(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 761 728**

(21) Número de solicitud: 201930786

(51) Int. CI.:

G06F 3/01 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

09.09.2019

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

20.05.2020

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (100.0%)
AVDA. RAMIRO DE MAEZTU Nº 7
28040 MADRID ES

(72) Inventor/es:

CORREDERA ARBIDE, Alberto

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

(54) Título: **SISTEMA Y MÉTODO PARA GESTIONAR PERSONAL DE OPERACIÓN EN ENTORNOS CRÍTICOS**

(57) Resumen:

La presente invención se refiere a un método y un sistema para gestionar el personal de operación de una infraestructura compleja. Comprende unos primeros medios sensores para medir un conjunto de variables físicas de un operador de la infraestructura; un módulo de análisis para asociar las variables medidas con valores de excitación y valencia y determinar, basado en dichos valores, una emoción predominante del operador; unos segundos medios sensores para identificar un estado de funcionamiento de la infraestructura; un módulo de proceso para determinar una acción correctiva en función del estado de funcionamiento actual y la emoción predominante del operador: y un módulo de visualización configurado para proporcionar la acción correctiva al operador.

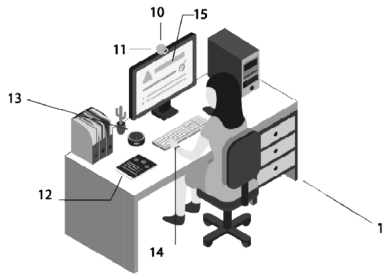

FIG. 1

ES 2 761 728 A1

DESCRIPCIÓN

SISTEMA Y MÉTODO PARA GESTIONAR PERSONAL DE OPERACIÓN EN ENTORNOS CRÍTICOS

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere al campo técnico de la gestión de infraestructuras complejas, como grandes centros de datos, y más concretamente, a la gestión emocional de los operadores en puestos críticos de dichas infraestructuras, con los objetivos de reducir la tasa de error y facilitar la realización de sus tareas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Actualmente, la gestión de infraestructuras complejas recae en un personal de operación expuesto a grandes cantidades de datos y encargado de permanecer en alerta constante para reaccionar eficazmente y de manera inmediata ante cualquier incidencia o malfuncionamiento de las máquinas (por ejemplo los servidores de los grandes centros de datos), siendo básico la priorización en las tareas a realizar antes de un fallo total o incluso realizar las acciones adecuadas para prevenir el fallo, ya que las caídas o cortes de suministro en el servicio proporcionado por dichas infraestructuras complejas causa grandes perjuicios.

Así, este es un problema de alcance mundial y que se encuentra en constante aumento, donde las pérdidas económicas provocadas por la caída de un centro de datos prácticamente se han doblado en los últimos diez años. Además, la duración de las caídas de la mayoría de los negocios basados en el procesado de datos (Industria 4.0) está aumentando muy por encima de la media de otros negocios. Requiere por tanto de acción inmediata, puesto que alrededor del 50% de los centros de datos no están preparados para los equipos de alta densidad actuales, y los ataques cibernéticos están aumentando espectacularmente (han pasado de ser la causa de un 0.2% de las caídas de centros de datos en 2010 a un 22% en 2016).

Las caídas de estas infraestructuras complejas generalmente se deben a motivos que podían haberse evitado. Entre las causas principales de las caídas destacan los fallos en los sistemas de alimentación; los ataques directos; y los errores humanos. Tanto los ataques

directos como los errores humanos involucran a personas que, a su vez, toman decisiones en un entorno de elevada complejidad y con alto grado de incertidumbre. Esta problemática tiende a complicarse con la proliferación y estandarización de los procesos de *Big Data*, *Internet of Things* y las ciudades inteligentes, ya que aumentan exponencialmente las necesidades de procesamiento de datos.

Los intentos de reducir el error humano han sido afrontados por varios trabajos conocidos en el estado del arte, los cuales tratan de conocer el estado emocional de los trabajadores mediante reconocimiento facial (para vídeo conferencias), sensores de actividad (seguimiento de pupila), conocimiento (cerebro: ondas cerebrales EEG, ERP-respuesta electrofísica estereotipada a estímulos) o emoción (cara y voz, tamaño de pupila) para líneas de producción. Sin embargo, el campo de aplicación de estas invenciones y, por lo tanto, su desarrollo, es completamente distinto. Por ejemplo, mientras que unas tratan de dar un servicio óptimo a sus clientes en centros de contacto, otras se aplican a centros de producción, en concreto, a líneas de fabricación (mayoritariamente).

Por otro lado, las soluciones existentes en el estado del arte para controlar y gestionar el funcionamiento de infraestructuras complejas, como grandes centros de datos, para prevenir cualquier malfuncionamiento, están enfocadas en el simple registro de la información y su puesta a disposición del personal de operaciones, de manera que el personal de operaciones debe tomar decisiones complejas basándose en una cantidad de información demasiado amplia y de tan bajo nivel que a menudo conduce a errores. Las decisiones del personal de operaciones comprenden por ejemplo acciones para optimizar el consumo energético del centro de datos, minimizar los riesgos de ataques, optimizar el mantenimiento preventivo o maximizar el beneficio, teniendo en cuenta aspectos del negocio, los recursos y el estado.

Entre otros problemas, los sistemas utilizados hasta ahora optimizan las distintas variables de los centros de datos de forma independiente. De hecho, en muchos centros de datos, la gestión de la infraestructura y de los servidores se encuentra a cargo de empresas diferentes y con escasa o nula comunicación. Sin embargo, las distintas variables del centro de datos sí suelen estar relacionadas entre sí, con relaciones complejas de modelar y que cambian con el tiempo.

Es por ello que el estado del arte echa en falta soluciones para la gestión eficiente y eficaz de infraestructuras complejas, que se centren en la gestión del personal de operación para minimizar los errores y caídas producidas en las infraestructuras complejas.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Con el fin de alcanzar los objetivos y evitar los inconvenientes mencionados anteriormente, la presente invención describe, en un primer aspecto un sistema para gestionar personal de operación de una infraestructura compleja que comprende:

- unos primeros medios sensores configurados para medir un conjunto de variables físicas de un operador de la infraestructura compleja;
- un módulo de análisis configurado para asociar cada una de las variables físicas medidas con un valor de excitación y un valor de valencia y determinar, basado en dichos valores, una emoción predominante del operador;
- unos segundos medios sensores configurados para identificar un estado de funcionamiento actual de la infraestructura compleja;
- un módulo de proceso configurado para determinar una acción correctiva del funcionamiento de la infraestructura, en función del estado de funcionamiento actual y la emoción predominante del operador; y
- un módulo de visualización configurado para proporcionar la acción correctiva al operador.

Adicionalmente, en una de las realizaciones de la invención, se contempla un módulo de predicción configurado para predecir un estado de funcionamiento futuro, basado en un algoritmo de inteligencia artificial alojado en una base de datos no relacional que contiene información histórica de los estados de funcionamiento de la infraestructura compleja.

De acuerdo con una de las realizaciones de la presente invención, los primeros medios sensores comprenden al menos uno de los siguientes elementos: una cámara web, un micrófono y un pulsómetro.

Adicionalmente, se contempla un dispositivo electrónico configurado para interaccionar con el operador y extraer información emocional a tener en cuenta por el módulo de análisis. Así ventajosamente, mediante preguntas directas al operador, planteadas por ejemplo a través

de una tablet o un asistente de voz virtual, se completa la información de su estado emocional, lo que permite corrobar o afinar los resultados obtenidos.

Una de las realizaciones preferentes de la invención, comprende un puesto de trabajo individual para cada uno de los operadores, donde se disponen físicamente los primeros medios sensores y los dispositivos electrónicos.

El módulo de visualización, de acuerdo a una de las realizaciones de la invención, está además configurado para actualizar dinámicamente la acción correctiva mostrada al operario, en función del estado actual y la emoción predominante determinados.

En una realización específica de la invención, el módulo de visualización además está configurado para mostrar las acciones correctivas en ventanas emergentes que incitan al operador a interactuar con la infraestructura. Así, ventajosamente se produce un proceso de interacción con el operador que permite guiarlo de una manera continuada a la ejecución de las acciones correctivas necesarias para preservar o corregir el estado de funcionamiento de la máquina de forma directa o para modificar su propio estado emocional, lo que de manera indirecta también se dirige a preservar el buen funcionamiento de la estructura.

Las variables físicas que se obtienen del operador, al menos en una de las realizaciones de la invención, comprenden parámetros fisiológicos del operador. Así, ventajosamente se realiza una aproximación técnica a la respuesta del operador y el sistema se basa en parámetros objetivos y medibles.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un método para gestionar personal de operación de una infraestructura compleja que comprende:

- obtener, por unos primeros medios sensores, un conjunto de variables físicas de un operador de la infraestructura compleja;
- asociar, por un módulo de análisis, cada una de las variables físicas obtenidas con un valor de excitación y un valor de valencia;
- determinar, basado en dichos valores, una emoción predominante del operador;
- obtener, por unos segundos medios sensores, un estado de funcionamiento actual de la infraestructura compleja;

- determinar, por un módulo de proceso, una acción correctiva del funcionamiento de la infraestructura, en función del estado de funcionamiento actual y la emoción predominante del operador; y
- proporcionar, por un módulo de visualización, la acción correctiva al operador.

Adicionalmente, en una de las realizaciones se contempla determinar, por un módulo de predicción un estado de funcionamiento futuro, basado en un algoritmo de inteligencia artificial alojado en una base de datos no relacional que contiene información histórica de los estados de funcionamiento de la infraestructura compleja.

Obtener el conjunto de variables físicas comprende, de acuerdo a una de las realizaciones de la invención: obtener, por una cámara web, una imagen facial del operador; obtener, por un micrófono, una grabación de audio; y obtener, por un pulsómetro, un ritmo cardíaco del operador. Además, en una realización específica, asociar las variables físicas con un valor de excitación y un valor de valencia comprende: comparar la imagen facial del operador con un conjunto de patrones faciales asociados previamente a diferentes emociones; comparar la prosodia y nivel de ruido de la grabación de audio con unos patrones y umbrales máximos definidos previamente y asociados a diferentes emociones; comparar el ritmo cardíaco con diferentes umbrales definidos previamente y asociados a diferentes emociones.

De manera opcional, en una realización de la invención, se contempla además extraer, por un dispositivo electrónico, una información emocional adicional del operador mediante una interacción del operador con dicho dispositivo electrónico.

En una de las realizaciones de la invención, además se contempla actualizar dinámicamente la acción correctiva mostrada al operador, en función del estado de funcionamiento actual y la emoción predominante determinados; y mostrar unas ventanas emergentes con las acciones correctivas que incitan al operador a interactuar con la infraestructura.

De acuerdo a una realización de la invención, determinar una acción correctiva comprende seleccionar, en una base de datos no relacional, una instrucción para el operador, en función de la comparación del estado de funcionamiento de la infraestructura y la emoción predominante con un primer y un segundo umbral respectivamente.

La presente invención implica multitud de ventajas, entre ellas merece destacarse la reducción de errores que se consigue mediante la monitorización del estado emocional de los operadores y la presentación inteligente de la información, de forma que permite gestionar el sesgo emocional de los operadores y guiarlos a decisiones de actuación eficaces y de bajo coste para el sistema. Así, la presente invención asiste de una manera continuada al personal de operación, de manera que el proceso de interacción entre el personal de operación y la presente invención resulta en una serie de acciones que producen el efecto técnico de prevenir el malfuncionamiento de la infraestructura compleja.

De acuerdo a todo lo anterior, la presente invención ofrece una potente herramienta de control y asistencia al funcionamiento de las infraestructuras complejas mediante la gestión del personal de operación en entornos críticos, donde se combinan los estados emocionales de los operarios encargados de tomar decisiones con la monitorización de varios parámetros de funcionamiento de la infraestructura, como la temperatura de las salas, el estado de los racks y los servidores. El resultado, que además puede combinarse con sistemas de predicción de errores basados en inteligencia artificial, permite realizar de forma automática los análisis necesarios y capaces de ofrecer al personal de operaciones toda la información necesaria y al nivel adecuado, automatizando la toma de decisiones total o parcialmente. Es decir que el sistema no sobrecarga de información al operador, sino que solo muestra aquella información relacionada con las funciones específicas de éste (y no de todo el sistema), las cuales requieren una especial atención o una actuación determinada.

La gestión emocional de las infraestructuras complejas, de acuerdo a la presente invención, establece una aproximación sorprendente, al incorporar el factor humano en el foco de las actuaciones basándose en su estado emocional, lo que produce un comportamiento totalmente predecible y objetivo (depende principalmente de parámetros físicos y fisiológicos perfectamente cuantificables) que debe tenerse en cuenta para evitar errores. La interacción del personal de operación incluye la presentación de información relevante para guiar la toma de decisiones de manera automática y conservar el funcionamiento de la infraestructura. Dicha información adapta sus funcionalidades al sesgo emocional de los operarios que finalmente van a ejecutar las instrucciones.

Además de la gestión de las situaciones en tiempo real, en una de las realizaciones se cuenta con el valor añadido de un módulo de predicción, gracias al cual pueden anticiparse

determinados estados desfavorables de la infraestructura y generar anticipadamente las acciones encaminadas a evitar dichos estados desfavorables. Por ejemplo, en el caso de utilización elevada de un servidor, el módulo de predicción puede anticipar el riesgo de una posible caída, de tal forma que se puede actuar antes de que llegue a producirse. Lo mismo ocurre con la temperatura de las salas, si el modelo detecta el alcance de una temperatura crítica, se procede a la regulación del sistema de climatización de la sala o a la actuación particular en los racks o servidores que están produciendo ese aumento de temperatura. Así, el módulo de predicción es una herramienta muy útil en un centro de datos puesto que permite conocer el estado futuro de la infraestructura y permite llevar a cabo actuaciones encaminadas a reducir o evitar riesgos futuros que acaecerán en el centro de datos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para completar la descripción de la invención y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de sus características, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización de la misma, se acompaña un conjunto de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se han representado las siguientes figuras:

- La **figura 1** representa los medios sensores de una de las realizaciones de la invención, dispuestos en un puesto de trabajo del operador.

- La **figura 2** representa el modelo de emociones excitación/valencia.

- La **figura 3** representa un diagrama de flujo del almacenamiento y procesamiento de los datos en una de las realizaciones de la invención.

- La **figura 4** representa un diagrama de flujo del tratamiento de los datos y la representación de la información al operador.

- La **figura 5** representa un diagrama de flujo del módulo de predicción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

La presente invención divulga un método y un sistema para gestionar el personal de operación de una infraestructura compleja en tiempo real, donde los estados emocionales son medidos para cada operador en su puesto de trabajo, a través de los correspondientes

puestos de extracción emocional. El sistema se completa con la monitorización del estado de funcionamiento de la infraestructura y, opcionalmente, dotándolo de inteligencia artificial para predecir futuras anomalías en máquinas y servidores de la infraestructura.

La presente invención tiene como uno de los objetivos reducir el error humano y gestionar eficazmente las infraestructuras complejas, fundamentado principalmente en que las emociones de los operadores influencian la toma de decisiones de una forma predecible y objetiva. En los entornos de operación donde, tanto las decisiones como las no decisiones, son críticas, resulta necesario conocer, mostrar y anticipar ciertos escenarios de emoción, estado y acción, para actuar de forma eficaz y eficiente. Asumiendo un método del enfoque del error humano como el modelo de causalidad de Dejoy, en el que se establecen tres categorías principales de factores de error causal (comunicación persona-máquina, entorno y toma de decisiones), la presente invención aborda la gestión óptima de infraestructuras complejas como sistemas ciberfísicos con conciencia emocional. Así pues, para conocer el estado de la infraestructura compleja, como un centro de datos, el primer paso consiste en determinar su estado emocional a través de sus operadores.

Está demostrado que las emociones interfieren en la toma de decisiones y que estas emociones se manifiestan en elementos característicos de nuestra cara, nuestro ritmo cardiaco o nuestra manera de hablar, así como que el sistema nervioso simpático se excita cuando se producen emociones de alegría, enfado o miedo, lo que induce algunos cambios fisiológicos y el aumento de volumen en la voz, la velocidad de pronunciación y la energía en altas frecuencias. En consecuencia, la presente invención realiza la extracción y reconocimiento emocional a los operadores a través de unos puestos de extracción emocional. Estos puestos están formados por el espacio de trabajo habitual de los operadores, con la salvedad de que están dotados de diferentes sensores y dispositivos electrónicos. Los sensores y dispositivos electrónicos dispuestos en los puestos de extracción tienen la finalidad de extraer y medir ciertas variables emocionales, de la forma menos intrusiva posible, con la intención de definir después la emoción predominante del operador.

En **la figura 1** se representa un puesto completo de extracción emocional **1**, según el cual en la mesa de trabajo de los operadores se incorporan una cámara web **10** (para el reconocimiento facial), un micrófono **11** (para la detección de ruido ambiental excesivo y

emociones en el habla del operador), una aplicación móvil/tablet **12** conectada con un asistente virtual **13** (para el desarrollo de encuestas con las que identificar el estado emocional del operador), un pulsómetro **14** (con el que medir el pulso cardíaco) y ciertos sensores para comprobar el estado de la máquina (temperatura, utilización, etc.). Pueden añadirse sensores biométricos adicionales, como por ejemplo un sensor de temperatura. En la siguiente tabla se recoge la información obtenida por cada uno de los dispositivos.

Dispositivo	**Captura de datos**	**Variable emocional**
Cámara web	Foto facial	Reconocimiento facial de emociones
Micrófono	Grabación de audio y de ruido ambiental	Prosodia emocional/ saturación por nivel de ruido excesivo
Aplicación móvil/ tablet	Encuestas	Estado emocional del trabajador y su nivel de relación con el entorno
Asistente virtual	Encuestas	Estado emocional del trabajador y su nivel de relación con el entorno
Pulsómetro	Biométricos (pulso cardíaco)	Estado de excitación del trabajador
Máquina	Registros, logs, mensajes, estado de las máquinas…	Detección de polaridad en texto y detección de anomalías en máquinas

A continuación se describe más en detalle cada uno de los elementos del puesto de extracción emocional y las emociones reconocidas:

- Web Cam y reconocimiento facial **10:** la Web Cam está dispuesta en la parte superior de la pantalla de trabajo de cada operador, de tal forma que toma imágenes faciales cada cierto periodo de tiempo (definido por la ventana temporal implementada en el centro de datos), las cuales se procesan por un modelo de reconocimiento facial (basado

en Machine Learning). Este modelo de reconocimiento facial distingue entre cinco emociones básicas: enfado, tristeza, indiferencia (estado neutral), felicidad y sorpresa.

- Micrófono y prosodia emocional **11**: el micrófono utilizado permite, para la misma ventana temporal, obtener, en caso de que el operador interactúe verbalmente con algún otro elemento de la infraestructura, un fragmento de audio. Este fragmento de audio se analiza a través del modelo de prosodia emocional, generando una puntuación de -1 a +1 que indica la excitación del operador en el habla, siendo -1 la excitación mínima y +1 la excitación máxima.

- Aplicación móvil/tablet y encuestas de estado emocional **12**: una aplicación informática específicamente desarrollada, para móviles y tablets, plantea una serie de preguntas que el operador debe contestar. Las preguntas están relacionadas con su estado emocional, nivel o carga de trabajo, entorno físico, incidencias, etc. El tiempo estimado de la realización de la encuesta es de escasos minutos, de tal forma que, además de ser un foco adicional de conocimiento del estado emocional del operador, le sirve para mantener un adecuado nivel de atención en las tareas ejecutadas. Todas estas respuestas tendrán atribuidas una puntuación, por lo que la emoción final identificada será la puntuación ponderada de la encuesta. Además, al tener cada una de ellas asociada una tipología de pregunta (por ejemplo, trabajo, humor, entorno…) Es posible conocer además el estado emocional con respecto a las diferentes áreas de la infraestructura, es decir, su relación con el medio de trabajo.

- Asistente virtual y encuestas de estado emocional **13**: la funcionalidad realmente es la misma que la de la aplicación móvil/tablet, con la salvedad de que la interacción es oral, es decir, el asistente lee las preguntas de la encuesta y el operador responde verbalmente, obteniendo además de la puntuación final de la encuesta, un audio disponible para su análisis de prosodia emocional.

- Pulsómetro y biométricos **14**: se dispone de una pulsera o reloj que, colocada en la muñeca de los operadores, mide su pulso cardíaco. De tal forma que, para la ventana temporal definida en el centro de datos, se obtienen datos reales acerca del nivel de excitación del operador, representado por el valor de su pulso cardíaco.

El concepto de excitación utilizado, referido al análisis de emociones, se debe a la típica caracterización de las mismas por medio de dos variables: la excitación y la valencia. La

figura 2 recoge gráficamente este modelo, donde la excitación **21**, que se representa en el eje vertical, se corresponde al grado de activación de la emoción y la valencia **22**, que se representa en el eje horizontal, es la dimensión principal sobre la cual se construye la experiencia emocional, es decir, el placer o desagrado que produce la emoción. Así pues, la emoción resultante viene expresada mediante dos valores: valencia y excitación, de los cuales se ha demostrado que la principal variable relacionada con la valencia de una emoción es la expresada a través de una imagen, mediante las expresiones faciales y, por el contrario, a la hora de expresar o indicar excitación, las variables más significativas son las obtenidas a través del audio y el pulso cardíaco.

En la **figura 3** se representa el flujo seguido en una de las realizaciones de la invención para el almacenamiento y procesamiento de los datos. Llevando a cabo la conversión de todas las variables de entrada en puntuaciones de la emoción, se obtiene una emoción final resultante para cada operador. Uniendo todas las emociones detectadas en el centro de datos, se obtiene una visión general del estado de cada uno de los operadores, su estado emocional resultante y su relación con el entorno de trabajo. Los valores de cada una de las variables de entrada **31** de la emoción forman parte de un sistema Fast Data, donde los datos medidos en cada instante se incorporan a un flujo de información, definiendo tantos temas **32** como variables de entrada, que conectarán con una base de datos no relacional **33**. El almacenamiento de los datos se produce de forma distribuida y siempre permanecen disponibles y actualizados. Este mismo flujo es válido para el almacenamiento de cualquier variable de la infraestructura, lo que posibilita la realización y autocorrección de los modelos de predicción **34** que ofrecen como salida **35** las emociones finales y anomalías detectadas.

En la **figura 4** se representa el flujo seguido en una de las realizaciones de la invención para el tratamiento de los datos y la representación de su visualización. Este flujo está compuesto por cinco componentes. Las variables de entrada **41** (las cuales pertenecen tanto a las variables detectadas por el puesto de extracción emocional como por las variables propias de las máquinas y la infraestructura (temperatura, nivel de utilización de los servidores, energía consumida, etc.)) son consideradas como datos de entrada del modelo técnico **42** de datos de información emocional y anomalías, el cual procesa y genera unos datos de salida **43** que corresponden tanto a los resultados emocionales de los operadores (emoción final y niveles de relación de estos con su entorno) como a los resultados técnicos de la infraestructura (temperatura, consumo, utilización…) así como la

detección de futuras anomalías. Estos resultados condicionan las directrices o pautas seguidas para el desarrollo de la visualización **44**, las cuales conforman la visualización inteligente **45**, que muestra la información con colores, gráficas o mensajes de aviso en función de los estados y resultados **43** obtenidos por el modelo.

Al margen del puesto de extracción descrito arriba y todos los procedimientos implicados en extracción y reconocimiento emocional de los operadores, la presente invención cuenta con una segunda unidad, interrelacionada con la primera, destinada a la gestión técnica y emocional. A su vez, esta segunda unidad está definida por dos módulos: uno de representación de la información y toma de decisiones (basadas en elementos físicos de la infraestructura, como sensores ambientales y máquinas), y otro de actuación en el operador.

El módulo de representación de la información, está configurado para presentar dicha información al operario en una pantalla **15** de manera dinámica, actualizable en tiempo real con los datos que se vayan incorporando al sistema y cambiante en función del operador y emoción detectados, y de la situación de la infraestructura. Se dispone para ello de un flujo de datos en tiempo real, con tantos canales como variables de entrada del sistema, conectado a una base de datos distribuida. Así pues, los datos a representar no son los mismos si se está produciendo un estado crítico en uno de los servidores o si el sistema se desarrolla de acuerdo a la normalidad. Los gráficos, colores, herramientas y acciones son también cambiantes. Por ejemplo, en el caso de un estado crítico, aparecen colores llamativos como el rojo y el naranja, alertas y gráficas concretas de los problemas detectados y que precisan una actuación urgente, ordenadas por el nivel de criticidad. En este tipo de escenarios la globalidad del sistema se desvanece y es preciso particularizar y reducir las dimensiones del sistema, centrándose en las variables dependientes del fallo detectado. Las acciones son directas y concisas, encaminadas a la actuación sobre las variables críticas que permiten reducir, solucionar o anticipar los efectos del estado crítico detectado.

Por el contrario, en caso de un estado normal, la visualización es mucho más homogénea, con colores como el blanco, azul o verde, la cual muestra el estado global de la infraestructura. Las acciones están encaminadas a mantener los estados de trabajo óptimos de los operadores o a la realización de una revisión periódica del sistema. La infraestructura es mostrada desde un punto de vista global y las gráficas pueden mostrarse y ordenarse a

gusto del operador, sin llevar asociado ningún orden de criticidad ni selección de variables críticas.

Además, las decisiones que realice el operador están sesgadas por la emoción que experimenta en ese preciso momento, por lo que las decisiones de actuación se muestran de forma inteligente, incentivando al operador a tomar decisiones correctivas. Por ejemplo, en el caso de que la emoción detectada por el operador denote una concentración baja o un nivel bajo de actuación, la acción se expresa de forma simple, sin alternativas y siguiendo un método procedimental que requiere la interacción del operador, por ejemplo, mediante preguntas de realización de la acción o de imposibilidad de avance sin realización de las tareas precedentes. De esta forma el margen de error del operador se disminuye y se incentiva su actuación y aumento del grado de concentración.

El estado actual de la infraestructura queda determinado, además de por las emociones identificadas, por los sensores dispuestos en todas las máquinas y el entorno físico de trabajo. Por ejemplo, se disponen micrófonos para conocer el ruido ambiental de las salas de trabajo, sensores ambientales para conocer su temperatura y humedad, se monitorizan las máquinas para conocer su temperatura, utilización, logs… Todos estos datos se almacenados, al igual que las variables emocionales, a través de un sistema Fast Data, en una base de datos distribuida y no relacional.

El segundo módulo de esta unidad está basado en las acciones directas a los operadores en función del estado emocional reconocido. Estas acciones se encaminan a modificar la emoción del operador para llevarlas al óptimo de trabajo. Estas acciones muestran en forma de ventanas emergentes en las pantallas de trabajo de los operadores órdenes claras y concisas que interactúan con el operario para asistirle en el desarrollo de una actividad concreta (por ejemplo, en la solución de un error detectado, como aumento de temperatura de una máquina o aumento excesivo en la utilización de un servidor) o para modificar su estado emocional (indicando por ejemplo una pausa para reducir su excitación o una acción de actividad para recuperar su atención) y, en consecuencia, el de la infraestructura. La relación de los dos módulos de esta segunda unidad hace necesario que el módulo de actuación tenga influencia también en la visualización de la información. Así, dependiendo de la emoción de los operadores, los datos y las decisiones a tomar se muestran de forma

que se maneja el sesgo emocional identificado de los operadores y se les conduce a decisiones de actuación eficaces.

Por último, una vez obtenido el estado actual de la infraestructura, mediante las emociones de los operadores y el estado de la infraestructura y de las máquinas, representado el contenido en función del sesgo emocional localizado y los estados críticos, y llevando a cabo las actuaciones en los operadores para mantener su estado óptimo de desarrollo de actividad, en una de las realizaciones de la invención se contempla aportar un valor añadido a los datos almacenados dotando al sistema de una tercera unidad de inteligencia artificial con algoritmos de machine learning. Esta tercera unidad permite predecir estados de máxima criticidad en los centros de datos como son, por ejemplo, las caídas de los servidores y avisan de la posible ocurrencia de un fallo, a partir de los datos históricos almacenados y los obtenidos para un momento dado.

En la **figura 5** se representa el flujo seguido por los modelos predictivos de esta tercera unidad de predicción, que consiste en la modelización de la utilización, temperatura, logs, peticiones, etc. de las máquinas de tal manera que se puedan ejecutar distintas medidas y protocolos de seguridad antes de que, por ejemplo, se produzca un ataque informático, una máquina alcance temperaturas críticas o su utilización alcance niveles máximos. A partir de los datos de entrada **51** y el posterior procesado y análisis **52** de los mismos, los modelos **53** y algoritmos son actualizados iterativamente, realimentando de nuevo la entrada y permitiendo al sistema autocorregirse. Una vez aplicados los modelos predictivos a los datos de entrada, el sistema presenta una etapa **54** de evaluación y verificación, antes de finalmente ofrecer los resultados de salida **55**.

La presente invención no debe verse limitada a la forma de realización aquí descrita. Otras configuraciones pueden ser realizadas por los expertos en la materia a la vista de la presente descripción. En consecuencia, el ámbito de la invención queda definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para gestionar personal de operación de una infraestructura compleja que comprende:

- unos primeros medios sensores configurados para medir un conjunto de variables físicas de un operador de la infraestructura compleja;
- un módulo de análisis (34) configurado para asociar cada una de las variables físicas medidas con un valor de excitación (21) y un valor de valencia (22) y determinar, basado en dichos valores, una emoción predominante (35) del operador;
- unos segundos medios sensores configurados para identificar un estado de funcionamiento actual de la infraestructura compleja;
- un módulo de proceso configurado para determinar una acción correctiva del funcionamiento de la infraestructura, en función del estado de funcionamiento actual y la emoción predominante del operador; y
- un módulo de visualización configurado para proporcionar la acción correctiva al operador.

2. Sistema de acuerdo a la reivindicación 1, que además comprende un módulo de predicción (53) configurado para predecir un estado de funcionamiento futuro, basado en un algoritmo de inteligencia artificial alojado en una base de datos no relacional (33) que contiene información histórica de los estados de funcionamiento de la infraestructura compleja.

3. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores los primeros medios sensores comprenden al menos uno de los siguientes elementos: una cámara web (10), un micrófono (11) y un pulsómetro (14).

4. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende un dispositivo electrónico (12, 13) configurado para interaccionar con el operador y extraer información emocional a tener en cuenta por el módulo de análisis.

5. Sistema de acuerdo a las reivindicaciones 3 y 4 donde los primeros medios sensores y los dispositivos electrónicos están físicamente dispuestos en un puesto de trabajo individual (1) para cada operador.

6. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el módulo de visualización está además configurado para actualizar dinámicamente la acción correctiva mostrada al operario, en función del estado actual y la emoción predominante determinados.

7. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el módulo de visualización además está configurado para mostrar las acciones correctivas en ventanas emergentes que incitan al operador a interactuar con la infraestructura.

8. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde las variables físicas comprenden parámetros fisiológicos del operador.

9. Método para gestionar personal de operación de una infraestructura compleja que comprende:

- obtener, por unos primeros medios sensores, un conjunto de variables físicas de un operador de la infraestructura compleja;
- asociar, por un módulo de análisis, cada una de las variables físicas obtenidas con un valor de excitación y un valor de valencia;
- determinar, basado en dichos valores, una emoción predominante del operador;
- obtener, por unos segundos medios sensores, un estado de funcionamiento actual de la infraestructura compleja;
- determinar, por un módulo de proceso, una acción correctiva del funcionamiento de la infraestructura, en función del estado de funcionamiento actual y la emoción predominante del operador; y
- proporcionar, por un módulo de visualización, la acción correctiva al operador.

10. Método de acuerdo a la reivindicación 9 que además comprende determinar, por un módulo de predicción (53) un estado de funcionamiento futuro, basado en un algoritmo de inteligencia artificial alojado en una base de datos no relacional (33) que contiene información histórica de los estados de funcionamiento de la infraestructura compleja.

11. Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 9-10 donde obtener el conjunto de variables físicas comprende:

- obtener, por una cámara web, una imagen facial del operador;

- obtener, por un micrófono, una grabación de audio; y
- obtener, por un pulsómetro, un ritmo cardíaco del operador.

12. Método de acuerdo a la reivindicación 11 donde asociar las variables físicas con un valor de excitación y un valor de valencia comprende:

- comparar la imagen facial del operador con un conjunto de patrones faciales asociados previamente a diferentes emociones;
- comparar la prosodia y nivel de ruido de la grabación de audio con unos patrones y umbrales máximos definidos previamente y asociados a diferentes emociones;
- comparar el ritmo cardíaco con diferentes umbrales definidos previamente y asociados a diferentes emociones.

13. Método de acuerdo a la reivindicación 12 que además comprende extraer, por un dispositivo electrónico, una información emocional adicional del operador mediante una interacción del operador con dicho dispositivo electrónico.

14. Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 9-13 que además comprende:

- actualizar dinámicamente la acción correctiva mostrada al operador, en función del estado de funcionamiento actual y la emoción predominante determinados; y
- mostrar una ventana emergente con la acción correctiva que incita al operador a interactuar con la infraestructura.

15. Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 9-14 donde determinar una acción correctiva comprende seleccionar, en una base de datos no relacional (33), una instrucción para el operador, en función de la comparación del estado de funcionamiento de la infraestructura y la emoción predominante con un primer y un segundo umbral respectivamente.

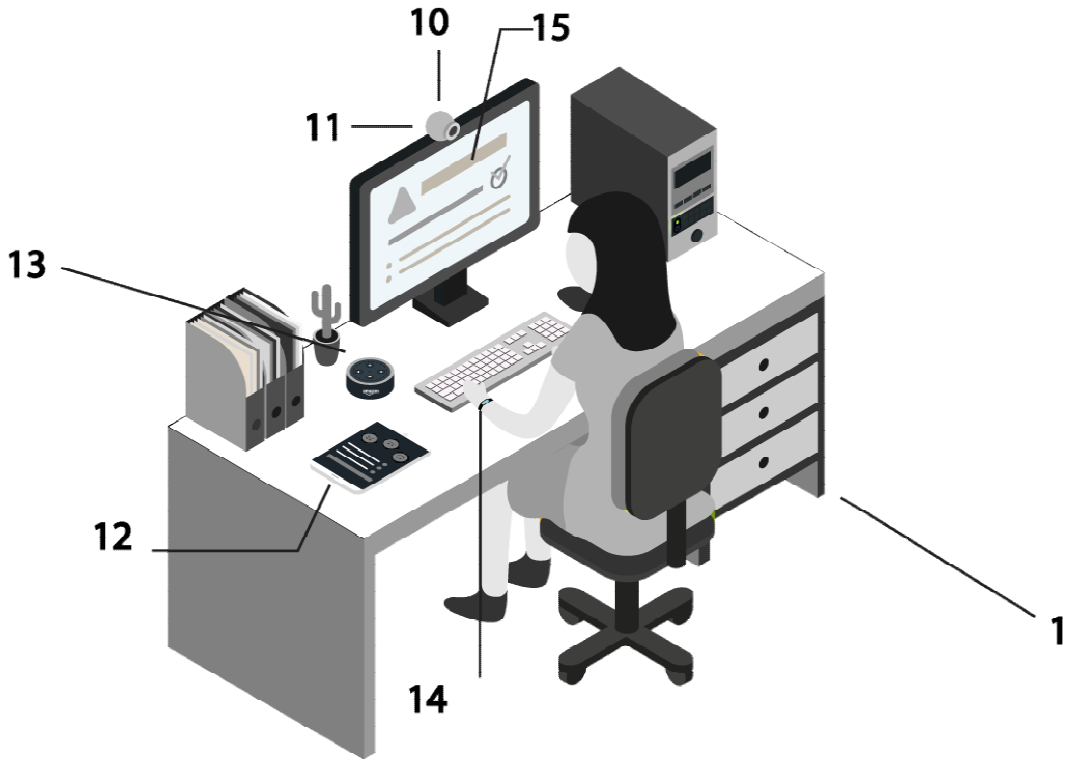
10
15
11
13
12
14
1

FIG. 1

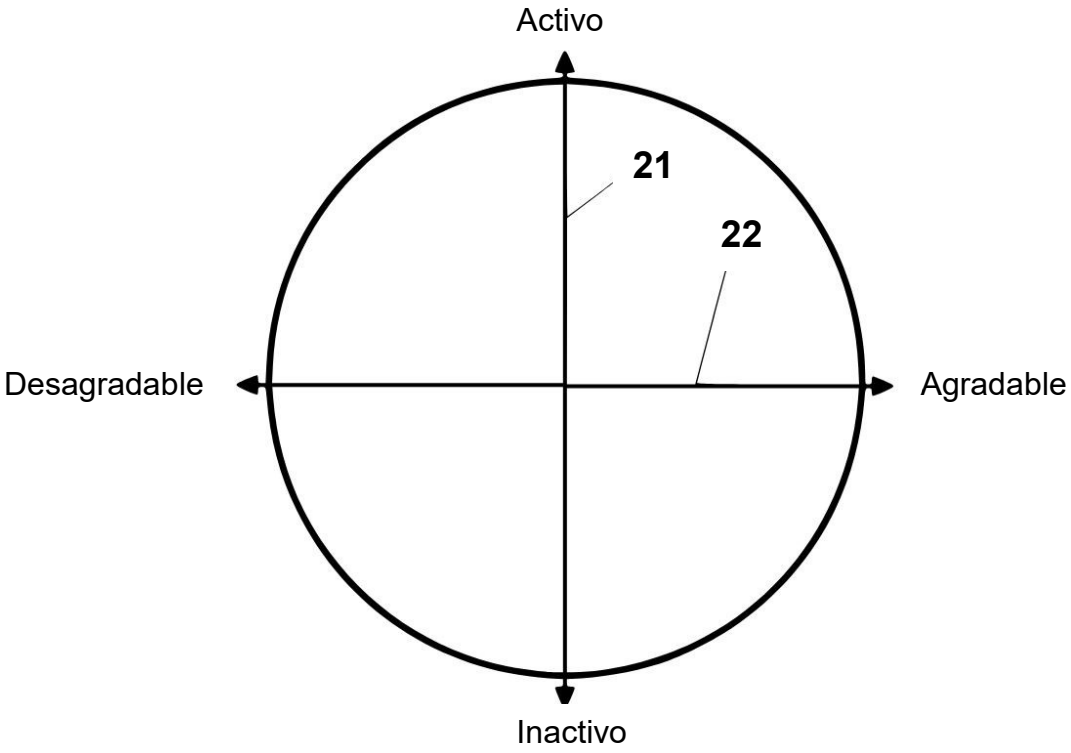
Activo
21
22
Desagradable
Agradable
Inactivo

FIG. 2

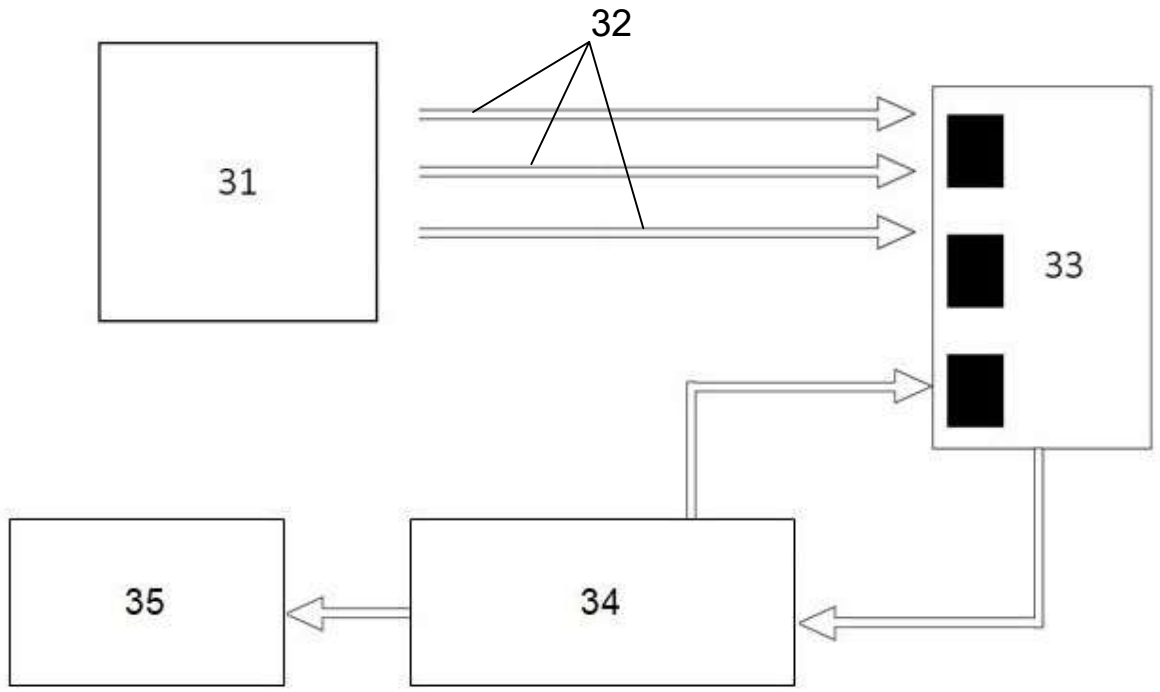

FIG. 3

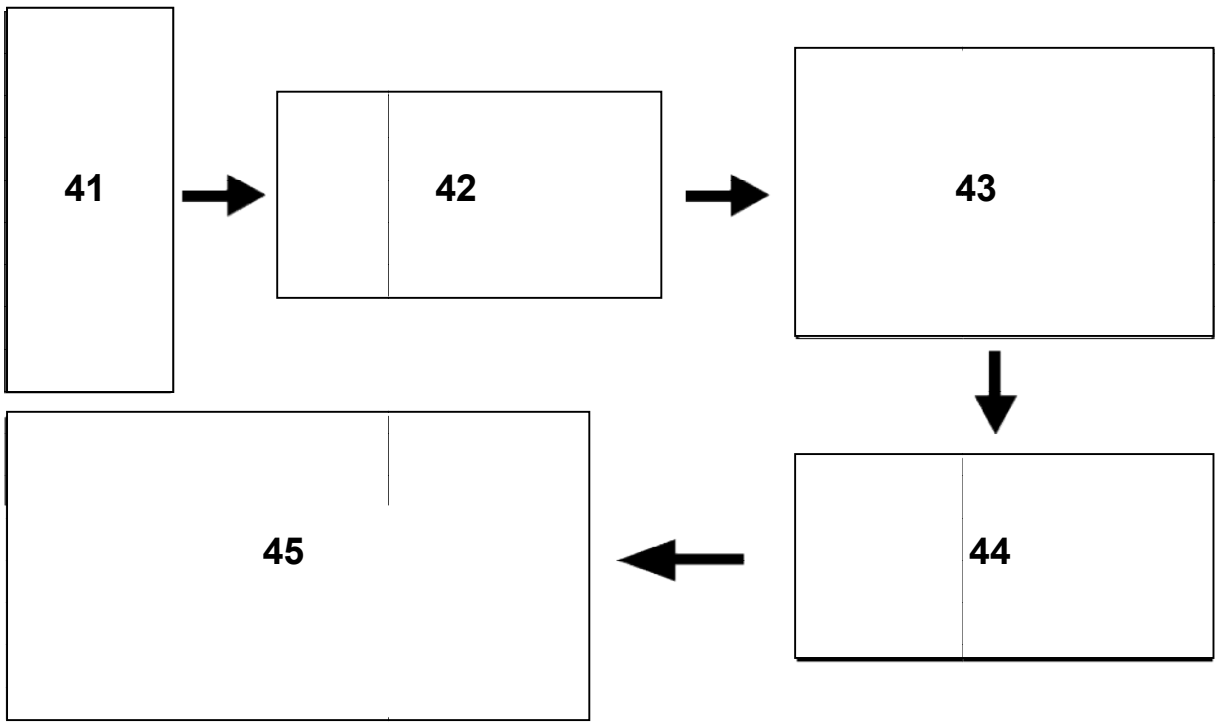

FIG. 4

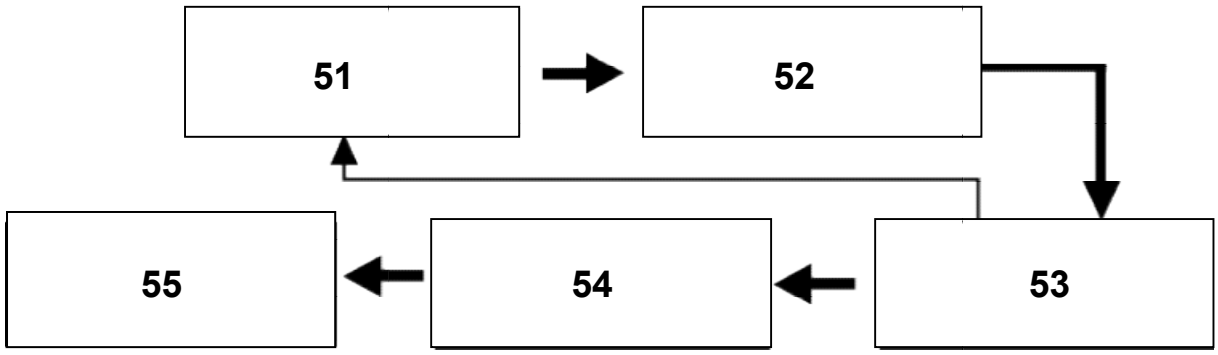

FIG. 5

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201930786

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 09.09.2019

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** ***G06F3/01*** (2006.01)
A61B5/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
Y	CORREDERA A., ROMERO M., MOYA J. Affective computing for Smart operations: a survey and comparative analysis of the available tools, libraries and web services. . International Jounal of Innovative and Applied Research, 2017, Vol. 5, Nº 9, Páginas 12-35, ISSN 2348-0318. Abstract, Introduction, Affective Computing Research Matrix, Application/Usability; páginas 12-14	1-15
Y	EP 2808761 A1 (BOEING CO) 03/12/2014, Párrafos 0025, 0026, 0044, 0076-0097	1-15
A	US 2015193718 A1 (SHABUROV VICTOR et al.) 09/07/2015, Todo el documento	1-15
A	WO 2013006615 A1 (SAUDI ARABIAN OIL CO et al.) 10/01/2013, Todo el documento	1-15
A	MUÑOZ S., ARAQUE O., SÁNCHEZ-RADA J., IGLESIAS C. An Emotion Aware Task Automation Architecture Based on Semantic Technologies for Smart Offices. Sensors, 10/05/2018, <DOI: doi: 10.3390/s18051499>. Todo el documento	1-15
A	SUBHASINI R., NIVEDITHA P. Analyzing and Detecting Employee's Emotion for Amelioration Of Organizations. International Conference on Intelligent Computing, Communication and Convergence 2015, 2015, Nº 48, Páginas 530-536, <DOI: doi: 10.1016/j.procs.2015.04.131>. Todo el documento	1-15
A	EOIN WHELAN, DANIEL MCDUFF, ROB GLEASURE, JAN VOM BROCKE. How Emotion-Sensing Technology Can Reshape the Workplace. MIT Sloan Review, 5/2/2018 [en línea][recuperado el 01/05/2020]. Recuperado de Internet <URL: https://web.archive.org/web/20181003231732/https://sloanreview.mit.edu/article/how-emotion-sensing-technology-can-reshape-the-workplace/>. Todo el documento	1-15

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
11.05.2020	F. Diaz Madrigal	1/2

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

G06F, A61B

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

INVENES, EPODOC, WPI, Internet