

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 386**

51 Int. Cl.:

B66B 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2022** **PCT/IB2022/055641**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.04.2023** **WO23062442**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2022** **E 22734050 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.02.2024** **EP 4188862**

54 Título: **Un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, un procedimiento implementado por ordenador para clasificar errores de instalación y un sistema del mismo**

30 Prioridad:

14.10.2021 IT 202100026375

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

19.06.2024

73 Titular/es:

**WITTUR HOLDING GMBH (100.0%)
Rohrbachstrasse 26-30
85259 Wiedenzhausen, DE**

72 Inventor/es:

**ZELLHOFER, MARTIN y
DE FRANCESCO, GIUSEPPE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 973 386 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

Un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, un procedimiento implementado por ordenador para clasificar errores de instalación y un sistema del mismo

Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, así como a un procedimiento implementado por ordenador para clasificar errores de instalación y un sistema del mismo.

Una aplicación de la invención es el control de instalación de puertas de ascensor, en particular puertas de rellano y puertas de cabina de ascensor.

La invención encuentra aplicación también en el mantenimiento predictivo y monitoreo remoto de las puertas de los ascensores.

Otra aplicación de la invención se refiere a los medios de accionamiento de ascensores, en particular al motor, equipo de freno y codificador.

Otra aplicación de la invención se encuentra en los sistemas de seguridad, como el gobernador de velocidad excesiva, el dispositivo de seguridad, la cuerda de tensión del gobernador y el afeitado.

También se prevé el control de acelerómetros, transductores de pesaje de carga e interruptores de seguridad del controlador de ascensores y puertas.

En general, la invención propuesta encuentra aplicación en cualquier componente de un ascensor.

Técnica antecedente

Se han propuesto sistemas de monitoreo de una instalación de ascensor basados en datos detectados por sensores dispersos en toda la instalación en el estado de la técnica.

El documento US 10,196,236 B2, de acuerdo con su resumen, propone un sistema de monitoreo de una instalación de ascensor y un procedimiento de operación del sistema de monitoreo para generar datos de uso de la puerta del ascensor. El sistema de monitoreo incluye un sensor dispuesto en la instalación del ascensor, en el que al menos un parámetro físico del entorno del sensor puede ser detectado por el sensor, y una unidad de evaluación, que determina un estado de funcionamiento de la puerta del ascensor mediante el seguimiento del curso del parámetro físico a lo largo del tiempo.

El documento US 2020/0062542 A1, de acuerdo con su resumen, proporciona un procedimiento y sistema para determinar las ubicaciones de los ascensores, que se basan en el funcionamiento, por parte de un procesador, de un sensor de sala de máquinas para recoger datos de vibración asociados con uno o más componentes en una sala de máquinas de un sistema de ascensores. El sistema de ascensor comprende un coche de ascensor y un hueco de ascensor y el procedimiento analiza los datos de vibración para determinar una posición del coche de ascensor en el hueco de ascensor.

Las soluciones mencionadas anteriormente se centran en aspectos de mantenimiento predictivo, pero aún se ven afectadas por una mala calidad de instalación. Los datos recuperados por los sensores no son suficientes para mejorar la calidad de la instalación, ya que son datos indirectos, lo que significa que no están directamente conectados al operador de la puerta.

Existe la necesidad de reducir el tiempo y los costos causados por instalaciones defectuosas. De hecho, las compañías de ascensores y las multinacionales tienen el mayor número de llamadas de retorno dentro de los seis meses posteriores a la instalación del ascensor, principalmente debido a la mala calidad de la instalación. El componente principal que causa el llamado de vuelta generalmente es la puerta.

Es evidente que la calidad de la instalación es el factor clave para la satisfacción del cliente.

El documento CN 111 179 964 A propone un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo FFT para detectar errores de instalación en un ascensor. Este documento divulga el preámbulo de la reivindicación independiente 7.

Divulgación de la invención

En este contexto, la tarea técnica en la base de la presente invención es proponer un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, un procedimiento implementado por ordenador para clasificar errores de instalación y un sistema del mismo, que superen las desventajas mencionadas anteriormente del estado de la técnica.

En particular, el objeto de la presente invención es proponer un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, un procedimiento implementado por ordenador para clasificar errores de instalación y un sistema del mismo, que permita detectar de manera más precisa instalaciones defectuosas de puertas de ascensor en comparación con las soluciones del estado de la técnica, aumentando así la calidad del proceso de instalación, en particular en lo que respecta a las puertas.

Otro objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento implementado por ordenador y un sistema para clasificar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, que permitan programar operaciones de mantenimiento y monitoreo de manera más eficiente y sencilla, reduciendo así el tiempo para certificar una instalación correcta.

Otro objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento implementado por ordenador y un sistema para clasificar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, que reduzcan el número de efectos secundarios debido a instalaciones deficientes.

La tarea técnica declarada y los objetos especificados se logran sustancialmente mediante un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, el modelo de aprendizaje automático siendo una combinación de un modelo de Función de Conjunto para Series Temporales y un modelo de Transformada de Fourier, el procedimiento comprende los siguientes pasos:

- organizando una pluralidad de sensores en el ascensor, cada sensor configurado para detectar un parámetro físico;
- detectando valores de los parámetros físicos mediante los sensores para obtener un conjunto de datos que comprenda al menos una serie temporal;

en el que el paso de detectar valores de los parámetros físicos mediante dichos sensores se produce con una periodicidad diferente en función del tipo de sensor y del parámetro físico involucrado;

- obteniendo una primera capa de entrada extrayendo características del conjunto de datos;
- obteniendo una segunda capa de entrada mediante la extracción de características del conjunto de datos;
- alimentando el modelo de Función de Conjunto para Series Temporales con la primera capa de entrada;
- alimentando el modelo de Transformada de Fourier con la segunda capa de entrada.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el conjunto de datos comprende una matriz de series temporales.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el conjunto de datos además comprende uno o más de valores estáticos o valores cíclicos.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el conjunto de datos además comprende muestras de audio.

De acuerdo con un aspecto de la invención, las características extraídas de las muestras de audio comprenden espectrogramas de audio.

La tarea técnica declarada y los objetos especificados se logran sustancialmente mediante un procedimiento implementado por ordenador para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, el procedimiento comprende los siguientes pasos:

- detectando una pluralidad de parámetros físicos mediante sensores dispuestos en el ascensor;
- realizando una primera extracción de características y una segunda extracción de características a partir de los parámetros físicos detectados;
- alimentando las primeras características extraídas y las segundas características extraídas al modelo de aprendizaje automático que fue previamente entrenado para detectar errores de instalación.

La tarea técnica declarada y los objetos especificados se logran sustancialmente mediante un sistema para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, que comprende:

- una pluralidad de sensores dispuestos en el ascensor y configurados para detectar parámetros físicos;

- una primera unidad de extracción de características y una segunda unidad de extracción configuradas para extraer características de los parámetros físicos detectados;
- un modelo de aprendizaje automático que consiste en una combinación de un modelo de Función de Conjunto para Series Temporales y un modelo de Transformada de Fourier configurado para detectar errores de instalación en respuesta a la recepción de las características extraídas provenientes de la primera unidad de extracción de características y de la segunda unidad de extracción de características, el modelo de aprendizaje automático ha sido previamente entrenado para detectar errores de instalación.

De acuerdo con un aspecto de la invención, los sensores se eligen entre los siguientes: sensor de posición, sensor de velocidad, micrófono.

Breve descripción de las figuras

Características adicionales y ventajas de la presente invención serán más evidentes a partir de la descripción aproximada, y por lo tanto no restrictiva, de una realización preferente pero no exclusiva de un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, un procedimiento implementado por ordenador para clasificar errores de instalación y un sistema del mismo, como se ilustra en las figuras adjuntas en las que:

- La Figura 1 ilustra un sistema para clasificar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, de acuerdo con la presente invención;
- La Figura 2 es una vista esquemática de las Funciones de Conjunto utilizadas en un procedimiento implementado por ordenador para clasificar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, de acuerdo con la presente invención;
- La Figura 3 es una vista esquemática del modelo FFT utilizado en un procedimiento implementado por ordenador para clasificar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, de acuerdo con la presente invención;
- La Figura 4 muestra el diagrama de flujo de un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, de acuerdo con la presente invención;
- La Figura 5 ilustra el diagrama de flujo de un procedimiento implementado por ordenador para clasificar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes de la invención

Con referencia a las figuras, el número 100 identifica un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor.

El procedimiento puede aplicarse a una puerta de aterrizaje de ascensor o a una puerta de ascensor.

Existen varios errores de instalación en un ascensor, que pueden ser detectados. De acuerdo con una realización preferente, el procedimiento 100 puede identificar dos categorías de errores de instalación: fallas binarias y fallas medidas en porcentaje.

Se indica un fallo binario como "presente" o "no presente".

En las fallas binarias se incluyen la falla del dispositivo de cierre, la condición de la polea que toca la correa, etc.

Una falla medida en porcentaje se clasifica en un rango.

En las fallas medidas en porcentaje, se enumeran: instalación de rodillos contadores, desalineación horizontal de la puerta de aterrizaje / cabina del elevador, desalineación vertical de la puerta de aterrizaje / cabina del elevador, tensión de la correa, posición cero, etc.

Como se muestra en la figura 4, el procedimiento 100 comienza con un paso de disponer una pluralidad de sensores 2 en el ascensor (paso 101).

El procedimiento 100 se basa en realidad en las mediciones de parámetros físicos detectados por los sensores 2 dispuestos en diferentes posiciones de un ascensor 1 (paso 102), por ejemplo, están operativamente activos en una puerta 10 del ascensor 1.

Los sensores 2 pueden ser de diferentes tipos y números. Por ejemplo, podría haber un sensor de velocidad de la puerta, un sensor de posición de la puerta, un micrófono. Preferiblemente, las mediciones se recogen durante un alto número de ciclos de puerta, por ejemplo 20.000.

La frecuencia de recolección puede variar en función del tipo de sensor.

En particular, algunos de los sensores detectan valores que son estáticos, es decir, no cambian durante el ciclo. Por ejemplo, los valores estáticos se refieren a las características de la puerta, como el ancho, el material, el tipo de motor, etc.

Otros sensores detectan valores que pueden tener un cambio cíclico, es decir, que varían periódicamente, como la temperatura, la fricción, la vibración, etc.

Otros sensores detectan muestras de audio. Estos pueden estar relacionados con el sonido de la puerta en movimiento, los relés que hacen clic, etc.

Otros sensores detectan valores que tienen una variación de frecuencia más alta dentro de un ciclo de puerta, originando así una serie temporal.

Todos los valores detectados por los sensores forman una base de datos, que comprende al menos una serie temporal.

Por ejemplo, un conjunto de datos utilizado para el procedimiento de entrenamiento 10 comprende:

- una lista de valores estáticos;
- una lista de valores cíclicos;
- una lista de muestras de audio;
- una matriz de series temporales.

Entonces, el procedimiento 100 comprende:

- un paso de obtención de una primera capa de entrada para el modelo de aprendizaje automático mediante la extracción de características del conjunto de datos (paso 103)
- un paso de obtención de una segunda capa de entrada para el modelo de aprendizaje automático mediante la extracción de características del conjunto de datos (paso 104).

Se eligen características o etiquetas en función de los errores de instalación que el modelo debe aprender a reconocer.

En particular, las características extraídas para generar la primera capa de entrada se relacionan con series temporales del conjunto de datos.

Las características extraídas para generar la segunda capa de entrada se relacionan con los otros campos del conjunto de datos (valores estáticos, valores cíclicos, muestras de audio).

Para las muestras de audio, se realiza la extracción de características transformando las muestras de audio en una representación visual de características como los espectrogramas de audio. Un primer enfoque para la extracción de características de muestras de audio es utilizar autocodificadores para aprender un vector de características latentes a partir de la imagen mediante la reconstrucción de la propia imagen (aprendizaje no supervisado).

Un segundo enfoque consiste en clasificar las imágenes con las etiquetas recogidas mediante una red neuronal convolucional y fijar una de las últimas capas ocultas para que actúe como un vector de características adicional para la clasificación con ambos modelos. Para ambos modelos, estas características se agregarían en el paso de concatenación. Las características extraídas se alimentan luego al modelo de aprendizaje automático siguiendo dos ramas diferentes al mismo nivel.

De hecho, el modelo de aprendizaje automático está compuesto por dos modelos a lo largo de ramas paralelas:

- un primer modelo, que es un modelo de Función de Conjunto para series temporales
- un segundo modelo, que es un modelo de Transformada de Fourier

El modelo de función de conjunto para series temporales se alimenta con la primera capa de entrada (paso 105).

El modelo de Transformada de Fourier se alimenta con la segunda capa de entrada (paso 106). Con referencia al primer modelo, es decir, el Función de Conjunto para modelo de Series Temporales, la primera capa de entrada se obtiene después de un preprocesamiento que incluye un paso de normalización.

Las Funciones de Conjunto para Series Temporales (abreviado "SeFT") es un procedimiento de vanguardia para la clasificación y regresión de series temporales.

Opera en la serie temporal bruta (normalizada) como un conjunto y es capaz de manejar características adicionales que se producen una vez por serie temporal.

5 En principio, la información de tiempo se codifica mediante Codificación Posicional y se calculan (posiblemente múltiples) medias ponderadas de las mediciones. Los pesos son entrenados a través del mecanismo de Atención.

Después de estos pasos, se obtiene un vector de tamaño fijo que describe la serie temporal en una dimensión inferior.

10 Este vector se concatena con los otros vectores de características estáticas, cíclicas y posiblemente de audio para formar la entrada a clasificadores/regresores como redes neuronales.

15 Un punto a tener en cuenta también es la función objetivo, que está diseñada para manejar objetivos binarios, así como objetivos de regresión acotados. Con el fin de cumplir con el propósito, tenemos los valores binarios en {0, 1} y normalizamos los valores de regresión de [-100 %, +100 %] a [-1, 1].

El entrenamiento de SeFT se lleva a cabo aplicando la entropía cruzada binaria.

20 El tiempo de entrenamiento es de aproximadamente un día, con alrededor de 20.000 ciclos de puerta utilizados para el entrenamiento.

Una vista esquemática de las Funciones de Conjunto aplicadas en el procedimiento 100 propuesto aquí se ilustra en la figura 2.

25 Con referencia al segundo modelo, es decir, el modelo de Transformada de Fourier, la segunda capa de entrada se obtiene después de un preprocesamiento que comprende la interpolación de los valores para obtener una serie temporal muestreada de manera uniforme, la conversión de la señal en un diagrama de fase y la normalización de las características estáticas para el clasificador.

30 La transformación de Fourier convierte una señal de series temporales en sus componentes de frecuencia. Para esto se genera un diagrama de fase de posición de la puerta de velocidad y se modifica para formar una curva similar a una sinusoidal que se utilizará en la transformación de Fourier. Por cada sensor, se extrae la frecuencia con el coeficiente máximo y el coeficiente respectivo como un vector de dos elementos. Todos estos vectores y las demás características cíclicas se concatenan para formar la columna de características que se alimenta al modelo de Transformada de Fourier.

35 Preferiblemente, se utiliza un llamado "XGBoost" que es una implementación de árboles de decisión potenciados por gradientes diseñada para velocidad y rendimiento. Se utiliza una implementación desacoplada de múltiples clasificadores XGBoost, donde se utiliza la pérdida de bisagra como función de pérdida para la clasificación binaria y la pérdida cuadrada para la regresión.

Se interpola una serie de tiempo X muestreada de forma irregular para obtener p valores equidistantes.

45 El entrenamiento de la Transformada de Fourier se lleva a cabo aplicando la pérdida de bisagra para los objetivos de clasificación.

El tiempo de entrenamiento es de aproximadamente 3 minutos con alrededor de 20.000 ciclos de puerta utilizados para el entrenamiento.

50 Una vista esquemática del modelo FFT aplicado en el procedimiento 100 propuesto aquí se ilustra en la figura 3.

Con referencia a la figura 5, el número 200 identifica un procedimiento para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor. El procedimiento 200 comprende los siguientes pasos, ilustrados en el diagrama de flujo de la figura 5:

55 - detectando una pluralidad de parámetros físicos mediante sensores dispuestos en el ascensor (paso 201);
 - realizando una primera extracción de características y una segunda extracción de características a partir de los parámetros físicos detectados (paso 202);
 - alimentando las primeras características extraídas y las segundas características extraídas al modelo de aprendizaje automático que ya fue entrenado para detectar errores de instalación (paso 203).

60 Con referencia a la figura 1, el número 300 identifica un sistema para detectar errores de instalación en un ascensor 1, en particular en una puerta de ascensor 10, que comprende:

65 - una pluralidad de sensores 2 dispuestos en el ascensor 1 y configurados para detectar parámetros físicos;

- una primera unidad de extracción de características 3 y una segunda unidad de extracción de características 4 configuradas para extraer características de los parámetros físicos detectados;
 - un modelo de aprendizaje automático ML que consiste en una combinación de un modelo de Función de Conjunto para Series Temporales, SeFT, y un modelo de Transformada de Fourier, FT, configurado para detectar errores de instalación en respuesta a la recepción de las características extraídas provenientes de la primera unidad de extracción de características 3 y de la segunda unidad de extracción de características 4, donde el modelo de aprendizaje automático ML ha sido entrenado de acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente.
- 10 De acuerdo con un aspecto de la invención, los parámetros físicos detectados pueden ser preprocesados antes de ser alimentados a la primera unidad de extracción de características 3 y a la segunda unidad de extracción de características 4.
- 15 De acuerdo con un aspecto de la invención, la salida de la primera unidad de extracción 3 y de la segunda unidad de extracción 4 puede ser procesada antes de ser alimentada al modelo de aprendizaje automático ML.
- 20 Las características y ventajas de un procedimiento implementado por ordenador para entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, así como un procedimiento implementado por ordenador para clasificar errores de instalación y un sistema del mismo, de acuerdo con la presente invención, son claros, al igual que las ventajas.
- 25 En particular, el procedimiento propuesto permite aumentar la calidad del proceso de instalación, en particular en lo que respecta a las puertas del ascensor, gracias a la gran cantidad de datos recuperados de los sensores instalados directamente en proximidad de la puerta y al modelo específico de aprendizaje automático elegido. Esto reduce los tiempos y costos de instalación y permite programar operaciones de mantenimiento y monitoreo, reduciendo también el tiempo para obtener la certificación de calidad.
- La invención propuesta también es aplicable a otros componentes del ascensor.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento implementado por ordenador (100) para entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, siendo el modelo de aprendizaje automático una combinación de un modelo de Función de Conjunto para Series Temporales y un modelo de Transformada de Fourier, comprendiendo el procedimiento (100) los siguientes pasos:
 - disponer una pluralidad de sensores en el ascensor (101), configurándose cada sensor para detectar un parámetro físico;
 - detectar valores de los parámetros físicos mediante dichos sensores para obtener un conjunto de datos que comprende al menos una serie temporal (102), en el que el paso de detectar valores de los parámetros físicos mediante dichos sensores se produce con una periodicidad diferente en función del tipo de sensor y del parámetro físico involucrado;
 - obtener una primera capa de entrada mediante la extracción de características del conjunto de datos (103);
 - obtener una segunda capa de entrada mediante la extracción de características del conjunto de datos (104);
 - alimentar el modelo de Función de Conjunto para Series Temporales con la primera capa de entrada (105);
 - alimentar el modelo de Transformada de Fourier con la segunda capa de entrada (106).
2. El procedimiento (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el conjunto de datos comprende una matriz de series temporales.
3. El procedimiento (100) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el conjunto de datos además comprende uno o más valores estáticos o valores cíclicos.
4. El procedimiento (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de datos además comprende muestras de audio.
5. El procedimiento (100) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que las características extraídas de las muestras de audio comprenden espectrogramas de audio.
6. Un procedimiento implementado por ordenador (200) para detectar errores de instalación en un ascensor, en particular en una puerta de ascensor, comprendiendo dicho procedimiento (200) los siguientes pasos:
 - detectar una pluralidad de parámetros físicos mediante sensores dispuestos en el ascensor (201);
 - realizar una primera extracción de características y una segunda extracción de características a partir de los parámetros físicos detectados (202);
 - alimentar las primeras características extraídas y las segundas características extraídas al modelo de aprendizaje automático que fue entrenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 para detectar errores de instalación (203).
7. Un sistema (300) para detectar errores de instalación en un ascensor (1), en particular en una puerta de ascensor, que comprende:
 - una pluralidad de sensores (2) dispuestos en el ascensor (1) y configurados para detectar parámetros físicos;el sistema se caracteriza porque además comprende:
 - una primera unidad de extracción de características (3) y una segunda unidad de extracción de características (4) configuradas para extraer características de los parámetros físicos detectados;
 - un modelo de aprendizaje automático (ML) que consiste en una combinación de un modelo de Función de Conjunto para Series Temporales (SeFT) y un modelo de Transformada de Fourier (FT) configurado para detectar errores de instalación en respuesta a la recepción de las características extraídas provenientes de la primera unidad de extracción de características (3) y de la segunda unidad de extracción de características (4), habiéndose entrenado dicho modelo de aprendizaje automático (ML) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 para detectar errores de instalación.
8. El sistema (300) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que los sensores (2) son elegidos entre los siguientes: sensor de posición, sensor de velocidad, micrófono.

9. Un producto de software que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan por el sistema (300) de acuerdo con la reivindicación 7, determinan la ejecución de los pasos del procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6.

FIGURA 1

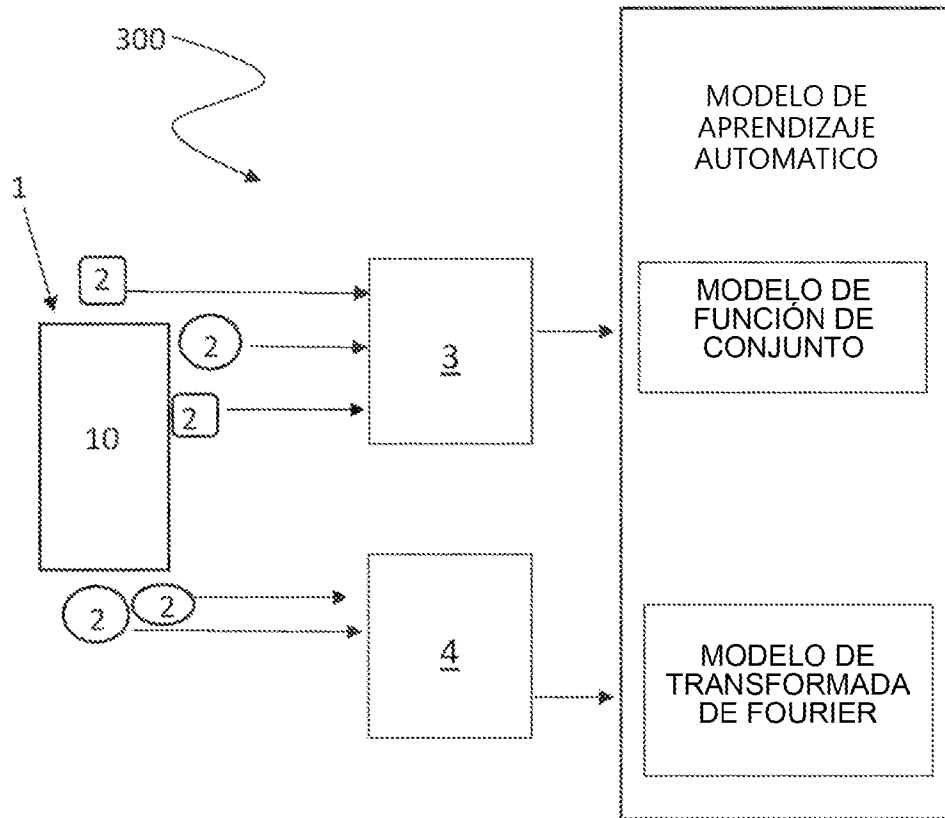


FIGURA 2

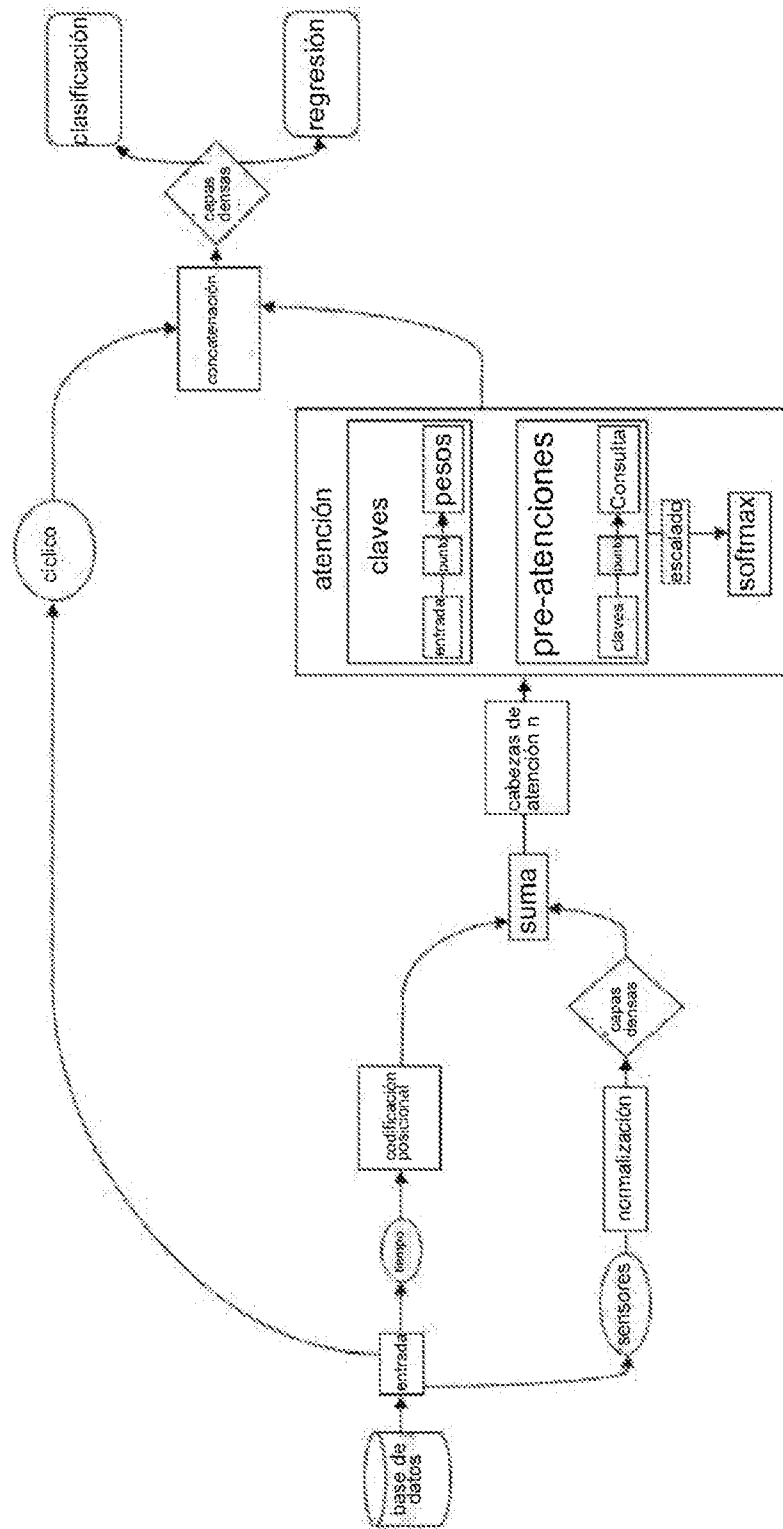


FIGURA 3

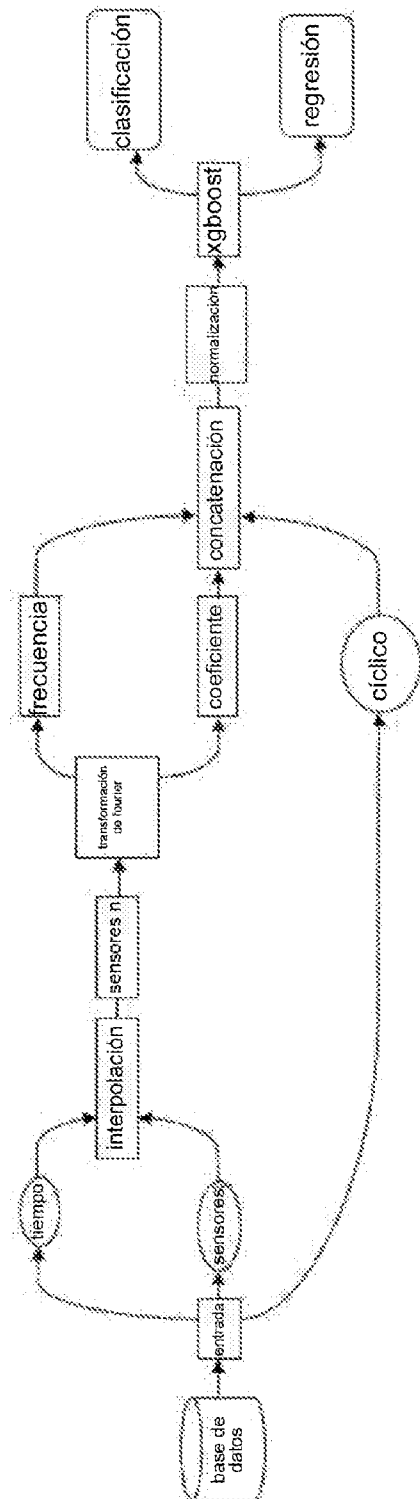


FIGURA 4

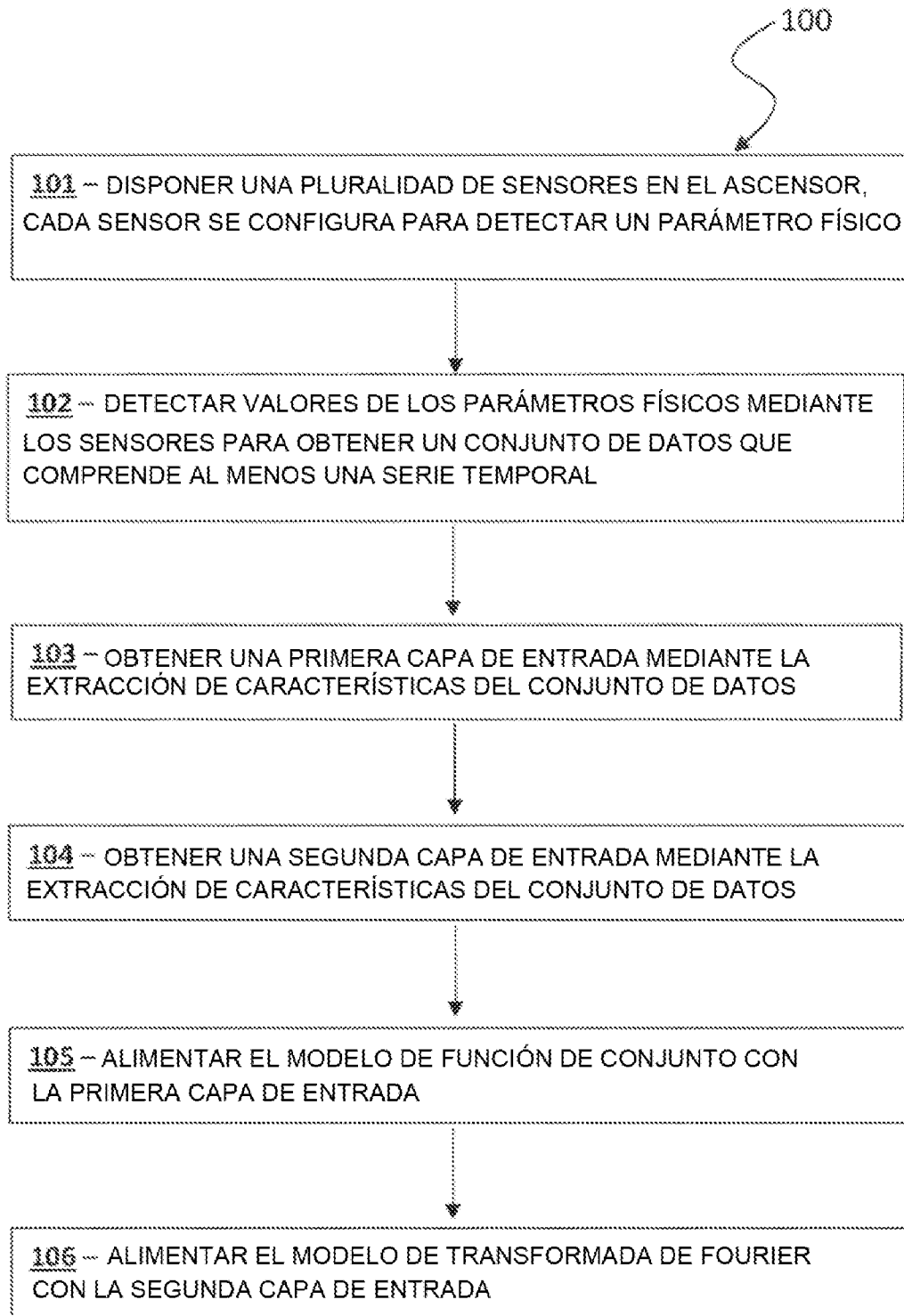


FIGURA 5

