

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 573**

51 Int. Cl.:

G01M 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.07.2015 PCT/IB2015/055583**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2016 WO16012972**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2015 E 15762729 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 3172548**

54 Título: **Procedimiento para detectar anomalías en una red de distribución, en particular de agua potable**

30 Prioridad:
25.07.2014 FR 1457209

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.03.2019

73 Titular/es:
**SUEZ GROUPE (100.0%)
Tour CB21 16 place de l'Iris
92040 Paris la Défense Cedex, FR**

72 Inventor/es:
**CAMPAN, FRANCIS;
DEMBELE, ABEL y
CUSSONNEAU, GUILLAUME**

74 Agente/Representante:
ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 703 573 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 para detectar anomalías en una red de distribución, en particular de agua potable

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para detectar anomalías en una red de distribución, en particular de distribución de un fluido newtoniano, más particularmente una red de suministro de agua potable.

El rendimiento operacional está en el corazón de la gestión de los sistemas de suministro de agua potable. El nivel de rendimiento puede mejorarse significativamente mediante herramientas de detección y localización de anomalías hidráulicas en las redes de transporte y de distribución de agua potable.

10 La invención se puede utilizar para todas las redes de fluidos newtonianos, por ejemplo, las redes urbanas de calefacción y de climatización.

Para la detección de anomalías, se conocen procedimientos de detección de anomalías basados en técnicas estadísticas, tales como el análisis del flujo mínimo de un sector de la red, ampliamente utilizado por los operadores de redes de agua potable. Estos procedimientos no permiten siempre caracterizar ni localizar la anomalía.

15 También se conocen procedimientos de detección basados en modelos hidráulicos. Estos procedimientos basados en ecuaciones hidráulicas utilizan una modelización de la red, que no siempre está disponible. La detección y la localización de anomalías combinan herramientas matemáticas y mediciones físicas, lo que implica el establecimiento de una densidad de instrumentación adecuada.

La patente EP2477020 da un ejemplo de procedimiento de detección de anomalías conocido de la técnica anterior.

20 El objetivo de la invención es proponer un procedimiento de detección de anomalías que sea eficiente y que sea poco exigente en datos de entrada y relativamente económico en términos de potencia de tratamiento informático.

De acuerdo con la invención, el procedimiento para detectar anomalías en una red de distribución, en particular la distribución de un fluido newtoniano, más particularmente una red de suministro de agua potable, estando la red de distribución equipada con sensores, procedimiento en el que, para cada sensor, se adquiere una serie temporal de mediciones físicas separadas por intervalos de tiempo, se caracteriza por las etapas siguientes:

- 25
- definir ventanas temporales correspondientes cada una a varios intervalos de tiempo,
 - extraer características operacionales de cada serie temporal en cada ventana temporal,
 - formar al menos un vector actual para cada ventana temporal cuyas coordenadas tienen las características operacionales, datos estructurales relacionados con la red y características coyunturales específicas de la ventana temporal,
- 30
- comparar el vector actual con los vectores anteriores, correspondientes a las ventanas temporales anteriores, y cuyas características coyunturales y cuyos datos estructurales son similares a los del vector actual,
 - señalar una anomalía en los casos donde el vector actual es significativamente diferente de dichos vectores anteriores.

35 Para la comparación del vector actual con los vectores anteriores, se define un parámetro de sensibilidad correspondiente a un grado mínimo de disimilitud fuera del cual el vector actual se describe como significativamente diferente.

El intervalo de tiempo entre dos mediciones de una serie temporal es, por ejemplo, de unos pocos minutos, por ejemplo 3 minutos.

40 Una ventana temporal es típicamente de un día o de una semana. De este modo, una serie temporal comprende típicamente muchas mediciones. El procedimiento puede implementarse ventajosamente simultáneamente para ventanas temporales de diferentes duraciones.

45 Durante una ventana temporal, los parámetros medidos por los sensores, y que constituyen las series temporales, sufren variaciones, por ejemplo, en función de parámetros coyunturales tales como la hora, el día de la semana, la estación, la meteorología, etc., y datos estructurales de la red, como por ejemplo el cierre de una válvula, la detención de una bomba y también en función de una o más anomalías en la red.

De acuerdo con la invención, se forma un vector que tiene dimensiones representativas de las series temporales, de las dimensiones representativas de los parámetros coyunturales y de las dimensiones representativas de los datos estructurales.

La idea subyacente de la invención es que, si las dimensiones representativas de los parámetros coyunturales y los datos estructurales se han elegido de manera apropiada, los vectores que tienen sustancialmente las mismas coordenadas para las dimensiones coyunturales y estructurales también deberían tener sustancialmente las mismas coordenadas para las dimensiones operacionales. De lo contrario, se señala una anomalía.

5 Dado el número típicamente grande de valores numéricos en cada serie de tiempo, el procedimiento debería procesar vectores que tengan un número muy grande de dimensiones si todos estos valores numéricos se convierten en una coordenada de una dimensión respectiva del vector. De este modo, otra idea subyacente de la invención consiste en extraer características de cada serie temporal y luego utilizar estas características para coordenadas vectoriales.

10 Las características extraídas de las series temporales pueden incluir máximos, mínimos y/o medios, y/o incluso frecuencias elementales, obtenidas en particular por descomposición de las series temporales en series de Fourier. Ciertos parámetros coyunturales o datos estructurales, por ejemplo, la temperatura ambiente o el estado de una válvula, pueden estar disponibles igualmente en forma de serie temporal que se procesa para extraer de los mismos características que constituirán coordenadas vectoriales en lugar de mediciones o de datos en bruto.

15 Para la extracción de características, incluso se pueden agregar series temporales de mediciones. Por ejemplo, es posible añadir los consumos conocidos de la lectura remota, y obtener de este modo una medición total única, o una serie temporal de los consumos totales, por ejemplo, una medición por día en el caso de una ventana temporal de una semana.

20 Ventajosamente, ciertas características coyunturales se basan al menos en parte en hipótesis derivadas de la experiencia. Por ejemplo, pueden disponerse tendencias en el consumo de agua por parte de un individuo en función de la hora, del día de la semana, de la estación, de la temperatura exterior, de la lluvia, del número de ocupantes de la vivienda, etc.

25 En un modo de implementación ventajoso, en caso de anomalía, el vector actual se compara con al menos un vector anterior que tenga características coyunturales y datos estructurales similares, y características operacionales lo más cercanas posible del vector actual, y se señala al menos una característica operacional para la cual el vector actual presenta una gran desviación de dicho al menos un vector anterior.

30 Preferentemente, las situaciones que han dado lugar a la señalización de al menos una anomalía se procesan mediante un software de caracterización de anomalías. Dicho software funciona de manera mucho más efectiva cuando solo se trata de situaciones clasificadas como anormales con información adicional ya disponible en los parámetros (o coordenadas vectoriales) que presentan un valor anormal.

35 El resultado, una anomalía vectorial o una anomalía de red determinada después del procesamiento por un software de caracterización como se indicó anteriormente, se proporciona preferentemente por referencia a una escala de gravedad de la anomalía. Habiendo cuantificado la gravedad de la anomalía, en caso de varias anomalías simultáneas, se pueden priorizar las anomalías relativas entre sí en función de su urgencia y/o en función del grado de la intervención correctiva correspondiente.

40 En un modo de implementación preferido, un vector libre de anomalías se clasifica en un mismo compartimento de memoria que otros vectores sustancialmente equipolentes, y, cada vez que se ha calculado un vector actual, se busca el compartimento de memoria que contiene los vectores anteriores que más se le parecen, y el vector actual solo se compara con los vectores anteriores de este compartimento. Se reducen de este modo la potencia de procesamiento requerida y el tiempo requerido para obtener los resultados.

Se crea un nuevo compartimento de memoria para un vector cuyas coordenadas coyunturales y/o coordenadas correspondientes a los datos estructurales de la red no corresponden a ningún compartimento existente. Por ejemplo, una meteorología inusualmente fresca para un mes de verano puede dar lugar a la creación de un nuevo compartimento.

45 Es ventajoso analizar la evolución a lo largo del tiempo de los vectores del mismo compartimento y proporcionar información sobre la evolución de la red. Por ejemplo, se pueden revelar las fugas que inicialmente son bajas pero que tienden a empeorar y que pueden llegar a ser grandes, mientras que la búsqueda simple del vector más similar en el compartimento no revelará el aumento de la fuga, puesto que el vector anterior más reciente parecerá muy similar y llevará a la conclusión de que no hay anomalía.

50 En una versión aún más perfeccionada, se comparan las evoluciones en los diferentes compartimentos y se proporciona información que diferencia la evolución del estado de la red y la evolución de las consecuencias de los parámetros coyunturales en la red. Por ejemplo, un consumo que solo aumenta en los días calurosos indica una evolución en los hábitos de los consumidores en lugar de una red cada vez más permeable.

55 Para aligerar el procesamiento y refinar los resultados, es muy ventajoso proporcionar para cada ventana temporal varios vectores correspondientes a una subred respectiva que forme parte de la red. De este modo, se tratan los vectores más pequeños y se dan oportunidades adicionales para localizar una anomalía más fácilmente.

En caso de detección de una anomalía, el vector actual se analiza comparativamente con vectores recientes comparativamente anómalos, para proporcionar indicaciones sobre la velocidad de evolución de la anomalía y/o un enlace de la anomalía con al menos un parámetro coyuntural y/o un dato estructural.

5 En caso de anomalía, también es posible buscar en los vectores anteriores anomalías comparables que hayan dado lugar a un diagnóstico, para proporcionar un diagnóstico previo de la causa de la anomalía actual.

Durante una etapa de inicialización, se puede cargar, de acuerdo con la invención, ventajosamente una memoria con vectores reconstituidos según archivos relacionados con la red.

Los componentes de un vector incluyen preferentemente al menos un componente relativo a las quejas de los consumidores atendidos por la red, por ejemplo sobre el flujo, la presión, el sabor, etc.

10 Otras características y ventajas de la invención surgirán también de la siguiente descripción, relativa a ejemplos no limitativos, y con referencia a la Figura 1 que muestra un diagrama de flujo de las etapas principales en el ejemplo descrito.

Observación preliminar

15 La siguiente descripción es una descripción de cualquier particularidad que contenga, ya sea que se tome por separado de las otras características, incluso si forman parte del mismo párrafo o de la misma frase, y es una descripción de cualquier combinación de dichas particularidades, siempre que dicha particularidad o combinación de características sea distintiva del estado de la técnica y ofrezca un efecto técnico, ya sea solo o en combinación con los conceptos presentados anteriormente, y que esta característica se expresa en los términos mismos de esta descripción o en términos más o menos generalizados.

20 Definiciones

Entidad: Red de agua potable o componente del sistema de suministro de agua potable, por ejemplo, sectores hidráulicos o aparatos de medición/sensores. Una entidad está asociada con una o más series temporales.

25 Serie temporal: secuencia finita de datos escalares indexados por el tiempo, generalmente espaciados por una duración constante.

Clasificación: Sin otra precisión, designa el proceso que lleva a asignar a un estado de una entidad una clase conocida que da lugar a acciones predeterminadas por parte del operador de la red.

Generación de clasificación ("Agrupamiento"): Sin otra precisión, se designa el proceso que lleva a asociar un grupo de estados anteriores con un estado de una entidad para determinar la anomalía o novedad.

30 Medición: Es la estimación del valor de una cantidad en la unidad correspondiente, estos valores forman una serie de tiempo proporcionada por un sistema de adquisición de datos. Una medición está asociada con un componente elemental particular de la red de agua potable (arco o sección para una medición de flujo, nodo para una medición de presión, depósito para una medición de nivel).

35 Datos de lectura remota: serie de índice de consumo para un medidor, mediciones en una periodicidad dada, y TV transmitida, por ejemplo, al menos una vez al día.

Característica: ("feature") escalar o vector que constituye información significativa para el proceso estudiado, aquí el estado de la red en una ventana temporal determinada.

Principios

En este modo de realización, la invención implementa los siguientes principios:

- 40
- El pretratamiento de la señal por los procedimientos del estado de la técnica para completar y limpiar el ruido.
 - La producción de un vector de características del estado operativo de una entidad para una ventana temporal dada. Esto se hace por agregación:
 - características extraídas principalmente de las series temporales de la entidad por procedimientos de descomposición/procesamiento de la señal,
 - 45 ◦ características derivadas de los indicadores de rendimiento empresarial y de los datos coyunturales.
 - El uso de algoritmos de clasificación y de agrupamiento, derivados de las técnicas de aprendizaje automático ("machine learning"), se aplica a los vectores de entidades para una ventana temporal determinada. Esto permite luego la transcripción de los estados de las entidades (tales como los representados por los vectores

característicos) en categorías conocidas por los operadores de redes, para clasificar las situaciones y priorizar las acciones correctivas que se llevarán a cabo. Los algoritmos de clasificación/"agrupamiento" se basan en funciones-objetivos y restricciones operacionales de administración de red, por ejemplo, la cantidad de personal disponible para una simple operación de mantenimiento, el tiempo necesario para disponer de un equipo para una operación más compleja, el tiempo entre la fecha de aparición de una anomalía y la fecha de detección, etc.

- 5 • La utilización opcional de datos de contexto que influyen en el funcionamiento de la entidad, para especificar la descripción de su estado.
- 10 • La utilización de algoritmos de detección/evaluación ("detection/scoring") de anomalías resultantes de las técnicas de aprendizaje automático ("machine learning"), calibradas/optimizadas con la ayuda de criterios que satisfacen las restricciones operacionales de los operadores de redes. Estos algoritmos se aplican a los vectores de características.

Datos de entrada y configuración: tres conjuntos de datos:

15 Los datos estructurales se constituyen de datos descriptivos de la infraestructura de red y de equipos instalados (válvulas, sensores, bombas, etc.).

Los parámetros de implementación del procedimiento se calibran automáticamente en una fase preparatoria, y se automatizan con el fin de permitir un recalibrado cuando el sistema detecte una pérdida de rendimiento o una evolución de su infraestructura.

20 Los datos operacionales provienen del conjunto de sistemas de medición presentes en la red. Cuando estén disponibles, estos datos incluirán, entre otras cosas, datos del consumidor de telecomunicaciones, quejas de los clientes e intervenciones que afectan el comportamiento de la red.

Procedimientos básicos (véase la Figura 1)

Pretratamiento de las series temporales de las mediciones

25 Estos procedimientos permiten obtener series temporales de las mediciones posiblemente completadas, suavizadas/limpiadas del ruido. Las series temporales resultantes se preparan luego para utilizarse como datos de entrada de algoritmos de extracción de características.

Igualmente, se realizan combinaciones de las series en señales agregadas. Por ejemplo, la suma algebraica de las series temporales de flujos de entrada/salida de un sector hidráulico se convierte en una serie de consumos del sector hidráulico.

30 Las series también se pueden transformar (por ejemplo, centrarse y reducirse) para los fines de algunos de los algoritmos utilizados en las fases de extracción de características.

Extracción de las características resultantes de la descomposición de la señal

35 Este procedimiento consiste en utilizar las series temporales limpiadas/suavizadas anteriormente como se describió anteriormente, para de las mismas información relevante que permita caracterizar de manera operacional el estado de una entidad. Se trata de producir las informaciones que resuman la estructura de las series (descomposición de Fourier, en ondículas, componentes principales, ...) mientras disminuye la dimensión con el fin de concentrar la parte relevante de las señales.

Las diferentes bases de descomposición se evalúan periódicamente con el fin de seguir los rendimientos de los algoritmos y actualizar las bases cuando se consideren demasiado poco parsimoniosas (supervisión).

40 Las salidas de estos algoritmos son, por lo tanto, vectores de características que resumen cada señal en una ventana temporal definida por el operador de redes.

Extracción de las características especializadas

La construcción de las características especializadas de un sitio está automatizada y se basa en:

- un depósito de características establecidas a partir de la experiencia de redes de diferentes tipos,
- 45 • una observación de la estructura y del comportamiento de la red objetivo.

La construcción se puede basar, por ejemplo, en un cálculo de los mínimos de un parámetro en una ventana temporal dada, en la observación de la periodicidad de los ciclos de llenado/vaciado de los depósitos, en el nivel de consumo promedio de los medidores leídos de forma remota en función de su segmento de consumo, etc.

Algoritmos para evaluar el estado de funcionamiento de la entidad - régimen de funcionamiento

De acuerdo con una característica importante de la invención, para describir el estado de funcionamiento de la red, los datos de la experiencia en la materia se combinan con los datos de los procedimientos de descomposición de la señal. Estos se enriquecen mutuamente al dar a cada entidad un vector que caracteriza completamente el estado de funcionamiento de esta entidad para la red considerada.

5 Con la ayuda de los vectores de características, se puede caracterizar el estado de funcionamiento de la entidad considerada en un momento dado en una ventana temporal determinada, o "régimen". Luego puede compararse con los estados anteriores o con los estados de las otras entidades, y clasificarse de acuerdo con los criterios operacionales que impliquen acciones que se vayan a tomar. Para realizar esta clasificación, se pueden implementar herramientas de aprendizaje automático tales como la clasificación y el "agrupamiento".

10 En el caso de la clasificación, un proceso de aprendizaje habrá permitido previamente, por medio de datos históricos marcados con los diferentes estados posibles y que constituyen grupos, dar lugar a una función discriminadora ("clasificar"), lo que permite dar automáticamente el grupo al que pertenece el nuevo estado.

Esta función discriminadora se puede obtener optimizando un criterio de calidad, por ejemplo una función inercial en modo no supervisado o el proxy de un error de clasificación en modo supervisado.

15 En el caso de la falta de datos históricos marcados, las técnicas de generación de clasificación («agrupamiento») permiten agrupar los estados de acuerdo con criterios de similitud y de este modo discriminar a aquellos que pertenezcan a las categorías menos representadas.

Estos presentan un interés para el operador de red, ya que indican un comportamiento fuera de lo común. El operador puede centrar entonces su atención en esta entidad.

20 Algoritmos para la detección de anomalías

A los vectores de caracterización de estado se aplican algoritmos de detección de anomalías. Se trata de caracterizar un evento en curso o recientemente completado. El tipo de evento corresponde a una categoría de eventos supervisados por los operadores de redes de agua potable (fugas, caída de presión, falla del sensor, anomalía de consumo, etc.).

25 Los algoritmos de detección se ejecutan en paralelo y sus resultados se agregan para la discriminación de entidades que presentan un comportamiento anormal. Se calibraron previamente en conjuntos de datos históricos, con el fin de adaptar sus configuraciones a las restricciones operacionales de la red.

Particularidades corolarias

30 El conjunto constituido por los componentes expuestos anteriormente se puede conectar al sistema de información técnica del operador de un sistema de suministro de agua potable. Cada fuente de datos disponible se conecta luego al algoritmo de extracción de características dedicado a la misma. El conjunto se puede activar regularmente, de acuerdo con la frecuencia de adquisición de los datos. La ventana temporal en la que se realiza el análisis es ajustable por el usuario. Sin embargo, es relevante utilizar en primer lugar ventanas temporales 24 horas y 7 días.

35 En estas condiciones, la caracterización del estado de funcionamiento de la red y la detección de anomalías asociadas son mucho más relevantes que con los procedimientos utilizados habitualmente, y la eficiencia operacional se mejora considerablemente.

En la fase de diagnóstico de los eventos pasados de una red, por ejemplo, para propósitos de balance operativo, el procedimiento permite ahorrar un tiempo considerable al discriminar eventos pasados.

40 La combinación de características de señal y de características de negocio mejora la robustez de la detección de anomalías.

El ajuste de la sensibilidad del algoritmo, es decir, el equilibrio entre el número de detecciones correctas y el número de anomalías para cada entidad, permite, por ejemplo, adaptar la detección de cada tipo de anomalía en la capacidad del operador para planificar e iniciar acciones correctoras.

Ejemplo de modo de realización: Ejemplo de cloro y descomposición de señales

45 La utilización de un procedimiento de descomposición de la señal, tal como la descomposición en ondículas o de Fourier, en señales relacionadas con una red de agua potable, permite aislar los diversos componentes (intra e interdiá) de estas señales. Un algoritmo para el análisis cognitivo de estos componentes, en relación con la experiencia de la materia, lleva a identificar el dominio de definición del funcionamiento normal de la red. Esto permite, cuando hay nuevas señales disponibles, detectar cambios significativos en la naturaleza de estos componentes.

50 De este modo, una diferencia significativa observada puede interpretarse como un indicador de comportamiento anormal. Entonces se puede ejecutar un segundo conjunto de algoritmos de búsqueda. Por ejemplo, un algoritmo de

clasificación basado en vectores de características (incluidas las quejas de los clientes, por ejemplo) puede ayudar a definir el nivel de riesgo alcanzado.

- 5 Este enfoque se puede aplicar para la supervisión de la calidad del agua utilizando todos los puntos de medición disponibles en un sistema de agua potable para identificar estructuras ocultas y detectar, por ejemplo, anomalías en la concentración residual de cloro en conjunción o no con otros parámetros de calidad. Las quejas de los clientes utilizadas son entonces relativas al sabor del agua.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Procedimiento para detectar anomalías en una red de distribución, en particular la distribución de un fluido newtoniano, más particularmente una red de suministro de agua potable, estando la red de distribución equipada con sensores, en cuyo procedimiento se adquiere para cada sensor una serie temporal de medidas físicas separadas por intervalos de tiempo, **caracterizado por** las etapas siguientes:
- definir ventanas temporales que correspondan cada una a varios intervalos de tiempo,
 - extraer características operacionales de cada serie temporal en cada ventana temporal,
 - formar para cada ventana temporal al menos un vector actual cuyas coordenadas son las características operacionales, datos estructurales relacionados con la red y características coyunturales específicas de la ventana temporal,
 - comparar el vector actual con vectores anteriores, correspondientes a ventanas temporales anteriores, y cuyas características coyunturales y datos estructurales son similares a los del vector actual, y
 - señalar una anomalía en los casos en que el vector actual sea significativamente diferente de los vectores anteriores.
- 10
- 15 **2.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, para la comparación del vector actual con los vectores anteriores, se establece una sensibilidad que define un grado mínimo de disimilitud para que el vector actual se describa como significativamente diferente.
- 3.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que, para la extracción de características, se agregan series temporales de mediciones.
- 20 **4.** Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las características coyunturales se basan, al menos parcialmente, en hipótesis derivadas de la experiencia.
- 5.** Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que, en caso de anomalía, el vector actual se compara con al menos un vector anterior que tiene características coyunturales similares y características operacionales lo más cercanas posible al vector actual, y se señala al menos una característica operacional para la cual el vector actual presenta una gran desviación de dicho al menos un vector anterior.
- 25 **6.** Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el resultado se proporciona por referencia a una escala de gravedad de la anomalía.
- 7.** Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que, en el caso de varias anomalías simultáneas se priorizan las anomalías en función de su urgencia y/o en función de la magnitud de la acción correctiva correspondiente.
- 30 **8.** Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que un vector libre de anomalías se clasifica en el mismo compartimento de memoria que otros vectores sustancialmente equipolentes, y cada vez que se ha calculado un vector actual, se busca el compartimento de memoria que contiene los vectores anteriores que más se parecen, y el vector actual solo se compara con los vectores anteriores de este compartimento.
- 35 **9.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que se crea un nuevo compartimento de memoria para un vector cuyas coordenadas coyunturales y/o coordenadas correspondientes a los datos estructurales de la red no corresponden a ningún compartimento existente.
- 10.** Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que se analiza la evolución a lo largo del tiempo de los vectores del mismo compartimento y se proporciona información sobre la evolución de la red.
- 40 **11.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que se comparan las evoluciones en los diferentes compartimentos y se proporciona información que diferencia la evolución del estado de la red y la evolución de las consecuencias de los parámetros coyunturales en la red.
- 12.** Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que se proporcionan para cada ventana temporal varios vectores que corresponden a una subred respectiva que forma parte de la red.
- 45 **13.** Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que las características extraídas de las series temporales comprenden máximos, mínimos y/o medias.
- 14.** Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que las características extraídas de las series temporales comprenden frecuencias elementales, obtenidas en particular por descomposición de las series temporales en series de Fourier.

15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, en el que, en el caso de detecciones de una anomalía, se analiza comparativamente el vector actual con los vectores anteriores para proporcionar indicaciones sobre la velocidad de evolución de la anomalía y/o un enlace de la anomalía con al menos un parámetro coyuntural y/o datos estructurales.

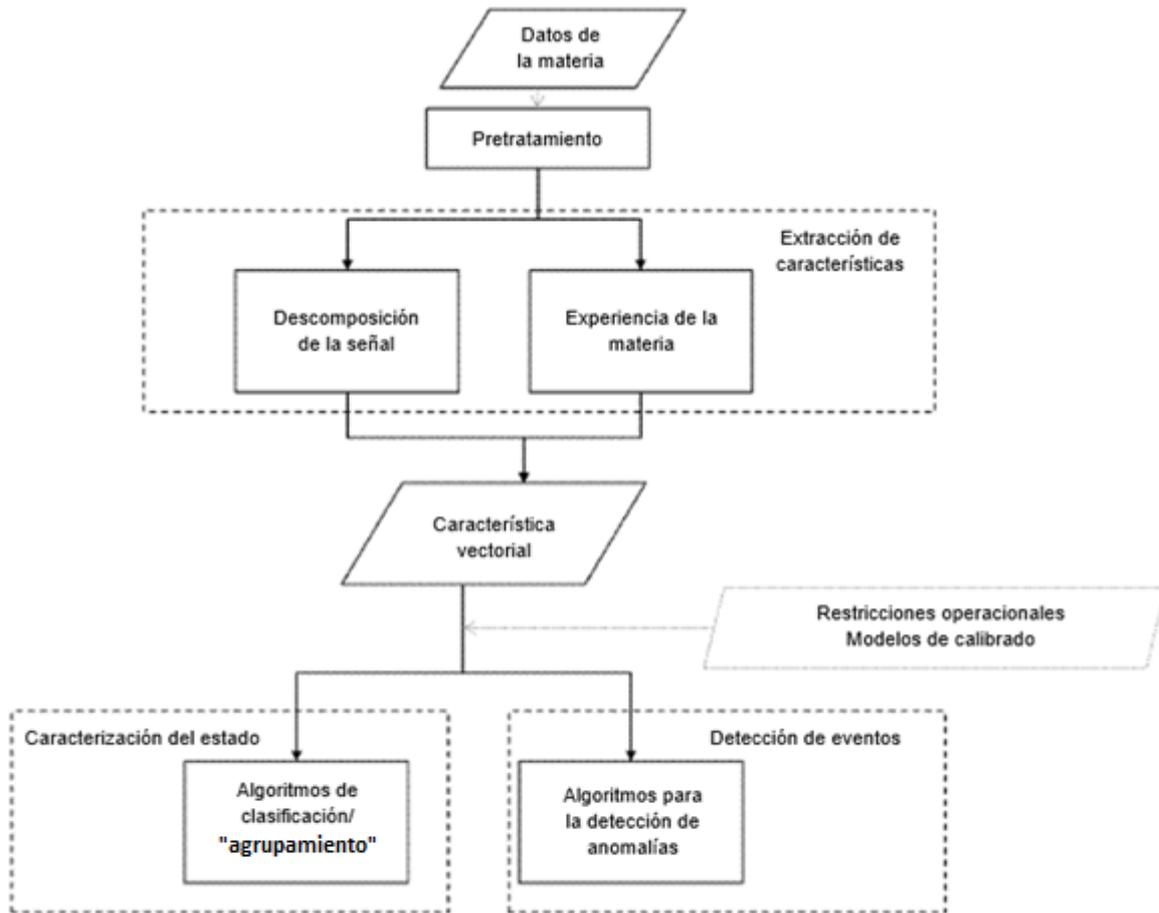


FIG 1

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citadas por el solicitante es para la conveniencia del lector solamente. No forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto gran cuidado para la recopilación de las referencias, no se puede excluir la existencia de errores u omisiones y la Oficina de Patentes Europea declina toda responsabilidad al respecto.

5

Documentos de patente citados en la descripción

- **EP 2477020 A [0004]**