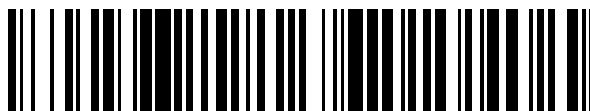


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 759**

51 Int. Cl.:

**G16H 50/70** (2008.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

**A61M 16/00** (2006.01)

**A61B 5/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2017 E 17305908 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2019 EP 3282382**

54 Título: **Sistema de tratamiento de los datos para predecir una crisis de exacerbación de un paciente afectado con una enfermedad respiratoria crónica**

30 Prioridad:

**10.08.2016 FR 1657672**

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

**25.11.2019**

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR  
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES  
GEORGES CLAUDE (100.0%)  
75 Quai d'Orsay  
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**AMADOU-BOUBACAR, HABIBOULAYE y  
TEXEREAU, JOËLLE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 732 759 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

Sistema de tratamiento de los datos para predecir una crisis de exacerbación de un paciente afectado con una enfermedad respiratoria crónica

5 El invento trata de un sistema de tratamiento de los datos que permitan predecir una crisis de exacerbación de un paciente afectado por una enfermedad respiratoria crónica, en particular por una BPCO, de la que el paciente está tratado por oxigenoterapia, en particular en su domicilio, y de alertar a continuación al personal cuidador o análogo de tal manera que se evite o se reduzca la frecuencia de las re-hospitalizaciones del citado paciente, así como de una instalación de seguimiento del paciente que incluya tal sistema de tratamiento de los datos.

10 Las enfermedades respiratorias crónicas están en fuerte progresión en el mundo, en particular la BPCO o Bronco-Neumonía Crónica Obstructiva que afecta a los bronquios de los pacientes, por ejemplo, de los fumadores. La BPCO es una enfermedad crónica cuya evolución progresiva está jalonada de impulsos de agravación de los síntomas recurrentes de la enfermedad, llamados crisis de exacerbación de BPCO o de una manera más sencilla exacerbaciones, especialmente un aumento de las toses y de los ahogos.

15 La repetición de las exacerbaciones agrava el pronóstico de la enfermedad, y por lo tanto, los riesgos vitales del paciente. Debido a esto, en caso de crisis aguda de BPCO o análogo, el paciente es hospitalizado generalmente para ser tratado, especialmente cuidado mediante la administración de oxígeno gaseoso, igualmente llamada oxigenoterapia.

20 Sin embargo, se comprende fácilmente que tal hospitalización engendre un proceso pesado y costoso, e incluso a veces traumático para el paciente que debe pasar varios días en el hospital. A continuación, después de su hospitalización, el paciente vuelve a su domicilio en el que debe generalmente seguir un tratamiento por oxigenoterapia basado en la administración de oxígeno gaseoso, producido típicamente por un concentrador de oxígeno o por cualquier otro sistema de suministro de oxígeno utilizable en el domicilio del paciente.

25 Para evitar o minimizar la frecuencia de las recaídas y, por lo tanto, de la hospitalización de los pacientes, conviene poder detectar lo más pronto posible la supervención de una nueva crisis de BPCO o análoga en los pacientes, es decir, poder predecir las exacerbaciones de BPCO de tal manera que permita hacerse cargo de los pacientes antes de una crisis y evitar su re-hospitalización.

30 Sin embargo, no es nada fácil, especialmente debido a que los pacientes se encuentran en su domicilio y a que se deben poder detectar las crisis de exacerbación de BPCO rápidamente y sobre todo a distancia. Varios documentos se han ocupado ya de este problema y han propuesto soluciones que se han demostrado en la práctica raramente eficaces.

35 De esta manera, el documento Chest; Dec. 2012;142(6):1524-9; Monitoring breathing rate at home allows early identification of COPD exacerbations; A. M. Yañez et al, propone predecir las exacerbaciones de BPCO a partir del análisis de la frecuencia respiratoria del paciente. En efecto, se ha demostrado que la frecuencia respiratoria aumenta en el 70% de los 30 pacientes testados, durante los 5 días precedentes a una exacerbación. Sin embargo, solo la frecuencia respiratoria no es suficiente para hacer fiable la predicción.

40 Por otra parte, WO-A-2015062811 propone efectuar medidas del caudal y de la presión del flujo de gas administrado al paciente para extraer una frecuencia respiratoria que es analizada a continuación. Un algoritmo embarcado en el detector se encarga de detectar las exacerbaciones utilizando el método de Young's C Statistic, A pesar de ello, la frecuencia respiratoria solo no es suficiente para hacer fiable la predicción.

Otros documentos proponen explorar otros parámetros.

De esta manera, US-A-2013/030258 propone un método de detección de la exacerbación de BPCO basado en criterios predefinidos relativos a los cambios de la frecuencia respiratoria y de la frecuencia cardiaca en función de las variaciones de la actividad física del paciente.

45 US-A-2013/0310699 propone un método basado en la recogida de las señales medidas por unos electrodos colocados sobre los músculos torácicos del paciente, los cuales sirven para determinar diferentes parámetros de seguimiento, especialmente los ritmos cardiaco y respiratorio, que permiten detectar los deterioros de la enfermedad.

50 US-A-2014/0221782 propone un método teórico que utiliza el nivel de saturación de oxígeno en la sangre del paciente medido por oximetría. Un algoritmo de predicción efectúa una regresión sobre los datos en una ventana temporal deslizante de 30 días para estimar si el paciente se acerca a una exacerbación.

US-A-2014/0206949 describe un sistema que utiliza uno o varios dispositivos, especialmente un espirómetro, un oxímetro pulsado, un termómetro y un detector de peróxido, que ponen en marcha un método de predicción que se basa en una red bayesiana para proporcionar una probabilidad de exacerbación. El paciente debe efectuar él mismo las medidas.

US-A-2011/0184250 propone realizar en primer lugar, unas medidas de las condiciones ambientales en el entorno del paciente, especialmente la calidad del aire, el nivel de alérgenos, la temperatura y las condiciones atmosféricas. Un algoritmo predice la probabilidad de una exacerbación de BPCO en función de la actividad alcanzada por el paciente en las condiciones ambientales locales, y alerta al paciente de los riesgos antes del periodo concernido.

5 Se conocen, por otra parte, los siguientes documentos:

-Mas S. Mohktar et al: Predicting the risk of exarcebation in patients with chronic obstructive pulmonary disease using home telehealth measurement data; Artificial Intelligence in medicine. Vol.63, N° 1, 01 Janvier 2015, p. 51-59; que trata de un método de predicción de las exacerbaciones de BPCO utilizable en pacientes tratados a domicilio, y

10 - US-A-2008/275349 propone un aparato que incluye un detector configurado para detectar un parámetro fisiológico de una persona, así como los movimientos de su cuerpo. Estos parámetros son tratados y se desencadena una alarma en caso de un deterioro en las condiciones de seguimiento (monitorización).

15 Por otra parte, se conoce FR-A-3021872 que nos muestra un procedimiento y un dispositivo de detección del agravamiento del estado cardio-respiratorio de un paciente, a partir de tres parámetros que son forzosamente detectados siempre, a saber, la frecuencia respiratoria, el porcentaje de ciclos desencadenados por el paciente y la duración de la utilización del aparato determinados durante tres ventanas de observación. A continuación, se detectan unas variaciones significativas de estos parámetros durante al menos 2 días sobre un periodo de 3 días o más. Si se detecta una variación significativa, se desencadena una alarma.

20 Sin embargo, estas diferentes soluciones no son totalmente satisfactorias puesto que no permiten, tampoco, predecir de una manera fiable y eficaz, las exacerbaciones de BPCO o análogas en los pacientes que siguen un tratamiento de oxigenoterapia, en particular en los pacientes tratados en su domicilio.

25 Algunas de estas soluciones no permiten seguir al paciente a distancia y/o necesitan que el paciente realice él mismo algunas medidas. Esto no es práctico y engendra riesgos de error en la medida. Otras no son concluyentes cuando las pones en marcha puesto que se constata en la práctica que muchas exacerbaciones no son detectadas por estos métodos. Otras incluso son muy teóricas y difícilmente aplicables en el domicilio de un paciente pues son demasiado pesadas y/o no adaptadas a un paciente activo, es decir, que se mueve.

30 En vista de ello, el problema que se plantea es el de poder detectar lo más pronto posible, es decir, predecir, un deterioro del estado de salud de uno o de varios pacientes afectados por una enfermedad respiratoria, en particular una BPCO, pacientes que son tratados con oxigenoterapia en su domicilio, y como respuesta a esta detección, alertar a los profesionales de la salud o análogos para que puedan tomar medidas de tratamiento eficaces, lo más pronto posible, de tal manera que se evite o se reduzca la frecuencia de las re-hospitalizaciones de estos pacientes debido a las exacerbaciones repetidas de la BPCO o análoga.

La solución del invento es entonces un sistema de tratamiento de los datos que permita predecir una crisis de exacerbación de un paciente afectado por una enfermedad respiratoria crónica, en particular una BPCO, y tratado con oxigenoterapia, que incluya al menos un procesador configurado para:

35 a) determinar unas variaciones de presión (DP) del flujo del gas durante un periodo de tiempo dado (dt) a partir de unas medidas de la presión (P) de un flujo del gas de la oxigenoterapia administrado a un paciente durante el periodo de tiempo dado (dt),

40 b) determinar una duración de la respiración (Dresp) del paciente, con  $D_{resp} < dt$ , durante un periodo de tiempo dado dt, a partir de las variaciones de presión (DP) durante el periodo de tiempo dado (dt), estando definida la duración de la respiración (Dresp) como la duración, durante el periodo de tiempo dt considerado, durante el cual el paciente ha inhalado el gas, y deducir de las medidas de la presión (P) al menos un valor de la frecuencia respiratoria (Val\_FR) durante el periodo de tiempo dado dt y repetir varias veces esta determinación del valor de la frecuencia respiratoria durante la duración de la respiración (Dresp) de tal manera que se obtengan varios valores de la frecuencia respiratoria (Val\_FR) sucesivos medidos durante la duración de la respiración (Dresp),

45 c) calcular al menos un valor medio de la frecuencia respiratoria (FR\_medio) durante la duración de la respiración (Dresp), a partir de varios valores de las frecuencias respiratorias (Val\_FR) sucesivas medidas durante la duración de la respiración (Dresp),

d) calcular al menos un valor medio de la duración de la respiración (Vmedio\_Dresp) a partir de varias duraciones de la respiración (Dresp) sucesivas durante un periodo de respiración largo dL,

50 e) determinar, a partir de varios valores medios de la frecuencia respiratoria (FR\_medio) obtenidos durante el periodo largo (dL), un valor medio (Vmedio\_FR) de la frecuencia respiratoria,

f) repetir todas o parte de las operaciones practicadas en a) a e) para obtener varios valores medios de la duración de la respiración (Vmedio\_Dresp) y varios valores medios (Vmedio\_FR) de la frecuencia respiratoria, en un periodo de tiempo de varios días,

g) calcular a partir de los valores medios de la duración de la respiración ( $V_{medio\_Dresp}$ ) y de los valores medios ( $V_{medios\_FR}$ ) de la frecuencia respiratoria obtenidos durante varios días, varias variables estadísticas ( $v_1, v_2, \dots, v_m$ ) correspondientes al menos a los valores:

-de un coeficiente lineal y de la suma de los valores medios de la duración de la respiración ( $V_{medio\_Dresp}$ ), y

- 5 - de un coeficiente lineal, del valor medio, de la varianza y de la auto-correlación estimadas a partir de los valores medios ( $V_{medio\_FR}$ ) de la frecuencia respiratoria,

h) seleccionar en el seno de al menos una base de datos, varias variables representativas del perfil sociodemográfico del paciente memorizadas en el seno de la citada al menos una base de datos,

i) comparar en cada fecha  $t$  predefinida (por ejemplo, todas las 24h), un vector multidimensional.

- 10 representando  $X_t$ , al menos las variables estadísticas ( $v_1, v_2, \dots, v_m$ ) procedentes de los datos respiratorios y las variables ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) representativas del perfil sociodemográfico del paciente, en uno o en varios modelos matemáticos predefinidos y memorizados, siendo estimados el o los citados modelos matemáticos a partir de los datos correspondientes a los estados de salud normales y a los estados de pre-exacerbación, y

- 15 j) deducir de la comparación con el o los citados modelos matemáticos, el estado de salud del paciente considerado de tal manera que se prediga una exacerbación.

Las frecuencias respiratorias (FR) y la duración de la respiración (Dresp) son parámetros extremadamente importantes en el marco del presente invento. En efecto, son los parámetros que permiten definir el vector multidimensional, en particular, tridimensional. De hecho, la duración de la respiración (Dresp) (es decir, el tiempo durante el cual el paciente ha utilizado su máscara, por ejemplo, para respirar el oxígeno), igualmente llamado duración del tratamiento, es particularmente importante en la predicción de las exacerbaciones pues, en los días que preceden a una exacerbación, se asiste a un aumento de la utilización de la fuente de oxígeno que alimenta al paciente, y, por lo tanto, a un aumento de la duración de la respiración (Dresp). En efecto, el paciente comienza a sentir los efectos de una insuflación de oxígeno y va, en consecuencia, a aumentar la duración de la respiración (Dresp). Esto está especialmente ilustrado en la figura 2b.

25 Sin embargo, esto no había sido puesto en evidencia nunca en el estado de la técnica. Detectar las exacerbaciones repetidas de la BPCO o análoga, utilizando en particular la duración de la respiración (Dresp), constituye, por lo tanto, un avance notable puesto que permite alertar lo más pronto posible al profesional de la salud o análogo para que puedan tomar las medidas de tratamiento eficaces y rápidas para evitar o reducir la frecuencia de re-hospitalización del paciente considerado.

30 Según el caso, el sistema de tratamiento de los datos del invento puede incluir una o varias de las siguientes características técnicas:

-el citado al menos un procesador está configurado para crear al menos un vector multidimensional  $X_t$  a partir de las variables estadísticas ( $v_1, v_2, \dots, v_m$ ) procedentes de los datos respiratorios  $V_{medio\_Dresp}$  y  $V_{medio\_FR}$ , y de las variables ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) representativas del perfil sociodemográfico del paciente. Este vector multidimensional  $X_t$  constituye, es decir, proporciona una representación dinámica del estado de salud del paciente para cada duración larga  $dL$ .

40 - el citado al menos un procesador está configurado (b) para determinar varios valores de la frecuencia respiratoria ( $Val\_FR$ ) en unos intervalos de tiempo ( $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ ) sucesivos durante la duración de la respiración (Dresp) de tal manera que se obtengan varios valores consecutivos de las frecuencias respiratorias ( $Val\_FR$ ) sucesivas medidas durante la duración de la respiración (Dresp).

- los intervalos de tiempo ( $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ ) tienen unas duraciones entre 30 segundos y varios minutos, por ejemplo, unos intervalos de 30 segundos a 10 minutos, típicamente de 1 a 5 minutos.

45 - la duración de la respiración (Dresp) corresponde a la duración, durante el periodo de tiempo  $dt$  considerado, durante la cual el paciente ha inhalado el gas. La duración de la respiración (Dresp) está formada, por lo tanto, por una sucesión de intervalos de tiempo durante los cuales el paciente ha respirado el gas. Varias frecuencias respiratorias FR pueden ser medidas, por lo tanto, durante estos intervalos de tiempo, y, por lo tanto, durante la duración total Dresp, de tal manera que se determinen varios valores de la frecuencia respiratoria ( $Val\_FR$ ), dado que la frecuencia respiratoria FR no es constante durante la duración de la respiración (Dresp).

50 - la parte A) b) es perfectamente clara pues define una duración "larga"  $dL$  durante la cual se determina una duración más corta Dresp llamada "duración de la respiración". Por ejemplo, si la duración es igual a 1 hora, entonces la duración Dresp puede ser de 50 minutos solamente. En efecto, durante un tratamiento con oxigenoterapia, el aparato puede suministrar oxígeno (durante un periodo de tiempo  $dt$ ) pero el paciente no puede respirar este oxígeno pues se ha quitado su máscara respiratoria, por ejemplo.

- el citado al menos un procesador está configurado para emitir una alerta cuando, para un paciente dado, se detecta una exacerbación, y preferentemente para anunciar una información del estado de salud del paciente.
- incluye unos medios de memorización concebidos para memorizar:
  - las variables estadísticas ( $V_1, V_2 \dots V_m$ ) obtenidas a partir de los valores medios de la duración de la respiración ( $V_{medio\_Dresp}$ ) y de los valores medios ( $V_{medio\_FR}$ ) de la frecuencia respiratoria.
  - las variables ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) representativas del perfil sociodemográfico del paciente y
  - el o los citados modelos matemáticos.
- los medios de memorización están concebidos para memorizar, además:
  - los valores de media de la frecuencia respiratoria ( $FR_{medio}$ ) y las duraciones de la respiración ( $D_{resp}$ ) y/o
  - las medias de la duración de la respiración ( $V_{medio\_Dresp}$ ) y los valores medios ( $V_{medio\_FR}$ ) de la frecuencia respiratoria.
- incluye unos medios de suministro de la energía eléctrica que alimenta a los medios de memorización y el citado al menos un procesador, preferentemente los medios de suministro de la energía eléctrica que incluyen una o varias baterías.
- las variables ( $x_1, x_2 \dots x_n$ ) representativas del perfil sociodemográfico del paciente están elegidas entre:
  - i) la edad, el peso, la altura, el índice de masa corporal (IMC) y el sexo del paciente,
  - ii) el estado de tabaquismo del paciente, es decir, si es fumador o no.
  - iii) el tipo de dispositivo de asistencia respiratoria utilizado por el paciente, es decir, CPAP. LOX...
  - iv) el lugar de residencia del paciente (es decir, aglomeraciones, zona rural...)
  - v) estatus marital, es decir, en pareja o una persona que vive sola).
  - vi) caudal de oxígeno prescrito por el médico del paciente.
- la duración dada  $dt$  está comprendida entre 15 minutos y 120 minutos, preferentemente entre 30 minutos y 90 minutos, típicamente del orden de 60 minutos.
- la duración larga  $dL$  es de al menos 6 horas, preferentemente de al menos 12 horas y como mucho de 48 horas, preferentemente incluso de al menos 18 horas y como mucho de 36 horas, típicamente del orden de 24 horas.
- la duración larga  $dL$  es superior a la duración dada  $dt$  ( $dL > dt$ ).
- el procesador está configurado para repetir todas o parte de las operaciones a) a e) para obtener varios valores medios de la duración de la respiración ( $V_{medio\_Dresp}$ ) y varios valores medios ( $V_{medio\_FR}$ ) de la frecuencia respiratoria, en una duración de 3 a 20 días, preferentemente entre 5 y 12 días, preferentemente incluso entre 6 y 10 días, típicamente del orden de 7 días.
- incluye un dispositivo de anuncio de los datos configurado para anunciar al menos una alerta emitida por el citado al menos un procesador en el caso de la detección por el citado al menos un procesador, de un estado de salud del paciente correspondiente a una predicción de una exacerbación.
- el dispositivo de anuncio de los datos incluye una pantalla, tal como una pantalla de ordenador, de una tableta o de un teléfono.
- incluye un primer procesador, un segundo procesador y un tercer procesador.
- al menos dos procesadores están situados en el seno de una misma cajera, y al menos un bus de comunicación está situado entre los citados procesadores.
- incluye una cajera que incluye a su vez al o a los citado (s) microprocesador (es) y un paso de gas y un detector de presión situado sobre el citado paso de gas de tal manera que opere las medidas de presión del gas en el seno del citado paso de gas.
- el modelo matemático de referencia memorizado por los medios de memorización incluye uno o varios árboles de decisión DT cuyas contribuciones son sumadas para obtener una decisión más robusta con el fin de distinguir los dos estados del paciente, a saber, un estado de salud normal o estado "Y1", y un estado de deterioro que caracteriza a una exacerbación, por ejemplo, de BPCO, o estado "Y2". Los parámetros de este modelo son unos

- 5 umbrales  $S = \{s_1, s_2, \dots\}$  estimados sobre cada componente del vector multidimensional para construir el (o los) árbol (es) de decisión DT, nudo por nudo. El (o los) procesador (es) está configurado (s) con una fase de aprendizaje que permite calcular los umbrales óptimos para cada variable a partir de una muestra de  $n$  vectores  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ . Cada vector  $X_t$  está asociado a uno de los dos estados  $Y_1$  o  $Y_2$  conocido a priori. La muestra de los datos es recogida a partir de un histórico de uno o varios meses de seguimiento del paciente, típicamente 12 meses.
- el modelo matemático de referencia determinado en el seno del servidor distante incluye el tercer procesador P3.
  - el procesador está configurado para emitir una alerta cuando se predice, es decir, detecta más pronto, un riesgo de exacerbación por comparación del vector  $X_t$ , adquirido en la fecha  $t$  (por ejemplo, cada 24 horas), en el modelo matemático, es decir, cuando todas las componentes/variables de  $X_t$  comparadas con sus respectivos umbrales memorizados conducen al estado  $Y_2$  que caracteriza el deterioro del estado del paciente hacia una exacerbación de BPCO.
  - la alerta se da a partir de una combinación de las decisiones obtenidas a partir de la suma de varios árboles DT, entre 10 y 100, típicamente 50. Esta combinación es una media simple o ponderada con unos coeficientes sobre los árboles de decisión DT. Los coeficientes óptimos son calculados con la ayuda de técnicas del tipo Gradient Boosting, como lo describe Friedman, J. H. "Stochastic Gradient Boosting", 1999, ponderando la contribución de cada predictor de tal manera que se obtenga la mejor característica.
  - la cajera incluye un dispositivo luminoso, preferentemente al menos una lámpara del tipo LED, que permite emitir una señal luminosa in situ, es decir, localmente.
  - incluye unos medios de emisión de los datos que permiten transmitir a distancia una alerta, por ejemplo, destinada a un profesional de la salud. Por ejemplo, los medios de emisión de los datos por radiofrecuencia.
  - el citado al menos un procesador (P1, P2) está configurado para crear el citado al menos un vector multidimensional ( $X_t$ ) con las variables ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) representativas del perfil sociodemográfico del paciente, las variables estadísticas ( $v_1, v_2, \dots, v_m$ ) procedentes de las medias de las duraciones de la respiración ( $V_{medio\_Dresp}$ ) y de las frecuencias respiratorias ( $V_{medio\_FR}$ ), y de las informaciones ( $z_1, z_2, \dots, z_p$ ) del histórico médico, tal como la duración desde la última exacerbación y el número de exacerbaciones pasadas, así como las señales vitales ( $w_1, w_2, \dots, w_q$ ) del paciente que pueden ser medidas por los dispositivos médicos adecuados, tales como la temperatura corporal, la presión arterial, la evolución del peso, la saturación de oxígeno ( $SpO_2$ ), el volumen expiratorio máximo FEV1...
  - opcionalmente, incluye también un acelerómetro que permite determinar la actividad física del paciente (reposo, deambulación, etc.), la cual se toma en cuenta entonces para definir el vector multidimensional  $X_t$ .
- El invento se refiere también a una instalación de seguimiento del paciente que permite predecir una exacerbación de un paciente afectado por una enfermedad respiratoria crónica, en particular de una BPCO, cuyo paciente está tratado con oxigenoterapia, en particular en su domicilio, caracterizada por que incluye una fuente de gas conectada de una manera fluida a un interfaz respiratorio de distribución del gas al paciente de tal manera que alimente al citado interfaz respiratorio de distribución del gas con un gas suministrado por la fuente de gas, y un sistema de tratamiento de los datos según el invento.
- Según el caso, la instalación de seguimiento del paciente del invento puede incluir una o varias de las siguientes características técnicas:
- la cajera incluye unos medios de emisión de los datos concebidos para transmitir los datos a través de un dispositivo de transmisión intermedio configurado para reenviar los datos hacia un servidor distante, preferentemente el dispositivo de transmisión intermedio incluye un ordenador o un modem, en particular un modem GSM.
  - la cajera incluye unos medios de emisión concebidos para transmitir los datos por radiofrecuencia o por Bluetooth™
- El invento va a ser mejor comprendido ahora gracias a la siguiente descripción detallada, hecha a título ilustrativo, pero no limitativo, haciendo referencia a las figuras anexas en las que:
- la Figura 1 esquematiza un modo de realización del principio de funcionamiento general de una instalación médica que permite seguir a distancia a un paciente tratado con oxigenoterapia en su domicilio;
  - las Figuras 2a y 2b ilustran el aumento de la frecuencia respiratoria y la duración de la respiración en los días precedentes a una crisis de exacerbación de BPCO,
  - la Figura 3 esquematiza una instalación de seguimiento de un paciente según el invento, la cual integra a la cajera de la Figura 4,
  - la Figura 4 representa un modo de realización esquemática de un sistema según el invento, y

- la Figura 5 ilustra el tratamiento de los datos respiratorios para extraer las variables representativas del estado del paciente a partir de las frecuencias respiratorias y de las duraciones del tratamiento adquiridas en varios días.

La Figura 1 esquematiza un modo de realización del principio de funcionamiento general de una instalación médica que permite seguir a distancia, y desde el mismo momento de predecir o detectar lo más pronto posible, una crisis de exacerbación de un paciente P afectado con una enfermedad respiratoria crónica, en particular con una BPCO, el cual paciente P está tratado con oxigenoterapia en su domicilio, de tal manera que se evite o se reduzca la frecuencia de re-hospitalización de este paciente.

La instalación de seguimiento incluye un dispositivo de adquisición y de transmisión de los datos que se presenta bajo la forma de una cajera B que incluye todo o parte de un sistema de tratamiento de los datos según el presente invento.

La cajera B está intercalada, tal como está esquematizado en la Figura 3, en el trayecto del gas que sirve como tratamiento de oxigenoterapia del paciente P, es decir, típicamente entre una fuente del gas de la oxigenoterapia SG que suministra típicamente el oxígeno o un gas rico en oxígeno, es decir, > 80% en volumen de O<sub>2</sub>, tal como un concentrador de oxígeno, y un interfaz respiratorio IR que suministra el gas al paciente 30, como unas cánulas nasales o una máscara respiratoria.

De esta manera, la cajera B está conectada preferentemente y de manera fluida a los conductos de gas C, preferentemente unos tubos flexibles o análogos, que sirven para vehicular el gas desde la fuente de gas SG hasta el interfaz respiratorio IR.

La cajera B forma una carcasa externa en el seno de la cual están situados uno o varios detectores de la presión del gas situado (s) de tal manera que operan las medidas de presión en el seno de un conducto de gas que atraviesa la cajera B y alimentado por la fuente de gas SG, uno o varios microprocesadores P1, P2, que ponen en marcha un (o varios) método (s) de cálculo (o algoritmos) que recibe las señales de la medida de la presión que procede del o de los detectores de presión y que los trata para deducir los datos respiratorios (frecuencias, duración de la respiración,...), unos medios de memorización M12, tal como una memoria, eventualmente, unos medios de emisión a distancia de los datos procedentes del microprocesador, y una fuente de energía E eléctrica, tal como una batería recargable o no.

La (o las) fuente de energía E eléctrica alimenta de corriente eléctrica a los diferentes componentes que necesitan la energía eléctrica para funcionar, especialmente el (los) detector (s), el (los) microprocesador (es) P1, P2, los medios de memorización M12 y eventualmente, los medios de emisión de los datos, por ejemplo, una antena de radiofrecuencia RF, de tal manera que permita al conjunto funcionar con autonomía.

El papel de los microprocesadores P1, P2, P3... será explicado posteriormente.

La arquitectura interna de la cajera B varía según el modo de realización considerado.

De esta manera, la Figura 4 representa un modo de realización, en el cual la cajera B incluye un primer procesador P1 y un segundo microprocesador P2 situados en el seno de la citada cajera B, estando conectados por un bus de comunicación (no mostrado).

El segundo procesador P2 está conectado a los medios de memorización M12, tal como un (chip) de memoria o análogo. Preferentemente, el primer procesador P1 puede estar conectado también a los medios de memorización M12. El primer procesador P1, el segundo procesador P2 y los medios de memorización M12 son alimentados de energía por la fuente de energía E eléctrica.

La cajera B puede incluir también un dispositivo luminoso L, preferentemente al menos una lámpara del tipo LED, que permite alertar al usuario, como se explica a continuación. Por otra parte, la cajera B puede incluir también un anunciador A de los datos, tal como una pantalla digital. El dispositivo luminoso L y/o el anunciador A son alimentados también de electricidad por la fuente de energía E eléctrica.

Por otra parte, el tercer procesador P3 se encuentra en el seno de un servidor S distante que se comunica a distancia con la cajera B gracias a unos medios de emisión de los datos. El servidor S puede estar conectado a un anunciador de datos, tal como una pantalla de ordenador u otro que permita a una persona tener conocimiento de las informaciones transmitidas al servidor S por la cajera B y/o de los datos tratados en el seno del servidor S, comprendidas las alarmas.

En el seno del servidor S, el histórico de los datos recogidos por la cajera B se transmite y se memoriza en los medios de memorización M3 para constituir y/o enriquecer una base de aprendizaje, es decir, una muestra de datos que sirva para calcular el modelo matemático por parte del procesador P3.

El tercer procesador P3 es alimentado de corriente eléctrica por una fuente de corriente E, como una batería, el sector eléctrico u otro, y está conectado, por otra parte, con una memoria de almacenamiento M3 de los datos.

El presente invento permite una vigilancia a distancia de uno o varios pacientes cuidados en su domicilio, gracias a la transmisión en tiempo real de los datos respiratorios por parte de la cajera B, al servidor S distante, tal como un servidor ASIP (recopilador agregado al campo de la Salud), como está ilustrado en la Figura 1. La transmisión de los datos hacia el servidor distante 1 puede ser operado a través de un ordenador PC o un modem Mo, por ejemplo, del tipo GSM.

En otras palabras, la cajera B independiente opera en primer lugar con las medidas de la presión P del flujo del gas de la oxigenoterapia circulante, durante un periodo de tiempo dado dt, en el paso o conducto que atraviesa a la cajera B de tal manera que se pueda deducir, es decir, determinar, con la ayuda del microprocesador P1, las variaciones de la presión DP del flujo del gas durante el periodo de tiempo dado dt, a partir de estas medidas de la presión P. El periodo de tiempo dado dt puede ser típicamente del orden de 1 hora.

Las medidas de la presión son operadas por uno (o varios) detectores de presión que transmiten las señales de las medidas al microprocesador P1 en donde son tratadas.

Estas variaciones de la presión DP durante el citado periodo de tiempo dado dt permiten al microprocesador P1 determinar a continuación una duración de la respiración Dresp del paciente, durante el periodo de tiempo dado dt, y deducir al menos un valor de la frecuencia respiratoria Val\_FR durante el periodo de tiempo dado dt.

Esta operación se repite varias veces durante la duración de la respiración Dresp de tal manera que se obtengan varios valores de las frecuencias respiratorias Val\_FR, sucesivas.

De hecho, la duración de la respiración Dresp corresponde a la duración, por ejemplo, 50 minutos, durante el periodo de tiempo considerado dt, por ejemplo, un periodo de tiempo dt de 1 hora, durante el cual el paciente ha inhalado el gas. La duración de la respiración Dresp está formada, de hecho, por una sucesión de intervalos  $I_1, I_2, I_3 \dots I_n$  de tiempo, por ejemplo, unos intervalos de 1 a 5 minutos, que pueden estar predefinidos o preconfigurados, especialmente en el microprocesador, durante los cuales el paciente ha respirado el gas, por ejemplo, el oxígeno. Pueden ser medidas, por lo tanto, varias frecuencias respiratorias FR durante estos intervalos de tiempo, y, por lo tanto, durante la duración total Dresp, de tal manera que se determinen varios valores de las frecuencias respiratorias Val\_FR sucesivas correspondientes a los citados intervalos  $I_1, I_2, I_3 \dots I_n$ . En efecto, la frecuencia respiratoria FR no es constante durante toda la duración de la respiración Dresp. Estos valores de la frecuencia respiratoria Val\_FR sucesivos van a ser utilizados a continuación por el microprocesador P1 como se explica a continuación.

El microprocesador P1 calcula entonces al menos un valor medio de la frecuencia respiratoria FR\_medio en la duración de la respiración Dresp, a partir de los citados varios valores de las frecuencias respiratorias Val\_FR sucesivas medidas durante la duración de la respiración Dresp. A continuación, el primer procesador P1 calcula al menos un valor medio de la duración de la respiración Vmedio\_Dresp a partir de varias duraciones de la respiración Dresp sucesivas, durante una duración larga dL de máximo 24 horas. Esto está esquematizado en la Figura 5 que ilustra el tratamiento de los datos respiratorios por parte del procesador P1 (es decir, a) a g), anteriores).

El primer procesador P1 determina, además, a partir de varios valores medios de los datos respiratorios obtenidos durante la duración larga dL, preferentemente de varios días, unas variables del coeficiente línea y de la suma a partir de los valores medios de las duraciones de la respiración (Vmedio\_Dresp) y de las variables correspondientes al coeficiente lineal, la mediana, la varianza y la auto-correlación de los valores medios (Vmedio\_FR) de la frecuencia respiratoria. Éstas representan las variables estadísticas  $(v_1, v_2 \dots v_m)$  que caracterizan a la dinámica de la evolución del estado de salud del paciente.

Los medios de memorización M12 están concebidos, de hecho, para memorizar los valores de la media de la frecuencia respiratoria FR\_medio, las duraciones de la respiración Dresp sucesivas proporcionadas por el procesador P1, pero también otros datos como los valores medios de la duración de la respiración Vmedio\_Dresp y Vmedio\_FR, las variables estadísticas  $(v_1, v_2 \dots v_m)$  estimadas durante varios días y también uno o varios modelos matemáticos predefinidos representativos del estado de salud.

A continuación, el sistema seleccionado, a través del procesador P2 en el seno de al menos una base de datos, varias variables  $(x_1, x_2 \dots x_n)$  representativas del perfil sociodemográfico del paciente memorizadas en el seno de la citada al menos una base de datos y las alinea con las variables estadísticas  $(v_1, v_2 \dots v_m)$  que caracterizan la dinámica de la evolución del estado de salud del paciente para constituir un vector multidimensional  $X_t$  en cada fecha t.

De esta manera, el procesador P2 compara en cada fecha el vector multidimensional  $X_t$  con uno o varios modelos matemáticos predefinidos y memorizados de tal manera que se detecte una degradación del estado de salud del paciente P y prediga una crisis inminente de exacerbación de BPCO.

En particular, las variables  $(x_1, x_2 \dots x_m)$  representativas del perfil sociodemográfico del paciente son elegidas especialmente entre:

-la edad, la talla, el índice de masa corporal y el sexo del paciente,



- el estado de tabaquismo del paciente,
  - el tipo de dispositivo de asistencia respiratoria utilizado por el paciente,
  - el lugar de residencia del paciente,
  - el estatus marital,
- 5 - el caudal de oxígeno prescrito por el médico del paciente.

Sin embargo, el sistema permite también utilizar datos suplementarios especialmente el histórico médico de un paciente que puede estar disponible en una base de datos y que incluye unos datos del paciente del tipo tiempo transcurrido desde la última exacerbación y número de exacerbaciones pasadas, así como señales vitales del paciente que pueden ser medidas por unos dispositivos médicos adecuados, tales como la temperatura corporal, la presión arterial, la evolución del peso, la saturación en oxígeno (SpO<sub>2</sub>), el volumen expiatorio máximo (FEV<sub>1</sub>)...

De esta manera, uno (o los ) procesadores P1, P2 puede (n) estar configurado (s) para crear el vector multidimensional (Xt) a partir y con las variables (x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>...x<sub>n</sub>) representativas del perfil sociodemográfico del paciente, las variables estadísticas (v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub>...v<sub>m</sub>) procedentes de las medias de las duraciones de la respiración (Vmedio\_Dresp) y la frecuencia respiratoria (Vmedio\_FR), y las informaciones (z<sub>1</sub>, z<sub>2</sub>...z<sub>p</sub>) del histórico médico tal como el tiempo transcurrido desde la última exacerbación y el número de exacerbaciones pasadas, así como las señales vitales (w<sub>1</sub>, w<sub>2</sub>...w<sub>q</sub>) del paciente que pueden ser medidas por los dispositivos médicos adecuados, tales como la temperatura corporal, la presión arterial, la evolución del peso, la saturación en oxígeno, (SpO<sub>2</sub>), el volumen expiatorio máximo FEV<sub>1</sub>...

El o los citados modelos matemáticos son estimados a partir de los datos correspondientes a los estados de salud normales y a los estados de pre-exacerbación. A continuación, se saca la conclusión de que el sistema deduce entonces por comparación con el o los citados modelos matemáticos, el estado de salud del paciente considerado de tal manera que se predice una exacerbación inminente.

Cuando, para un paciente dado, el sistema detecta una degradación del estado de salud del paciente P susceptible de conducir a una crisis inminente de exacerbación de BPCO, el procesador P2 está configurado para emitir una alerta, tal como una alarma visual o sonora, por ejemplo, la activación de un dispositivo luminoso L, de tal manera que se advierte de la detección de tal degradación del estado de salud del paciente P, y, por lo tanto, de una crisis inminente posible de exacerbación de BPCO.

Unos medios de suministro de energía eléctrica E tal como una o unas baterías o algo análogo, alimentan a los diferentes componentes del sistema, en particular a los medios de memorización M3, M12 y a los procesadores P1, P2, P3.

El modo de funcionamiento del sistema según el presente invento es particularmente eficaz para detectar la inminencia de una exacerbación de BPCO, es decir, una crisis de BPCO.

En efecto, pruebas ya realizadas, en el marco del presente invento, en pacientes que sufren de BPCO y que están tratados con oxigenoterapia, han demostrado que un aumento en la utilización de equipos de tratamiento de oxigenoterapia por parte de los pacientes bajo oxigenoterapia, y, por lo tanto, de la duración de la respiración Dresp del paciente, es, en una gran mayoría de los casos, un signo precursor del advenimiento de una exacerbación, como está ilustrado en las figuras 2a y 2b.

De esta manera, las Figuras 2a y 2b muestran claramente que la frecuencia respiratoria FR y la duración de la respiración Dresp, aumentan en los días precedentes a una crisis de exacerbación de BPCO (a la derecha de la Figura 2a) con respecto a una situación normal (a la izquierda de la Figura 2a) pues el paciente trata de compensar una capacidad respiratoria insuficiente utilizando más frecuentemente su dispositivo de tratamiento de oxigenoterapia. En otras palabras, existe una conexión entre el uso creciente de un equipo de tratamiento de oxigenoterapia y una crisis de exacerbación de BPCO.

Las Figuras 2b nos conducen a las mismas constataciones ilustradas por las curvas de tendencia que reflejan la evolución de la frecuencia respiratoria FR y de la duración de la respiración del paciente Dresp con una duración del tiempo de observación de 20 días. Se constata, también, que la frecuencia respiratoria FR aumenta sensiblemente y que la duración de la respiración Dresp aumenta fuertemente en el caso de un estado de pre-exacerbación (véanse las curvas de la derecha de la Figura 2b) con respecto a un estado normal del paciente (véanse las curvas de la izquierda de la Figura 2b).

Preferentemente, como ya se ha recordado, el primer procesador P1 calcula los valores de Vmedio\_FR y Vmedio\_Dresp y de sus derivadas estadísticas (v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub>...v<sub>m</sub>) a partir de las medidas de la presión, mientras que el segundo procesador P2 recupera las variables respiratorias (es decir, los datos dinámicos) y los incrementan con los datos sociodemográficos (es decir, los datos estáticos) que incluyen las variables (x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>...x<sub>n</sub>) representativas del perfil sociodemográfico del paciente y opcionalmente otros datos del paciente, tales con las señales vitales (T,

tensión arterial...) o datos médicos (número de crisis de exacerbación pasadas...), que son memorizadas por parte de la memoria M12 de la cajera B de la Figura 4, por ejemplo.

Los datos sociodemográficos proceden, por ejemplo, de una base de datos sociodemográficos BSD (véase la Figura 1) que se comunica con el sistema del invento, especialmente con la cajera B y el servidor S.

5 Todos estos datos permiten establecer un vector multidimensional  $X_t$  y el modelo matemático, cuyos parámetros están también almacenados en la memoria M12 y que es comparado entonces con el vector multidimensional  $X_t$ , en cada instante o fecha  $t$  de tal manera que se puedan detectar las exacerbaciones BPCO y enviar entonces una señal de alerta que sirva para advertir al personal de la sanidad (médico...) y/o al mismo paciente.

10 Por otra parte, el tercer procesador P3 permite, en lo que a él se refiere, estimar los parámetros del modelo matemático sobre una muestra de varios vectores multidimensionales recogidos en el histórico de 1 a 12 meses. Los parámetros óptimos son estimados entonces durante una fase de aprendizaje y transferidos y almacenados en la memoria M12 para permitir al segundo procesador P2 determinar si está próxima una exacerbación o no. Los parámetros del modelo matemático son puestos al día de una manera regular mediante el aprendizaje incremental o periódico.

15 El tercer procesador P3 está situado preferentemente en un servidor S distante que incluye, por otra parte, unos medios de memorización M3 y de cálculo más importantes que la cajera B en donde están situados el primero y el segundo procesadores P1, P2 y la memoria M12.

Los intercambios de datos entre la cajera B y el servidor distante S de la Figura 4 son operados a distancia, a través de un ordenador PC conectado a internet, un modem Mo, por ejemplo, del tipo GSM, u otro.

20 El sistema de tratamiento de datos según el invento, tal como se ha detallado anteriormente, permite predecir una crisis de exacerbación de un paciente afectado con una enfermedad respiratoria crónica, en particular de una BPCO, cuyo paciente está tratado con oxigenoterapia, en particular en su domicilio, y de alertar a continuación al personal que le cuida o algún análogo de tal manera que se evite o se reduzca la frecuencia de las re-hospitalizaciones del citado paciente.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de tratamiento de datos que permite predecir una crisis de exacerbación de un paciente afectado con una enfermedad respiratoria crónica, en particular una BPCO, y tratado con oxigenoterapia, que incluye al menos un procesador (P1, P2) configurado para:
- 5 a) determinar unas variaciones de la presión (DP) del flujo de gas durante un periodo de tiempo dado (dt), a partir de unas medidas de la presión (P) de un flujo del gas de la oxigenoterapia administrado a un paciente durante el periodo de tiempo dado (dt),
- 10 b) determinar una duración de la respiración (Dresp) del paciente, con  $D_{resp} < dt$ , durante un periodo de tiempo dado dt, a partir de las variaciones de la presión (DP) durante el citado periodo de tiempo dado (dt), estando definida la citada duración de la respiración (Dresp) como la duración, durante el periodo de tiempo dt considerado, durante la cual el paciente ha inhalado gas, deducir de las medidas de la presión (P) al menos un valor de la frecuencia respiratoria (Val\_FR) durante el periodo de tiempo dado dt y repetir varias veces esta determinación del valor de la frecuencia respiratoria durante la duración de la respiración (Dresp) de tal manera que se obtengan varios valores de las frecuencias respiratorias (Val\_FR) sucesivas medidas durante la duración de la respiración (Dresp),
- 15 c) calcular al menos un valor medio de la frecuencia respiratoria (FR\_medio) durante la duración de la respiración (Dresp), a partir de varios valores de las frecuencias respiratorias (Val\_FR) sucesivas medidas durante la duración de la respiración (Dresp),
- d) calcular al menos un valor medio de la duración de la respiración (Vmedio\_Dresp) a partir de varias duraciones de la respiración (Dresp) sucesivas durante una duración larga dL,
- 20 e) determinar, a partir de varios valores medios de la frecuencia respiratoria (FR\_medio) obtenidos durante la duración larga (dL), un valor medio (Vmedio\_FR) de la frecuencia respiratoria,
- f) repetir todas o parte de las operaciones efectuadas en a) a e) para obtener varios valores medios de la duración de la respiración (Vmedio\_Dresp) y varios valores medios (Vmedio\_FR) de la frecuencia respiratoria, durante un periodo de varios días,
- 25 g) calcular a partir de los valores medios de la duración de la respiración (Vmedio\_Dresp) y de los valores medios (Vmedio\_FR) de la frecuencia respiratoria obtenidos durante un periodo de varios días, varias variables estadísticas ( $v_1, v_2 \dots v_m$ ) correspondientes al menos a los valores:
- del coeficiente lineal y de la suma de los valores medios de las duraciones de la respiración (Vmedio\_Dresp).
  - del coeficiente lineal, del valor de la mediana, de la varianza y de la auto-correlación estimados a partir de los
- 30 valores medios (Vmedio\_FR) de la frecuencia respiratoria,
- h) seleccionar en el seno de al menos una base de datos, varias variables ( $x_1, x_2 \dots x_n$ ) representativas del perfil sociodemográfico del paciente memorizadas en el seno de la citada al menos una base de datos,
- i) comparar en cada fecha t predefinida, un vector multidimensional  $X_t$  que representa al menos a las variables estadísticas ( $v_1, v_2 \dots v_m$ ) procedentes de los datos respiratorios y a las variables ( $x_1, x_2 \dots x_n$ ) representativas del
- 35 perfil sociodemográfico del paciente, a uno o varios modelos matemáticos predefinidos y memorizados, estando estimados el o los citados modelos matemáticos a partir de los datos correspondientes a los estados de salud normales y a los estados de pre-exacerbación,
- j) y deducir de la comparación con el o con los citados modelos matemáticos, el estado de salud del paciente considerado de tal manera que se prediga una exacerbación.
- 40 2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por que incluye unos medios de memorización (M) concebidos para memorizar:
- las variables estadísticas ( $v_1, v_2 \dots v_m$ ) obtenidas a partir de los valores medios de la duración de la respiración (Vmedio\_Dresp) y de los valores medios (Vmedio\_FR) de la frecuencia respiratoria,
  - las variables ( $x_1, x_2 \dots x_n$ ) representativas del perfil sociodemográfico del paciente,
- 45 - y el o los modelos matemáticos.
3. Sistema según la reivindicación 2, caracterizado por que los medios de memorización (M) están concebidos para memorizar, además, los valores de la media de la frecuencia respiratoria (FR\_medio) y de las duraciones de la respiración (Dresp) y/o las medias de la duración de la respiración (Vmedio\_Dresp) y los valores medios (Vmedio\_FR) de la frecuencia respiratoria.

4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que incluye unos medios de suministro de energía eléctrica (E) que alimentan a los medios de memorización (M) y al citado al menos un procesador (P1, P2).
5. Sistema según la reivindicación 1 ó 3, caracterizado por que las variables ( $x_1, x_2 \dots x_n$ ) representativas del perfil sociodemográfico del paciente están elegidas entre:
- i) la edad, la talla, el índice de masa corporal y el sexo del paciente,
  - ii) el estado de tabaquismo del paciente,
  - iii) el tipo de dispositivo de asistencia respiratoria utilizado por el paciente,
  - iv) el lugar de residencia del paciente,
  - 10 v) el estatus marital,
  - vi) el caudal de oxígeno prescrito por el médico del paciente.
6. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por que el periodo de tiempo dado  $dt$  está comprendido entre 15 minutos y 120 minutos, típicamente del orden de 60 minutos, o la duración larga  $dL$ , es de al menos 6h, típicamente del orden de 24h, con  $dL > dt$ .
- 15 7. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por que el procesador (P1, P2) está configurado para repetir todas o parte de las operaciones a) a e) para obtener varios valores medios de la duración de la respiración ( $V_{medio\_Dresp}$ ) y varios valores medios ( $V_{medio\_FR}$ ) de la frecuencia respiratoria, durante un periodo de 3 a 20 días, típicamente del orden de 7 días.
8. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que incluye un dispositivo de anuncio de los datos (A) configurado para anunciar al menos una alerta emitida por el citado al menos un procesador (P1, P2) en el caso de la detección por el citado al menos un procesador (P1, P2), de un estado de salud del paciente correspondiente a una predicción de exacerbación.
- 20 9. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que incluye un primer procesador (P1), un segundo procesador (P2) y un tercer procesador (P3).
- 25 10. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que incluye una cajera (B) que incluye a su vez un microprocesador (P1, P2) y un paso del gas y un detector de presión situado sobre el citado paso de gas de tal manera que efectúe las medidas de presión del gas en el seno del citado paso de gas.
11. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el citado al menos un procesador (P1, P2) está configurado para emitir una alerta, cuando, para un paciente dado, se predice una exacerbación, y preferentemente para anunciar una información del estado de salud del paciente.
- 30 12. Sistema según la reivindicación 2, caracterizado por que el citado al menos un procesador (P1, P2) está configurado para crear el citado al menos un vector multidimensional ( $X_t$ ) a partir de las variables ( $x_1, x_2 \dots x_n$ ) representativas del perfil sociodemográfico del paciente, de las variables estadísticas ( $v_1, v_2, \dots v_m$ ) procedentes de las medias de las duraciones de la respiración ( $V_{medio\_Dresp}$ ) y de la frecuencia respiratoria ( $V_{medio\_FR}$ ) y de las informaciones ( $z_1, z_2, \dots z_p$ ) del histórico médico y de las señales ( $w_1, w_2, \dots w_q$ ) del paciente.
- 35 13. Instalación de seguimiento del paciente que permite predecir una exacerbación de un paciente afectado con una enfermedad respiratoria crónica, en particular una BPCO, cuyo paciente está tratado con oxigenoterapia, en particular en su domicilio, caracterizada por que incluye una fuente de gas conectada de manera fluida a un interfaz respiratorio de distribución del gas al paciente de tal manera que se alimente a la citada interfaz de distribución de gas con el gas suministrado por la fuente de gas, y un sistema de tratamiento de los datos según una de las reivindicaciones precedentes.
- 40

Figura 1

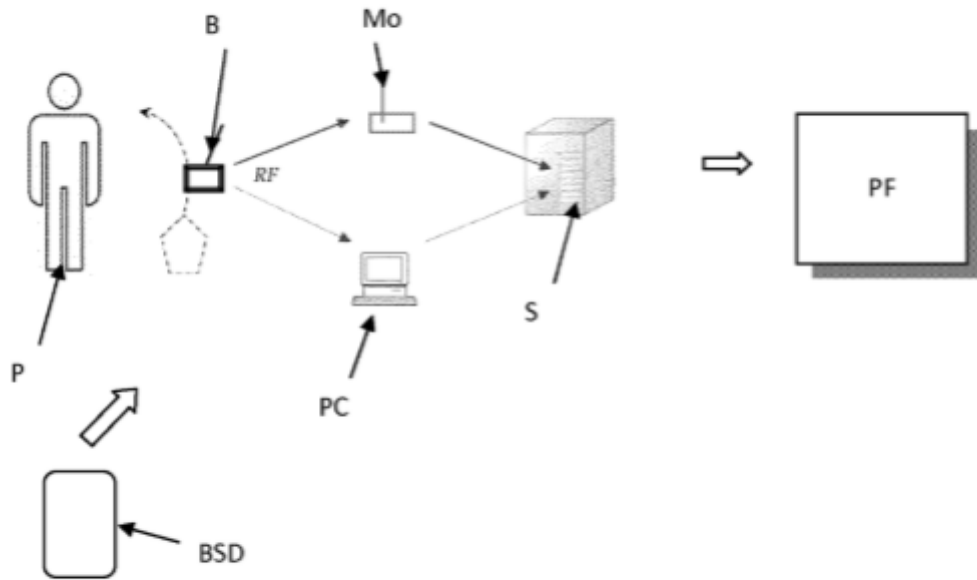


Figura 2a

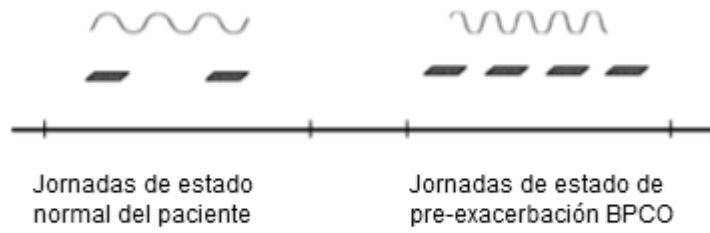


Figura 2b

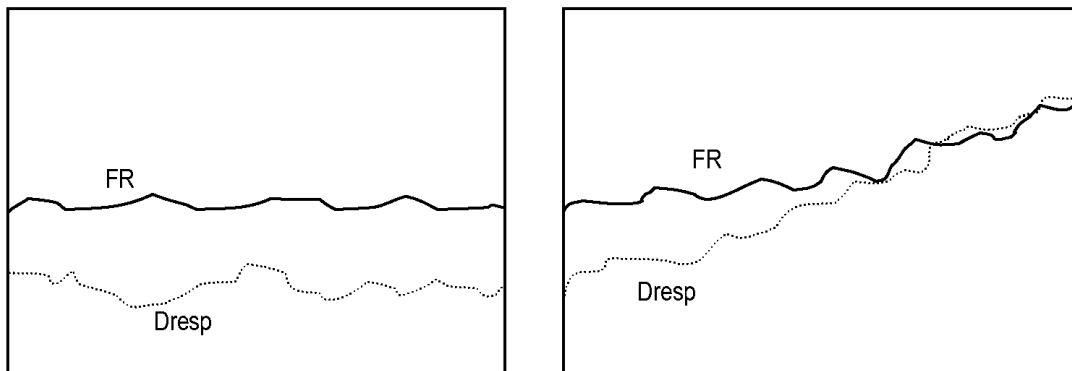


Figura 3

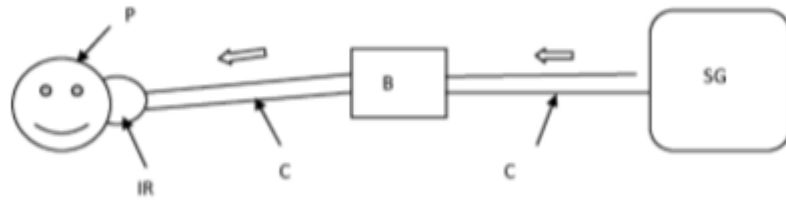


Figura 4

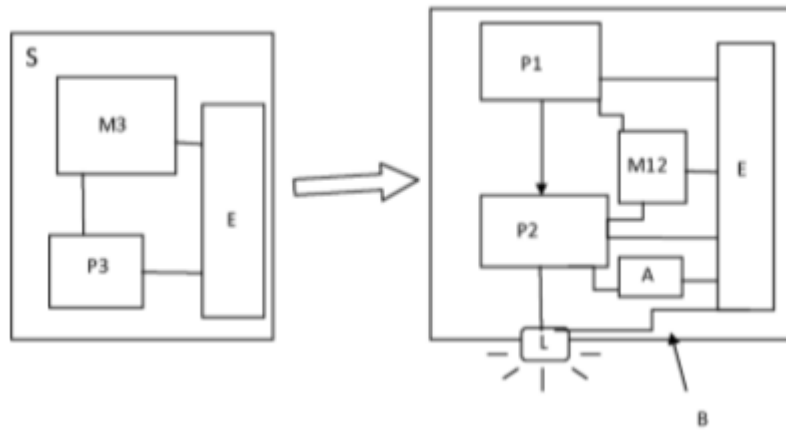


Figura 5

