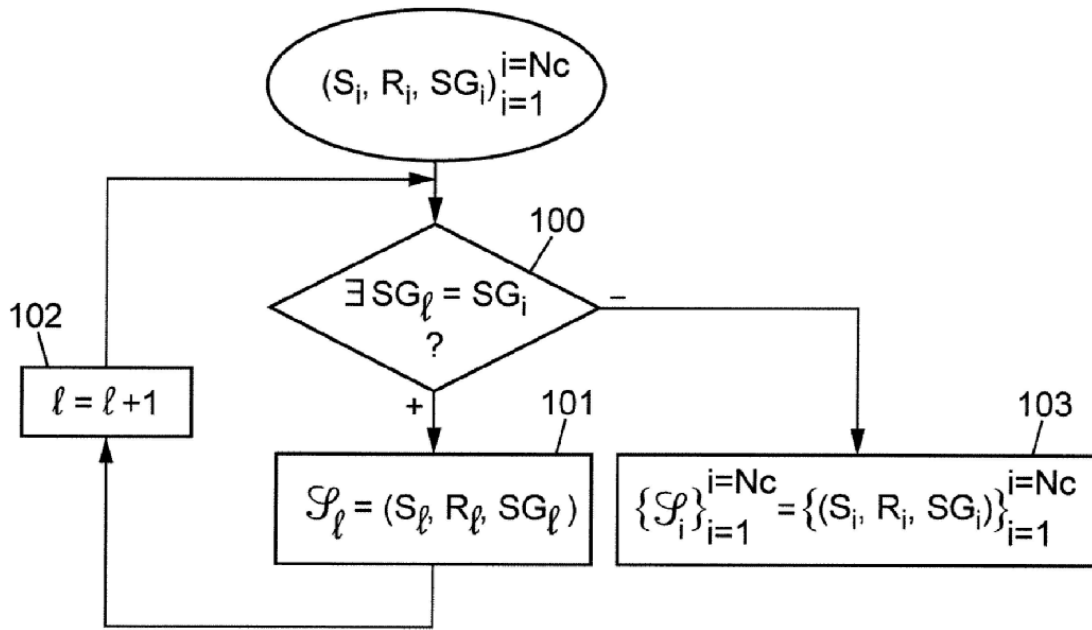


FIG. 2a

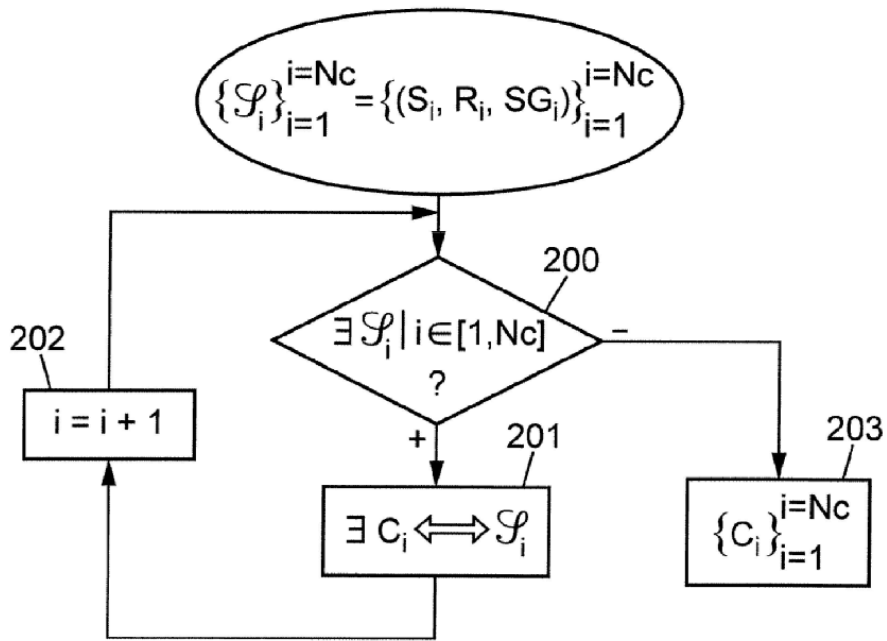


FIG. 2b

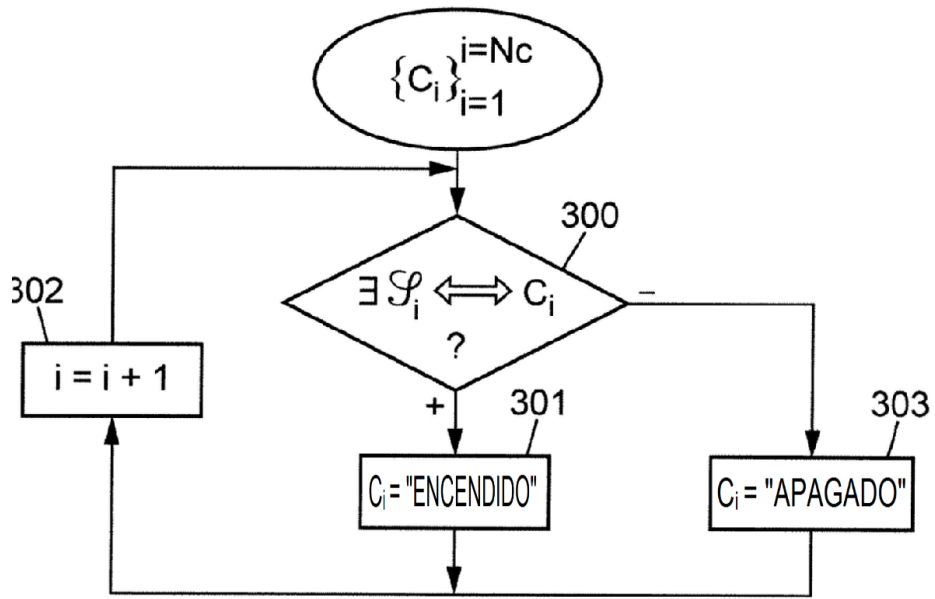


FIG. 2c

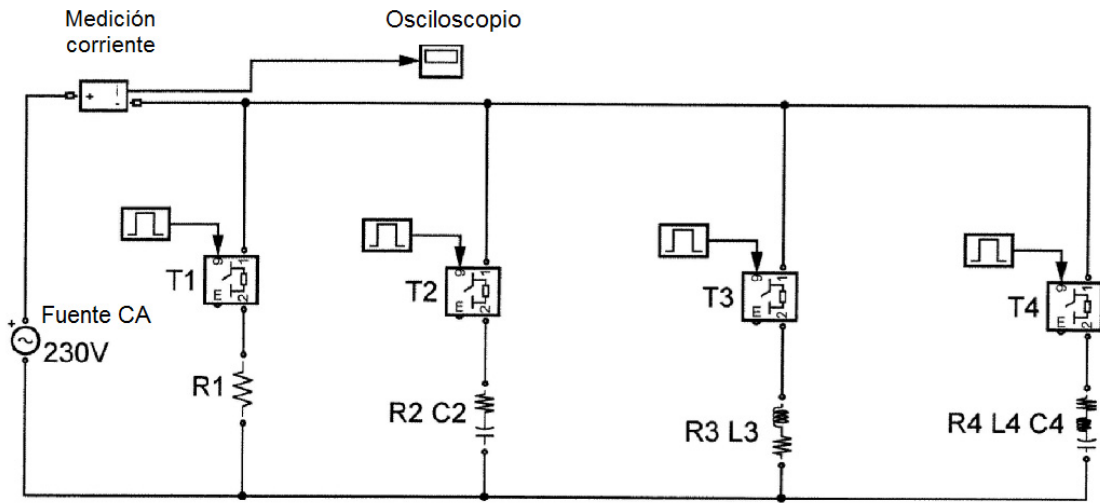


FIG. 3a

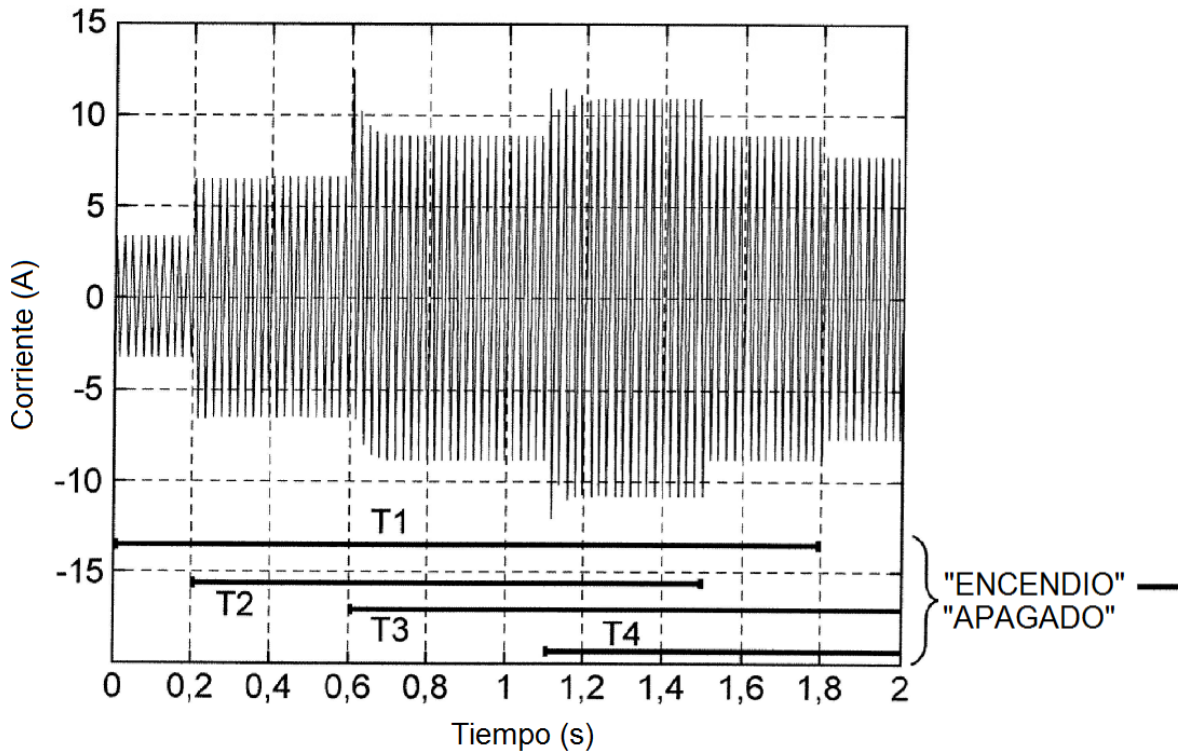


FIG. 3b

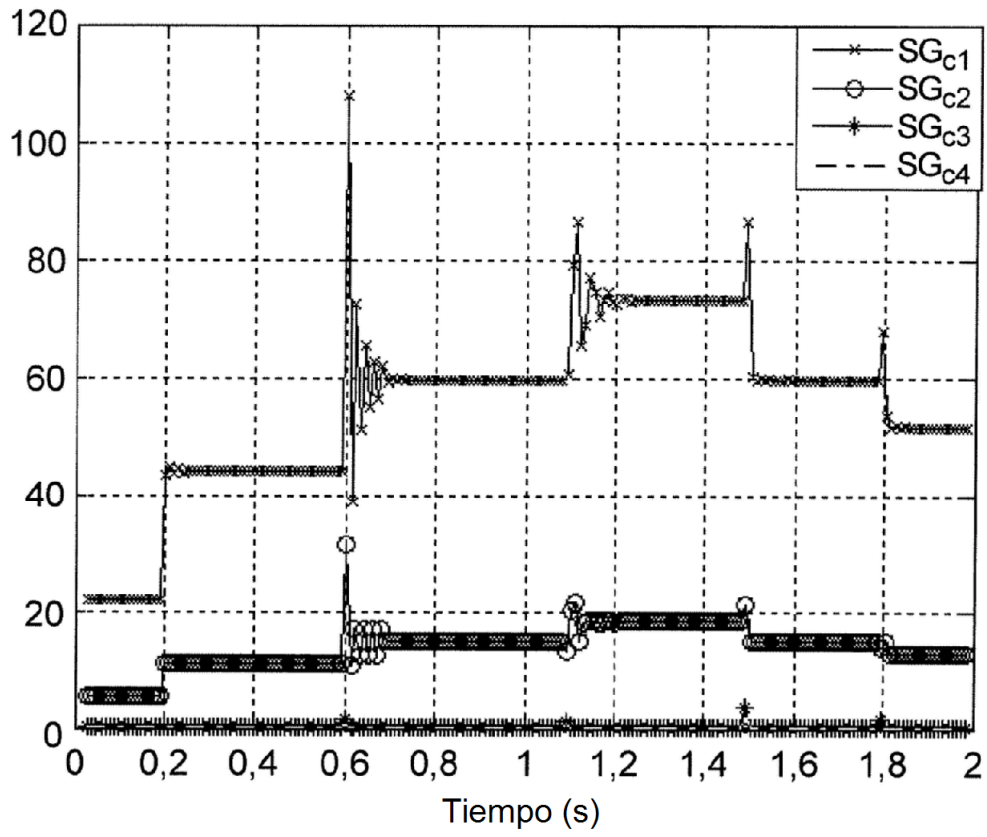


FIG. 3c

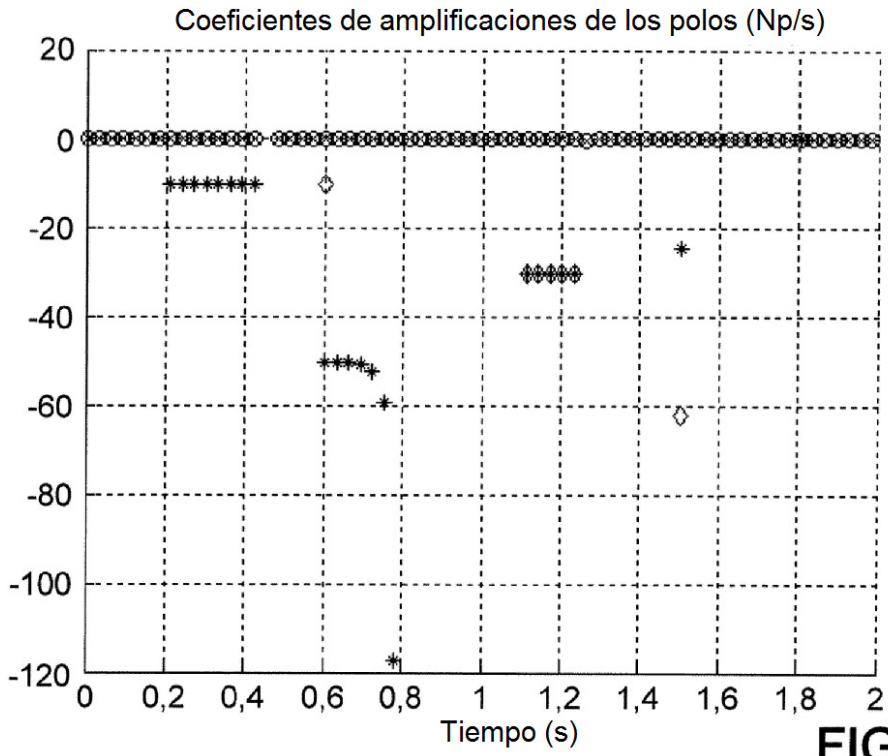


FIG. 3d

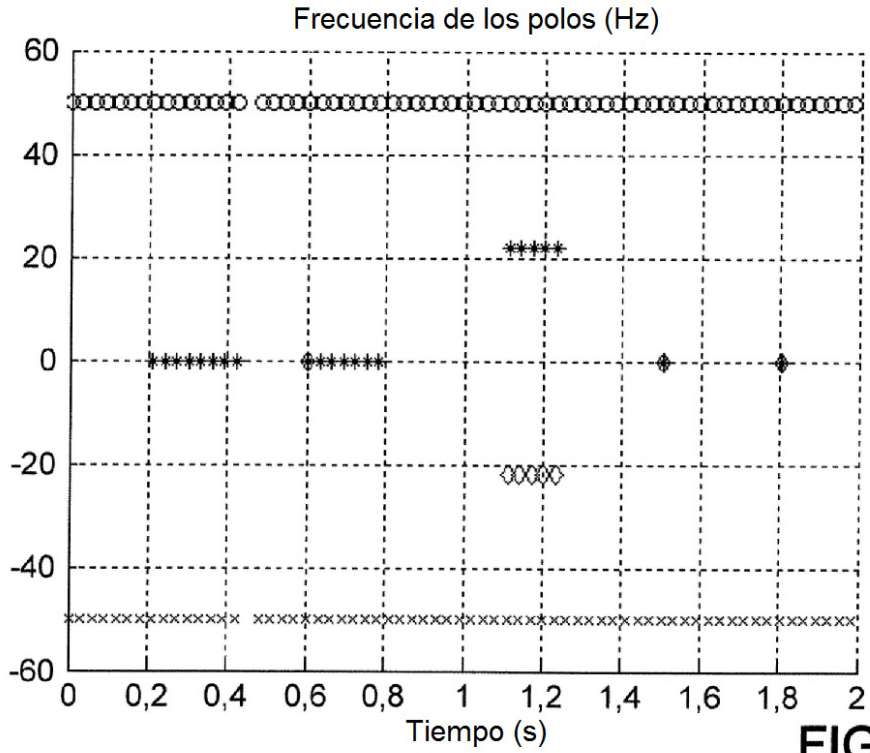


FIG. 3e

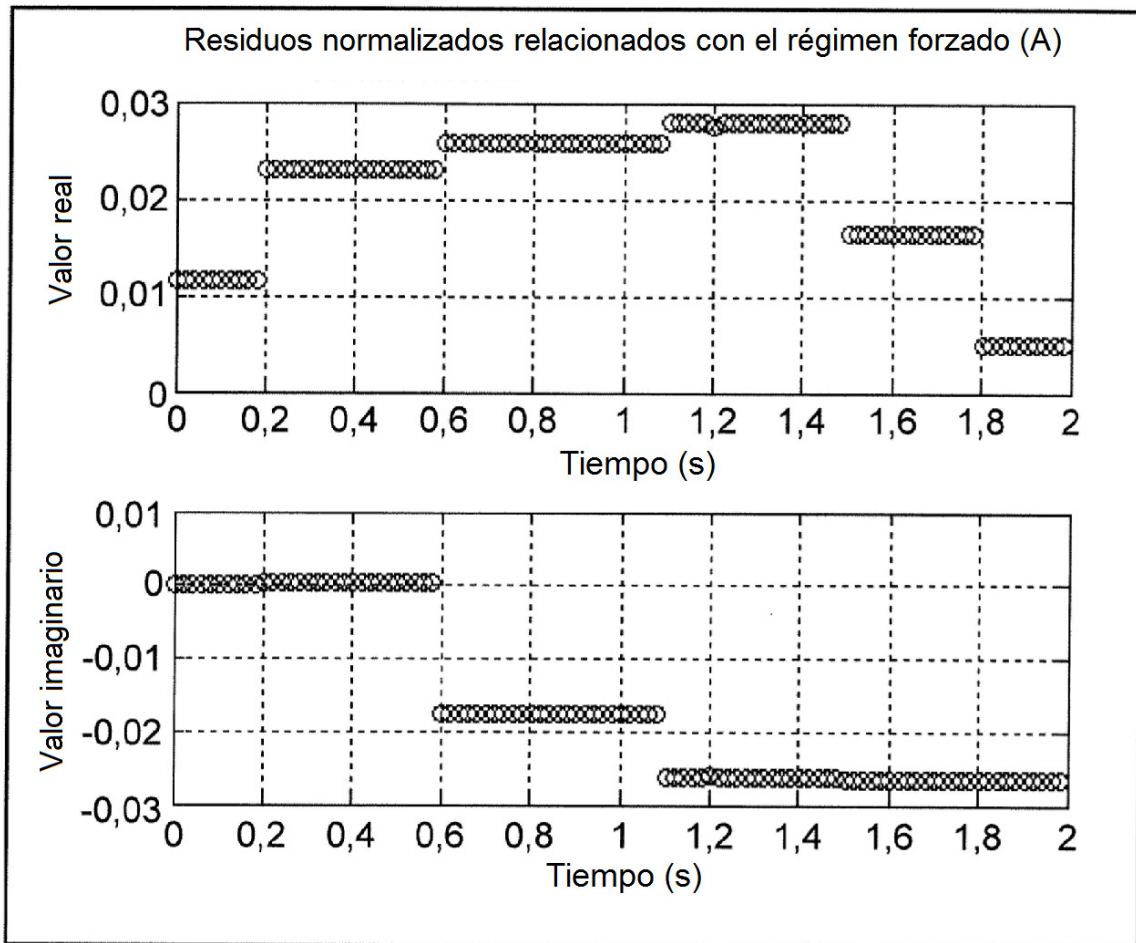


FIG. 3f

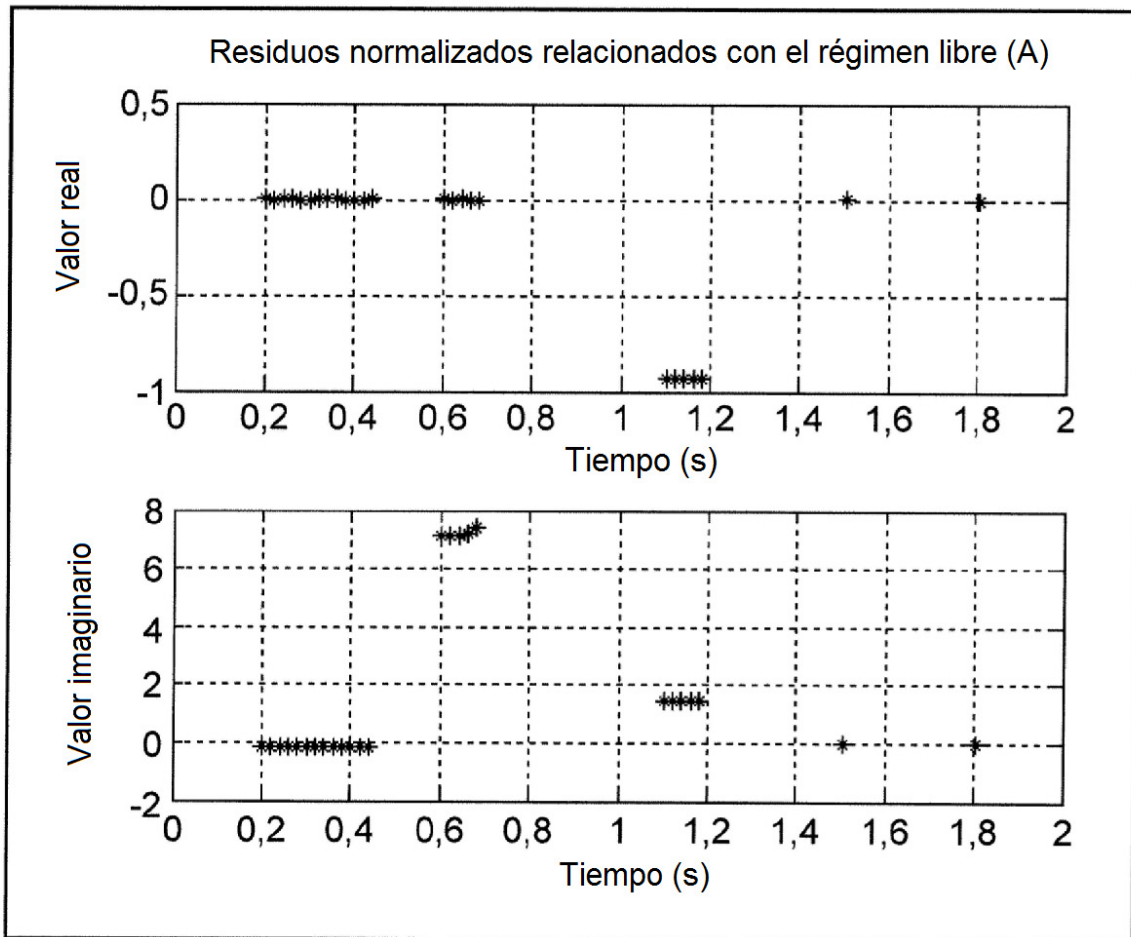


FIG. 3g

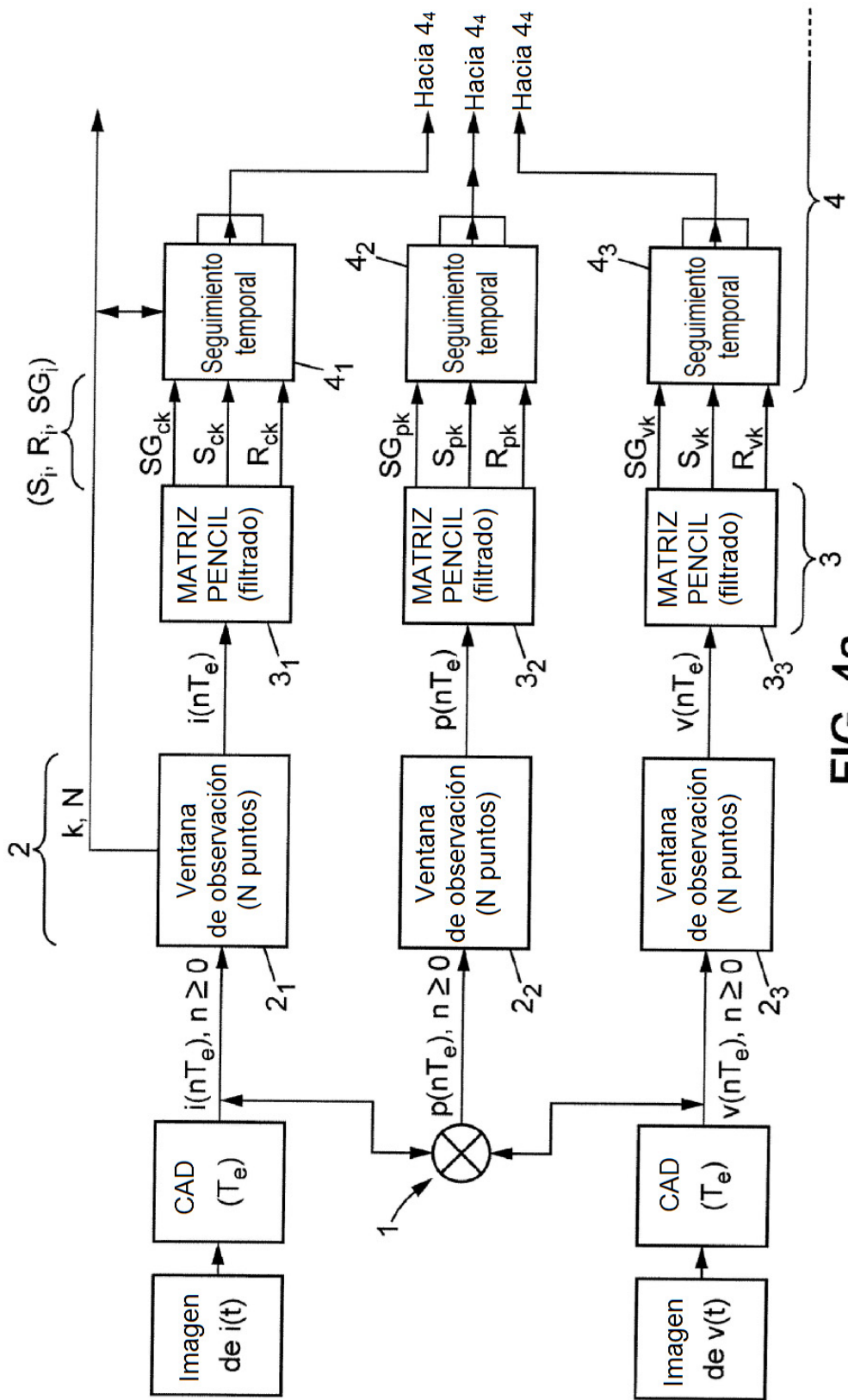


FIG. 4a

