

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 912 277**

51 Int. Cl.:

A61B 5/00 (2006.01)

G01J 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2015** **E 15170884 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2022** **EP 2974649**

54 Título: **Dispositivo de detección de radiación infrarroja, y procedimiento de determinación de una indicación de presencia y de una indicación de movimiento**

30 Prioridad:

16.07.2014 FR 1456841

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.05.2022

73 Titular/es:

LEGRAND FRANCE (50.0%)
128, avenue du Maréchal de Lattre-de-Tassigny
87000 Limoges, FR y
LEGRAND SNC (50.0%)

72 Inventor/es:

DORE, PASCAL y
GUETTARI, TOUFIK

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 912 277 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

Dispositivo de detección de radiación infrarroja, y procedimiento de determinación de una indicación de presencia y de una indicación de movimiento

Campo técnico al que se refiere la invención

La presente invención se refiere a la detección de presencia y de movimiento con la ayuda de la radiación infrarroja emitida por cualquier persona.

Se refiere más particularmente a un dispositivo de detección de radiación infrarroja y a un procedimiento de determinación de una indicación de presencia y de una indicación de movimiento.

Encuentra una aplicación ventajosa en la detección de presencia o de movimiento en una cama, en particular en el medio hospitalario, o en un establecimiento de alojamiento para personas mayores dependientes (EHPAD).

Antecedentes tecnológicos

El documento US 985 953 propone utilizar la radiación infrarroja emitida por cualquier persona para situar a esta persona en una estancia mediante detectores que utilizan cada uno una pluralidad de termopares.

Este documento propone, por ejemplo, instalar dichos detectores en diferentes sitios de una estancia y proceder por triangulación para determinar en qué parte de la estancia se sitúa la persona.

Como se destaca en el documento, este tipo de detector es ventajoso en particular ya que no necesita un movimiento de la persona en la estancia para permitir su detección, como es el caso de otros sensores.

Se puede así detectar la presencia de una persona incluso inmóvil.

La solución propuesta utiliza, sin embargo, varios detectores, que comprenden a su vez varios termopares, y, por lo tanto, puede resultar demasiado compleja en determinadas aplicaciones, en particular cuando se desea reducir el coste del sistema de detección.

El documento JP2009236751A divulga la detección de una presencia basada en los valores tomados en el tiempo de un solo sensor infrarrojo.

El documento EP0476138B1 divulga la utilización de un único sensor infrarrojo para detectar un movimiento.

Objeto de la invención

En este contexto, la presente invención propone un dispositivo según la reivindicación 1. El dispositivo de detección de radiación infrarroja (sin contacto) comprende un sensor térmico que genera unas señales indicativas de una diferencia entre una temperatura de referencia y una temperatura de una parte expuesta a la radiación infrarroja, y un módulo de determinación de una indicación de presencia y de una indicación de movimiento en función solamente de una pluralidad de valores de dicha diferencia recogidos en un intervalo de tiempo.

Se obtiene así una indicación de la presencia y una indicación del movimiento de una persona (que emite, por el hecho mismo de su temperatura corporal, una radiación electromagnética que se sitúa en el infrarrojo, de longitud de onda centrada alrededor de 10 μm) sobre la única base de señales generadas por un único sensor térmico (a veces denominado pirómetro), por ejemplo un sensor con termopar. Esto resulta posible por la utilización de valores recogidos durante el intervalo de tiempo, utilización que va en contra de la ventaja de los sensores con termopar planteados clásicamente, es decir la detección de presencia en un instante dado, sin necesitar ningún movimiento, como se ha recordado anteriormente.

La determinación de la indicación de presencia y de la indicación de movimiento se realiza solamente en función de dichos valores, lo cual significa que no se utiliza ningún otro valor medido (pero lo cual no excluye la utilización de un valor predeterminado, tal como el umbral predefinido mencionado más adelante).

Dicho dispositivo tampoco es intrusivo, ya que la utilización de un único sensor térmico, equivalente a un sensor mono-píxel, no permite la observación de la estancia equipada con el dispositivo. En efecto, dicho sensor térmico tiene, por ejemplo, un rango angular de detección (medido entre los dos ángulos de incidencia para los cuales la intensidad vale el 50% de la intensidad detectada en el eje del sensor térmico) superior a 60°. El sensor térmico es así sensible a la radiación infrarroja recibida en todo este rango angular; el conjunto de la radiación recibida en este rango angular contribuye, por lo tanto, al establecimiento de la diferencia de temperatura medida.

Cuando el sensor térmico es un sensor con termopar, la temperatura de referencia es la temperatura de soldadura

fría del termopar (o de una termopila formada por una pluralidad de termopares) y la temperatura de la parte expuesta a la radiación infrarroja es la temperatura de soldadura caliente del termopar (o de la termopila).

5 Como variante, el sensor térmico podría ser un bolómetro. En efecto, un bolómetro permite evaluar asimismo una diferencia de temperatura entre una temperatura de referencia (en general, la temperatura de un sustrato) y una parte expuesta a la radiación infrarroja por la medición de una magnitud eléctrica.

Según la invención:

- 10 - el módulo está diseñado para determinar un umbral adaptativo en función de dichos valores recogidos y para determinar la indicación de presencia por comparación de un valor actual de dicha diferencia con el umbral adaptativo;
- 15 - el módulo está diseñado para determinar una varianza de dichos valores recogidos y para determinar la indicación de movimiento por comparación de la varianza determinada con un umbral predefinido;

Según unas características opcionales y no limitativas:

- 20 - el módulo está diseñado para estimar por lo menos una información descriptiva del sueño de la persona en función de la indicación de movimiento;
- el dispositivo comprende un zócalo que presenta una pared delantera;
- 25 - el sensor térmico se posiciona en un soporte solidario con el zócalo de manera que un eje óptico del sensor térmico tenga una orientación predefinida con respecto a una dirección perpendicular a la pared delantera del zócalo;
- la diferencia angular entre el eje óptico y la dirección perpendicular es superior a 50°;
- 30 - el sensor térmico está situado en una abertura de la pared delantera del zócalo;
- el dispositivo comprende una caja destinada a ser montada sobre una pared vertical;
- 35 - el eje óptico tiene una inclinación hacia abajo comprendida entre 45° y 70° con respecto a un plano horizontal que contiene dicha dirección perpendicular en posición montada de la caja.

La invención propone asimismo un procedimiento de determinación de una indicación de presencia y de una indicación de movimiento según la reivindicación 9. El procedimiento comprende las etapas siguientes:

- 40 - generar señales indicativas de una diferencia entre una temperatura de referencia y una temperatura de una parte expuesta a una radiación infrarroja mediante un (único) sensor térmico;
- determinar la indicación de presencia y la indicación de movimiento en función solamente de una pluralidad de valores de dicha diferencia recogidos en un intervalo de tiempo.

45 La etapa de determinación de la indicación de presencia y de la indicación de movimiento comprende las subetapas siguientes:

- 50 - determinar un umbral adaptativo en función de dichos valores recogidos;
- determinar la indicación de presencia por comparación de un valor actual de dicha diferencia con el umbral adaptativo.

55 La etapa de determinación de la indicación de presencia y de la indicación de movimiento comprende las subetapas siguientes:

- determinar una varianza de dichos valores recogidos;
- 60 - determinar la indicación de movimiento por comparación de la varianza determinada con un umbral predefinido.

Descripción detallada de ejemplos de realización

65 La descripción siguiente, con respecto a los dibujos adjuntos, dados a título de ejemplos no limitativos, hará entender claramente en qué consiste la invención, y cómo se puede realizar.

En los dibujos adjuntos:

- 5 - la figura 1 representa una caja de detección que incorpora un sensor con termopar de acuerdo con las enseñanzas de la invención;
- la figura 2 es una vista en perspectiva explosionada de la caja de detección de la figura 1;
- la figura 3 representa una variante de realización de la caja de detección;
- 10 - la figura 4 es un esquema que ilustra los principales componentes eléctricos de la caja de detección de la figura 1;
- la figura 5 representa un ejemplo de utilización de la caja de detección en un aplique mural;
- 15 - La figura 6 representa esquemáticamente la configuración de una estancia en la que se implanta la caja de detección, en un plano vertical que contiene el eje óptico del sensor con termopar;
- la figura 7 es una sección en un plano horizontal de la estancia representada en la figura 6;
- 20 - la figura 8 representa un algoritmo de determinación de un umbral adaptativo y de detección de presencia por medio de la caja de detección;
- la figura 9 representa un algoritmo de evaluación de la calidad del sueño por medio de la caja de detección;
- 25 - la figura 10 representa un ejemplo de mediciones efectuadas por la caja de detección y de tratamientos realizados por el algoritmo de evaluación de la figura 9.

Las figuras 1 y 2 representan una caja de detección 10 que utiliza un sensor con termopar 30.

- 30 La caja de detección 10 comprende un zócalo 12 de forma general paralelepípedica, del cual una pared delantera 11 presenta en su centro una abertura circular 13.

35 Como se explica con mayor detalle a continuación, la caja de detección 10 está destinada a ser montada en una estancia sobre una pared vertical (pared M en la figura 6), eventualmente por medio de un aplique (referenciado con 60 en la figura 5); se entiende, por lo tanto, por "*cara delantera*" la cara (vertical) de la caja de detección 10 girada hacia la estancia, y por "*cara posterior*" la cara (vertical) de la caja de detección girada hacia la pared vertical, cuando la caja de detección 10 está montada en la pared vertical.

40 La pared delantera 11 está recubierta por una tapa delantera 14, cuyas dos dimensiones mayores se extienden (en este caso en forma de cuadrado) en un plano P. Cuando la caja de detección está montada en una pared vertical, el plano P de extensión general de la tapa delantera 14 es vertical, en este caso paralelo a la pared delantera 11 y a la pared vertical.

45 Se puede así definir una dirección N perpendicular al plano P de extensión general de la tapa delantera 14, y, por lo tanto, también a la pared delantera 11. Cuando la caja 10 está montada en una pared vertical, la dirección N es esencialmente horizontal, y se extiende hacia adelante desde la caja de detección 10.

50 La tapa delantera 14 presenta una abertura circular 15 situada, cuando la tapa delantera 14 está montada sobre el zócalo 12, a nivel de la abertura circular 13 del zócalo 12.

55 El zócalo 12 está vaciado de manera que reciba uno o varios circuito(s) impreso(s). En el ejemplo descrito en la presente memoria, el zócalo 12 lleva dos circuitos impresos 20, 22. El plano general de extensión P', P'' de cada circuito impreso 20, 22 es sustancialmente paralelo a la pared delantera 11, y, por lo tanto, al plano P de extensión general de la tapa delantera 14. La dirección N es, por lo tanto, perpendicular asimismo al plano general de extensión P' P'' de cada circuito impreso.

El zócalo 11 está cerrado en la parte posterior por una tapa posterior 16.

60 El sensor con termopar 30 está montado sobre un soporte 24 (en este caso globalmente cilíndrico), montado a su vez (en este caso por medio de un circuito impreso 23) sobre un circuito impreso 20, en este caso el circuito impreso situado en la parte más delantera de manera que el sensor con termopar 30 esté situado a nivel de las aberturas circulares 13, 15 formadas respectivamente en la pared delantera 11 del zócalo 12, y en la tapa delantera 14.

65 Precisamente, el sensor con termopar 30 está posicionado en un hueco 27 formado en una cara delantera del soporte 24, de manera que el eje óptico X del sensor con termopar 30 esté en una dirección de orientación

predeterminada con respecto a la dirección N perpendicular al plano general de extensión P' del circuito impreso 20 (definida anteriormente), como se explica a continuación con referencia a las figuras 6 y 7.

Con el fin de poder detectar una presencia humana o un movimiento humano en una zona bien localizada (es decir, suficientemente restringida) cerca de la pared vertical en la que está montada la caja de detección 10, como se explicará más adelante en el caso de una cama colocada contra la pared vertical, se prevé, por ejemplo, una diferencia angular entre el eje óptico X y la dirección N comprendida entre 50° y 75°; esta diferencia angular vale 66° en el ejemplo descrito a continuación.

El sensor con termopar 30 es en este documento un sensor con termopar digital que comprende una termopila, un termistor y un circuito integrado para aplicación específica (o ASIC por "*Application Specific Integrated Circuit*"). El circuito integrado para aplicación específica gestiona la alimentación de la termopila y del termistor, mide las magnitudes eléctricas (en particular la tensión de la termopila) y proporciona una información T_F que representa la temperatura de la soldadura fría de la termopila (temperatura de referencia medida por el termistor), y una información T_C que representa la temperatura de la soldadura caliente, influenciada por la radiación infrarroja recibida en el ángulo sólido de medición, o campo de detección D del sensor con termopar 30 (visible en la figura 7).

Se recuerda que la tensión de la termopila es indicativa de la diferencia ΔT entre la temperatura de la soldadura fría T_F y la temperatura de la soldadura caliente T_C (que corresponde a la temperatura media radiada por los objetos circundantes situados en el campo de detección D). Para obtener la temperatura de la soldadura caliente T_C , el circuito integrado para aplicación específica procede a la suma de la temperatura de la soldadura fría T_F (medida por el termistor) y la diferencia ΔT (medida por la termopila).

En el modo de realización descrito, el sensor con termopar 30 está recubierto por una cubierta 18 transparente a la radiación infrarroja, en este documento de forma semiesférica y montada en una ranura circular 29 formada en la cara superior del soporte 24 alrededor del hueco 27, de manera que cierre la abertura circular 13 formada en la pared delantera 11 del zócalo 12. La cubierta 18 asegura así la protección (mecánica) del sensor con termopar 30, dejando al mismo tiempo que pase la radiación (infrarroja) medida por el sensor con termopar 30. La cubierta 18 puede, por el contrario, ser opaca o semiofaca para las radiaciones visibles con el fin de ocultar al observador humano el interior de la caja de detección 10.

La figura 3 representa una variante alternativa para el montaje del sensor con termopar 30 sobre el circuito impreso 20.

Según esta variante, el sensor con termopar 30 está montado sobre el circuito impreso 20 por medio de un soporte 24' que comprende una base 25' en forma de placa, y un cuerpo 26' que se extiende a partir de la base 25', y que comprende una abertura 27' de recepción del sensor con termopar 30.

La base 25' está montada en contacto con el circuito impreso 20 y se extiende entonces paralelamente al circuito impreso 20. El cuerpo 26' está conformado de manera que, cuando el sensor con termopar 30 está montado en la abertura 27', el eje óptico X del sensor con termopar 30 tenga una orientación predeterminada con respecto a la dirección N perpendicular al plano general de extensión P' del circuito impreso 20, como se explica más adelante con referencia a las figuras 6 y 7.

La figura 4 representa los principales componentes eléctricos de la caja de detección 10. Cada componente está montado sobre uno u otro de los circuitos impresos 20, 22.

Un circuito de alimentación 28 recibe una tensión en la entrada, por ejemplo una tensión de sector, y genera en la salida una tensión continua adaptada a la alimentación eléctrica del sensor con termopar 30, de un microcontrolador 40 y de un módulo de comunicación 50.

Naturalmente, se podría prever como variante que el circuito de alimentación 28 reciba en la entrada una tensión continua, y desempeñe entonces un sencillo papel de adaptación del nivel de tensión. Por otro lado, aunque en el ejemplo descrito se aplica una misma tensión en la salida a los diferentes componentes electrónicos, se puede prever como variante que el circuito de alimentación 28 alimente cada componente electrónico con una tensión específica.

El microcontrolador 40 comprende en particular un microprocesador, una memoria no volátil (por ejemplo, una memoria ROM o una memoria no volátil regrabable tal como una EEPROM) y una memoria RAM.

Por lo menos una de las memorias (por ejemplo, la memoria no volátil) memoriza unas instrucciones de programa de ordenador que, cuando son ejecutadas por el microprocesador, permiten la realización de procedimientos, en particular los procedimientos descritos a continuación con referencia a las figuras 8 y 9.

El sensor con termopar 30 y el microcontrolador 40 intercambian unos datos, por ejemplo a través de un bus de

datos, en particular unos datos representativos de la temperatura de la soldadura fría T_F y de la temperatura de la soldadura caliente T_C proporcionadas por el sensor con termopar 30 como se ha explicado anteriormente.

5 Se debe observar que la caja de detección 10 comprende, por lo tanto, un único sensor con termopar 30, que incluye a su vez una única termopila constituida por la puesta en serie de varias decenas de termopares elementales con el fin de incrementar la sensibilidad del sensor.

10 En el ejemplo descrito en esta memoria, la caja de detección 10 comprende asimismo, como ya se ha indicado, un módulo de comunicación 50, en esta memoria un módulo de comunicación inalámbrica que permite el intercambio de datos con otro dispositivo electrónico a través de una conexión por radio. Como una variante, se podría utilizar un módulo de comunicación que utiliza una tecnología alámbrica. Según otra variante, se podría utilizar, en lugar del módulo de comunicación 50, una interfaz de conexión, por ejemplo una interfaz de conexión a un periférico de almacenamiento.

15 Diferentes datos (en particular un indicador de presencia PRES) producidos durante la realización de los procedimientos descritos más adelante por medio del microprocesador del microcontrolador 40, pueden ser transmitidos así a otro dispositivo electrónico (mediante el módulo de comunicación 50) o memorizados (en el periférico de almacenamiento).

20 La figura 5 representa un aplique mural 60 equipado con la caja de detección 10 de las figuras 1 y 2.

25 El aplique mural 60 comprende una luminaria 62 en su zona central, unas tomas eléctricas 64 en una primera zona extrema (a la derecha de la zona central en la figura 5), y un conjunto que agrupa la caja de detección 10, y un dispositivo de accionamiento (en este caso un interruptor con tirador 66) en una segunda zona extrema (a la izquierda de la zona central en la figura 5) situada opuesta a la primera zona extrema.

El dispositivo de accionamiento permite, por ejemplo, el mando de la luminaria 62.

30 El aplique mural 60 está destinado a ser fijado por encima de una cama, por ejemplo en una habitación de hospital, como se describe a continuación con referencia a las figuras 6 y 7. La caja de detección 10 puede estar montada asimismo, por medio de un aplique mural o directamente, en un tabique de una habitación de manera que esté situada por encima de una cama, por ejemplo, en una vivienda o en un hotel.

35 La figura 6 representa esquemáticamente el posicionamiento de una cama L en una estancia, en un plano vertical de sección 6-6 visible en la figura 7 (que contiene el eje óptico X del sensor con termopar 30).

La figura 7 representa esquemáticamente la cama L en sección en un plano horizontal 7-7 definido en la figura 6.

40 Como se puede observar en la figura 6, la altura h_L de la cama L (precisamente la cara superior del colchón, sobre la que se puede tumbar una persona) con respecto al suelo F es variable, entre un mínimo (por ejemplo 50 cm, posición de la cama L representada en línea de puntos) y un máximo (por ejemplo 1 m).

45 Un extremo de la cama L está en contacto con la pared M en la que está montada la caja de detección 10 (en esta memoria por medio del aplique 60). Se considera en este caso que la caja de detección 10 está montada a nivel de un borde de la cama L, en este caso el borde izquierdo (mirando frente a la pared del extremo de la cama L opuesto a su extremo en contacto con la pared M).

50 La caja de detección 10 está montada por encima de la cama L, a una altura h_C con respecto al suelo F comprendida entre 1,5 m y 2 m, en este caso 1,7 m.

Con el fin de que el sensor con termopar 30 pueda medir la radiación infrarroja emitida eventualmente por una persona tumbada en la cama L, se prevé que una zona útil U de la cara superior del colchón de la cama L esté situada en el campo de detección D del sensor con termopar 30, como se puede apreciar en la figura 7.

55 La zona útil U se extiende, por ejemplo, por toda la anchura de la cama L y sobre una longitud l_U inferior a la longitud de la cama L a partir de la pared M. La longitud l_U de la zona útil U está comprendida por ejemplo entre 1,5 m y 1,8 m, y es en este caso vale 1,6 m. En efecto, la zona extrema de la cama L situada opuesta a la pared M (zona situada fuera de la zona útil U) es generalmente poco utilizada (o utilizada para los pies, que irradian poco ya que generalmente están ocultos por sábanas y mantas) y es, por lo tanto, inútil intentar que esta zona esté necesariamente en el campo de detección D del sensor con termopar 30.

60 El campo de detección D (definido, por ejemplo, por el conjunto de puntos para los cuales la intensidad detectada es de por lo menos el 50% de la intensidad detectada en el eje) es en este caso un cono de detección de semiángulo en el vértice β , con $\beta = 42^\circ$, es decir un rango angular de detección de 84° .

65 Con el fin de que la zona útil U se sitúe totalmente en el campo de detección D, incluso cuando la cama L está en

su posición más alta (representada en la figura 6, con $h_L = 1$ m), se prevé que el eje óptico X del sensor con termopar 30 esté en una orientación predeterminada, definida por un acimut ρ (ángulo entre la dirección N perpendicular a la pared M y la proyección del eje óptico X en un plano horizontal) y una inclinación α (ángulo entre el eje óptico X y el plano horizontal H) hacia abajo.

Se prevé, por ejemplo, que el acimut ρ esté comprendido entre 25° y 40° , en este caso $\rho = 33^\circ$, y que la inclinación α (hacia abajo) esté comprendida entre 45° y 70° , en este caso $\alpha = 62^\circ$. En estos intervalos de valores, la diferencia angular entre la dirección N y el eje óptico X varía, como ya se ha indicado, entre 50° y 75° , y es en este caso de 66° (para $\rho = 33^\circ$ y $\alpha = 62^\circ$).

La figura 8 representa un procedimiento realizado por el microcontrolador 40 con el fin de detectar la presencia de una persona en la cama L en función de las informaciones de temperatura proporcionadas por el sensor con termopar 30. La caja de detección 10 funciona entonces como un sensor de presencia, en este documento un sensor de reposo en cama.

Se observará que este procedimiento utiliza la diferencia ΔT entre la temperatura de la soldadura fría T_F y la temperatura de la soldadura caliente T_C . En el ejemplo descrito en este documento, el microcontrolador 40 recibe una información representativa de la temperatura de la soldadura fría T_F y una información representativa de la temperatura de la soldadura caliente T_C , y determina, por lo tanto, la diferencia ΔT en base a estas informaciones. Como variante, se podría utilizar un sensor con termopar 30 que suministre directamente una información indicativa de la diferencia ΔT (medida por la termopila).

Como se desprenderá del ejemplo descrito más adelante, el procedimiento de detección de presencia utiliza un umbral adaptativo S determinado en función de valores anteriores de la diferencia ΔT ; se considera entonces que una persona está presente en el campo de detección D (es decir, en la cama L) cuando el valor actual de la diferencia ΔT es superior al umbral S.

El procedimiento de la figura 8 utiliza un conjunto de valores (que forman otras tantas muestras) de la diferencia $\Delta T(t)$ recogidas respectivamente en una pluralidad de instantes t espaciados regularmente en un intervalo de tiempo dado, por ejemplo de una duración de 1 día (24 h).

El procedimiento comienza en la etapa E100 efectuando una partición inicial de este conjunto de muestras $\Delta T(t)$ en dos subconjuntos (o particiones) E_b , E_h , agrupando el subconjunto E_b las muestras que tienen los valores más bajos (por ejemplo, la mitad de las muestras que tienen los valores más bajos), y agrupando el subconjunto E_h las muestras que tienen los valores más altos (por ejemplo, la otra mitad de las muestras).

Se procede entonces, como se explica a continuación (etapas E102 a E108), a un algoritmo de las k-medias (o "k-means" según la denominación anglosajona) que permite llegar a una distribución de las muestras $\Delta T(t)$ en dos conjuntos contruidos de manera que, para cada muestra $\Delta T(t)$, el valor de la muestra en cuestión esté más cerca de la media del conjunto al que pertenece que de la media del otro conjunto.

Se calculan en primer lugar las medias m_b , m_h de los valores $\Delta T(t)$ de las muestras respectivamente en los conjuntos E_b , E_h (etapa E102).

Se calcula después, en la etapa E104, para cada muestra $\Delta T(t)$, por un lado la distancia $d_{1\Delta T(t)}$ a la media m_b , y, por otro lado, la distancia $d_{2\Delta T(t)}$ a la media m_h :

$$d_{1\Delta T(t)} = |\Delta T(t) - m_b|, d_{2\Delta T(t)} = |\Delta T(t) - m_h|, \text{ en la que } |x| \text{ es el valor absoluto de } x.$$

Se reconstruyen entonces, en la etapa E106, los subconjuntos E_b , E_h de la siguiente manera: el subconjunto E_b contiene las muestras $\Delta T(t)$ para las cuales la distancia $d_{1\Delta T(t)}$ es mínima (es decir, $d_{1\Delta T(t)} < d_{2\Delta T(t)}$) y el subconjunto E_h contiene las muestras $\Delta T(t)$ para las cuales la distancia $d_{2\Delta T(t)}$ es mínima (es decir $d_{2\Delta T(t)} < d_{1\Delta T(t)}$). (Se asocian, por ejemplo, además, al subconjunto E_b las muestras $\Delta T(t)$ para las cuales $d_{1\Delta T(t)} = d_{2\Delta T(t)}$.)

Si el procedimiento determina en la etapa E108 que esta nueva repartición de las muestras $\Delta T(t)$ en los subconjuntos E_b , E_h es diferente de la repartición anterior, las medias m_b , m_h aún pueden evolucionar, y el procedimiento realiza entonces un bucle en la etapa E102.

Si, por el contrario, se determina en la etapa E108 que la repartición de las muestras $\Delta T(t)$ en los subconjuntos E_b , E_h permanece sin cambios, se puede proceder en la etapa E110 al cálculo del umbral adaptativo S en función de la media m_b y de la media m_h , por ejemplo, como el punto medio entre la media m_b y la media m_h : $S = (m_b + m_h)/2$.

En efecto, se considera que la media baja m_b es representativa de un valor de la diferencia ΔT en ausencia de una persona en el campo de detección D, es decir, en este caso en la cama L, mientras que la media alta m_h es representativa de un valor de la diferencia en presencia de una persona en el campo de detección D, es decir, en

este caso en la cama L. El umbral S situado entre estas dos medias permite distinguir las dos situaciones.

Se puede entonces comparar, en la etapa E112, el valor actual de la diferencia ΔT con el umbral S determinado en la etapa E110: si el valor actual de la diferencia ΔT es superior al umbral S, se considera que una persona está presente en la cama L, y el indicador de presencia PRES se pone en el valor 1 (etapa E116). Por el contrario, si el valor actual de la diferencia ΔT es inferior (o igual) al umbral S, el indicador de presencia PRES se pone en el valor 0 (etapa E114).

El indicador de presencia PRES puede entonces ser enviado a un dispositivo electrónico remoto por medio del módulo de comunicación 50 (o, como variante, memorizado en un periférico de almacenamiento).

El procedimiento continúa, por otro lado, en la etapa E118, en la que se determina si es necesaria una actualización del umbral S. Una actualización del umbral adaptativo S se efectúa, por ejemplo, periódicamente (por ejemplo, cada hora), lo cual permite tener en cuenta variaciones del entorno de la habitación (apertura/cierre de una ventana, encendido/apagado de la calefacción, etc.) susceptibles de perturbar las mediciones.

Si no se requiere una actualización del umbral S, se puede proceder a una nueva detección de presencia en la etapa E112 (eventualmente después de una temporización predeterminada con el fin de que la detección de presencia tenga lugar con una periodicidad predefinida, con un período, por ejemplo, comprendido entre 1 min y 5 min, o, de manera más general, inferior al período de actualización del umbral adaptativo).

Si es necesaria una actualización del umbral S, el procedimiento realiza un bucle en la etapa E100 con el fin de determinar un nuevo valor del umbral adaptativo S en función de los valores anteriores de la diferencia ΔT , incluyendo algunos por lo menos de los valores tomados por la diferencia ΔT desde el cálculo anterior del umbral adaptativo S.

La figura 9 representa un procedimiento realizado por el microcontrolador 40 con el fin de determinar un índice de calidad del sueño de una persona acostada en la cama L en función de las informaciones de temperatura proporcionadas por el sensor con termopar 30. La caja de detección 10 funciona entonces como un sensor de calidad del sueño.

La figura 10 ilustra, a modo de ejemplo, los valores de la diferencia ΔT recogidos durante una noche y tratados por el procedimiento de la figura 9.

Este procedimiento comienza en la etapa E200, en la que el procedimiento prueba un indicador de presencia PRES, obtenido, por ejemplo, mediante el procedimiento de la figura 8. La etapa E200 se realiza en bucle sobre sí misma siempre que el indicador de presencia no tenga el valor 1, y vuelve a la etapa E202 cuando el indicador de presencia tiene el valor 1 (es decir, cuando una persona se tumba en la cama L).

Se entiende que, en el ejemplo descrito en este documento, en el que el procedimiento de la figura 9 utiliza el indicador obtenido mediante el procedimiento de la figura 8, estos dos procedimientos se realizan en paralelo.

Cuando se detecta la acción de acostarse de una persona (indicador de presencia PRES a 1 en la etapa E200), lo cual se produce en el tiempo t_0 en el ejemplo representado en la figura 10, el procedimiento determina en la etapa E202 la varianza V de la señal ΔT (siendo ΔT , como ya se ha indicado, la diferencia entre la temperatura de la soldadura fría T_F y la temperatura de la soldadura caliente T_C) en un intervalo de tiempo de duración predeterminada, comprendido, por ejemplo, entre 1 s y 10 s, en este caso de 5 s.

La utilización de dicho intervalo de tiempo permite tener en cuenta los movimientos significativos de la persona (que son efectivos en unas duraciones del orden del segundo), sin perturbaciones por eventuales variaciones del ambiente térmico (que se producen en unas duraciones del orden del minuto o más).

Se determina después, en la etapa E204, si la varianza V determinada en la etapa E202 es superior a un umbral V_0 , en cuyo caso se considera que se ha detectado un movimiento de la persona tumbada en la cama L (como en los instantes t_1 a t_6 en el ejemplo de la figura 10): se ha determinado una indicación de movimiento MOV; se procede, por lo tanto, a la etapa E208 descrita más adelante.

Si la varianza determinada en la etapa E202 no supera el umbral V_0 , la etapa E204 vuelve, por el contrario, a la etapa E206 en la que se almacenan los valores de la señal ΔT durante el intervalo de tiempo de duración predeterminada (por ejemplo, en la memoria RAM del microcontrolador 40). El procedimiento realiza entonces un bucle en la etapa E202 para calcular un nuevo valor de la varianza V durante el intervalo de tiempo siguiente.

Cuando se detecta un movimiento en la etapa E204, el procedimiento determina en la etapa E208 el valor medio de la señal ΔT sobre el conjunto de las muestras recogidas desde la detección de movimiento anterior, es decir, el conjunto de los valores memorizados en la etapa E206, y de los valores recogidos durante el último intervalo de

tiempo de duración predeterminada. La utilización del valor mediano (en lugar del valor medio) permite evitar una influencia demasiado elevada de los valores extremos, debidos, en general, a perturbaciones.

5 El valor mediano se memoriza, por ejemplo, (en este caso en la memoria RAM) como valor representativo de la diferencia ΔT para el segmento temporal comprendido entre la detección de movimiento actual y la detección de movimiento anterior (segmentos $t_{i-1} - t_i$ en la figura 10, con $i=1, \dots, 6$). Se puede así borrar de la memoria RAM los valores sucesivos de la señal ΔT memorizados anteriormente en la etapa E206.

10 Se pueden memorizar además unas características del segmento temporal $t_{i-1} - t_i$, típicamente la hora de inicio t_{i-1} y/o la hora de finalización t_i y/o la duración δ_i .

La etapa E208 va seguida de la etapa E210, en la que se prueba el indicador de presencia PRES determinado en paralelo por el procedimiento de la figura 8, como se ha explicado anteriormente.

15 Si el indicador de presencia PRES tiene el valor 1, la persona no se ha levantado, y el procedimiento realiza un bucle entonces de la etapa E202 para tratar un nuevo segmento temporal $t_{i-1} - t_i$. Es lo que se produce en los instantes t_1 a t_5 en el ejemplo de la figura 10.

20 Si el indicador de presencia PRES tiene el valor 0, se considera en la etapa E210 que el último movimiento detectado corresponde al levantamiento de la persona, lo cual se produce en el instante t_6 en el ejemplo de la figura 10.

25 El procedimiento continúa en este caso en la etapa E212 mediante la estimación de diversos parámetros, a partir en particular de los instantes de detección de movimiento t_i y de las duraciones δ_i de los segmentos temporales, habiéndose determinado y memorizado estos instantes t_i y estas duraciones δ_i durante el procedimiento que se acaba de describir. Estos parámetros son, por ejemplo, la duración de sueño profundo D_P y la duración de sueño ligero D_L .

30 Se procede entonces, en la etapa E214, al cálculo de un índice sintético Q de calidad del sueño, por ejemplo en base a la duración de sueño profundo D_P y a la duración de sueño ligero D_L , en este caso según la fórmula $Q = D_P / (D_P + D_L)$, pudiendo el índice Q en este caso expresarse en forma de un porcentaje.

35 Se destaca que los comportamientos durante la noche pueden variar de una persona a otra, y que los parámetros estimados en la etapa E212 y/o el índice de calidad de sueño calculado en la etapa E214 pueden tener en cuenta otros elementos, tal como, por ejemplo, un historial de parámetros estimados para la persona durante recogidas de datos anteriores.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de detección de radiación infrarroja que comprende un sensor térmico (30) que genera unas señales (T_F , T_C) indicativas de una diferencia (ΔT) entre una temperatura de referencia (T_F) y una temperatura de una parte expuesta a la radiación infrarroja (T_C),

que comprende un módulo (40) de determinación de una indicación de presencia (PRES) y de una indicación de movimiento (MOV) en función solamente de una pluralidad de valores de dicha diferencia (ΔT) recogidos en un intervalo de tiempo,

en el que el módulo está diseñado para determinar un umbral adaptativo (S) en función de dichos valores recogidos, y para determinar la indicación de presencia (PRES) por comparación (E112) de un valor actual de dicha diferencia (ΔT) con el umbral adaptativo (S), y

en el que el módulo está diseñado para determinar una varianza (V) de dichos valores recogidos y para determinar la indicación de movimiento (MOV) por comparación (E204) de la varianza determinada (V) con un umbral predefinido (V_0).

2. Dispositivo de detección según la reivindicación 1, en el que el sensor térmico es un sensor con termopar (30), en el que la temperatura de referencia es una temperatura de soldadura fría (T_F) y en el que la temperatura de dicha parte es una temperatura de soldadura caliente (T_C).

3. Dispositivo de detección según la reivindicación 1 o 2, en el que el sensor térmico (30) tiene un rango angular de detección superior a 60° .

4. Dispositivo de detección según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el módulo está diseñado para estimar por lo menos una información descriptiva del sueño en función de la indicación de movimiento.

5. Dispositivo de detección según una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende un zócalo (12) que presenta una pared delantera (11), en el que el sensor térmico (30) está posicionado en un soporte (24; 24') solidario con el zócalo (12) de manera que un eje óptico (X) del sensor térmico (30) tenga una orientación predefinida con respecto a una dirección (N) perpendicular a la pared delantera (11) del zócalo (12).

6. Dispositivo de detección según la reivindicación 5, en el que la diferencia angular entre el eje óptico (X) y la dirección perpendicular (N) es superior a 50° .

7. Dispositivo de detección según la reivindicación 5 o 6, en el que sensor térmico (30) está situado en una abertura (13) de la pared delantera (11) del zócalo (12).

8. Dispositivo de detección según una de las reivindicaciones 5 a 7, que comprende una caja (10) destinada a ser montada sobre una pared vertical, en el que el eje óptico (X) tiene una inclinación hacia abajo comprendida entre 45° y 70° con respecto a un plano horizontal (H) que contiene dicha dirección perpendicular (N) en posición montada de la caja (10).

9. Procedimiento de determinación de una indicación de presencia (PRES) y de una indicación de movimiento (MOV) que comprende las etapas siguientes:

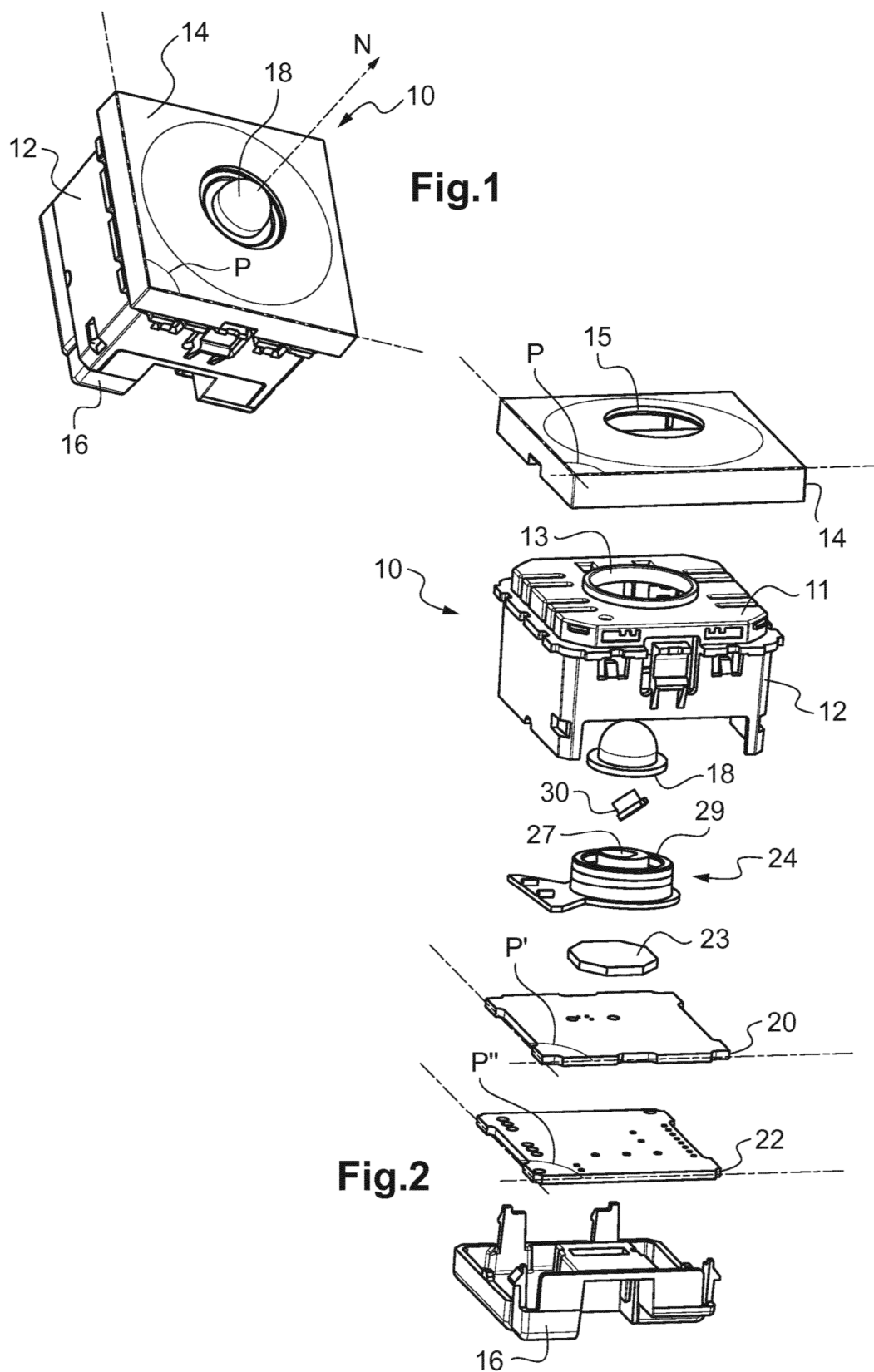
- generar señales (T_F , T_C) indicativas de una diferencia (ΔT) entre una temperatura de referencia (T_F) y una temperatura de una parte expuesta a una radiación infrarroja (T_C) mediante un sensor térmico (30);
- determinar la indicación de presencia (PRES) y la indicación de movimiento (MOV) en función solamente de una pluralidad de valores de dicha diferencia recogidos (ΔT) en un intervalo de tiempo,

en el que la etapa de determinación de la indicación de presencia (PRES) y de la indicación de movimiento (MOV) comprende las subetapas siguientes:

- determinar (E100, E102, E104, E106, E108, E110) un umbral adaptativo (S) en función de dichos valores recogidos;
- determinar (E112, E114, E116) la indicación de presencia (PRES) por comparación (E112) de un valor actual de dicha diferencia (ΔT) con el umbral adaptativo (S), y

en el que la etapa de determinación de la indicación de presencia (PRES) y de la indicación de movimiento (MOV) comprende las subetapas siguientes:

- determinar (E202) una varianza (V) de dichos valores recogidos;
- determinar (E204) la indicación de movimiento (MOV) por comparación de la varianza determinada (V) con un umbral predefinido (V_0).



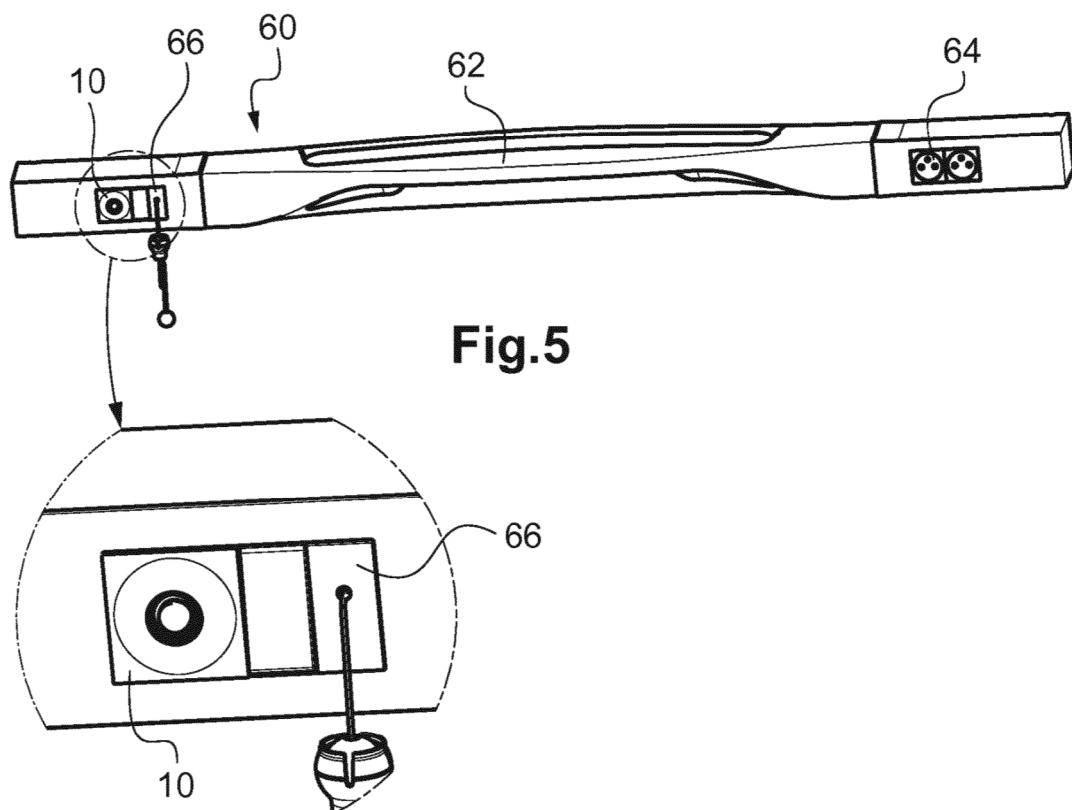
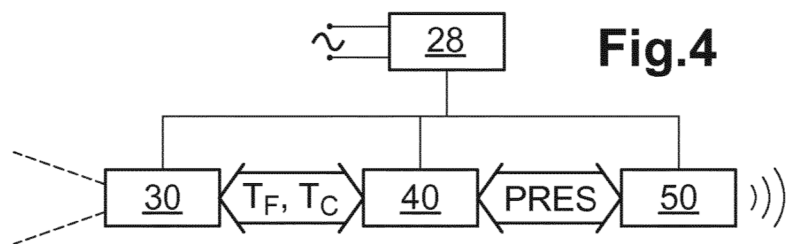
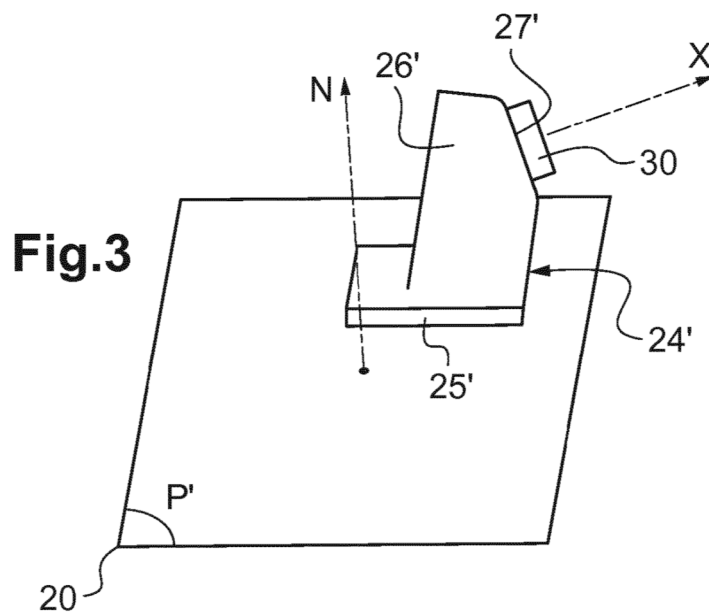


Fig.6

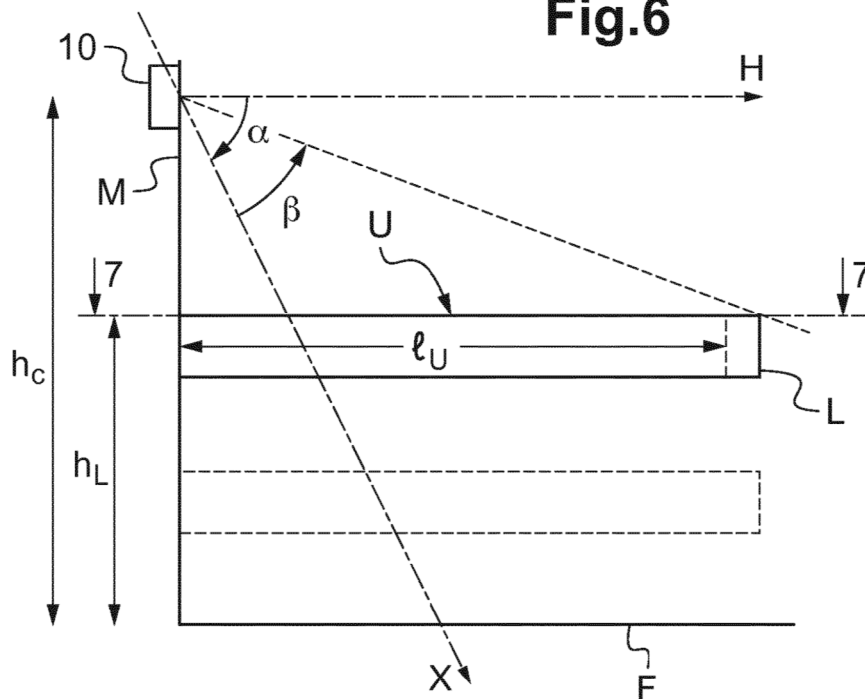
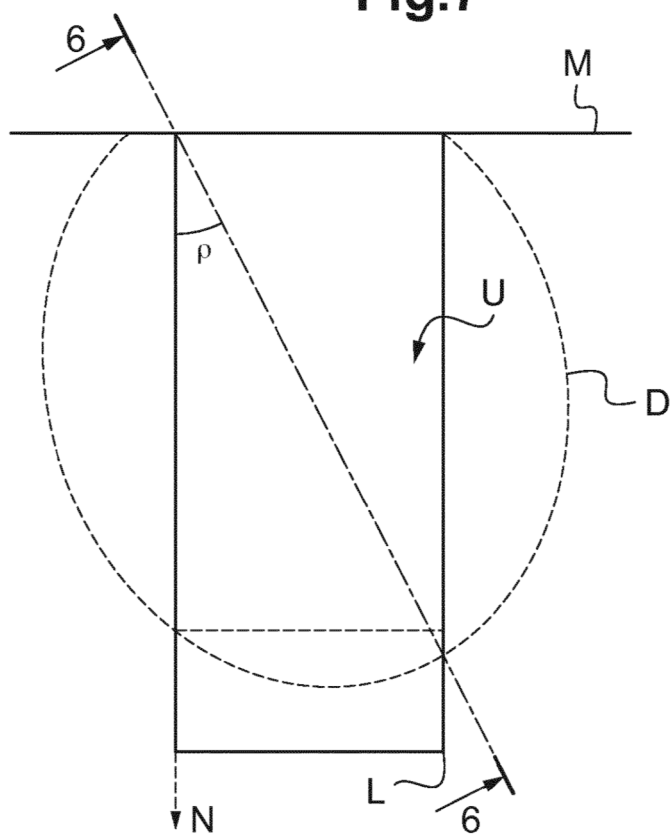


Fig.7



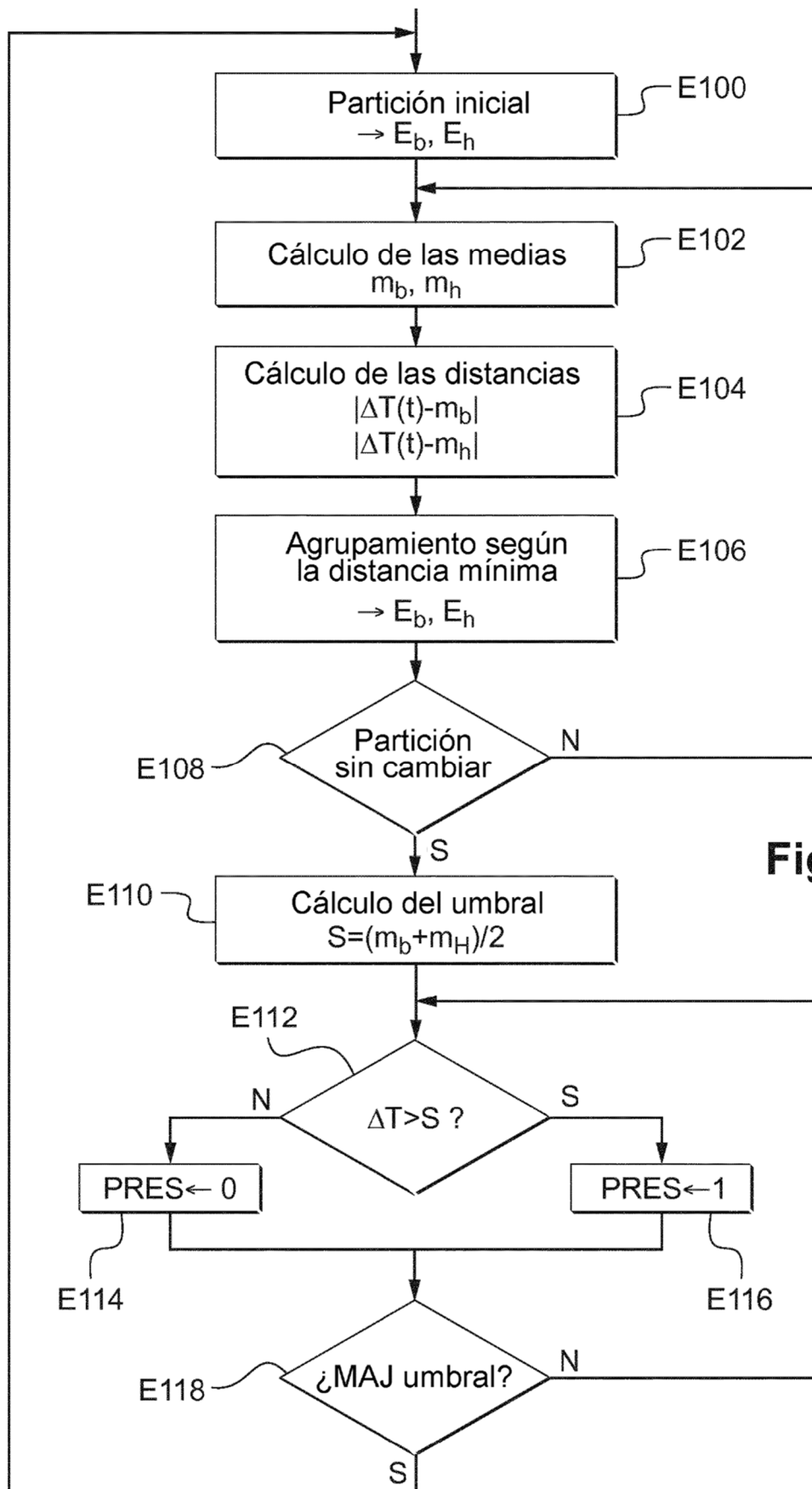


Fig.8

Fig.9

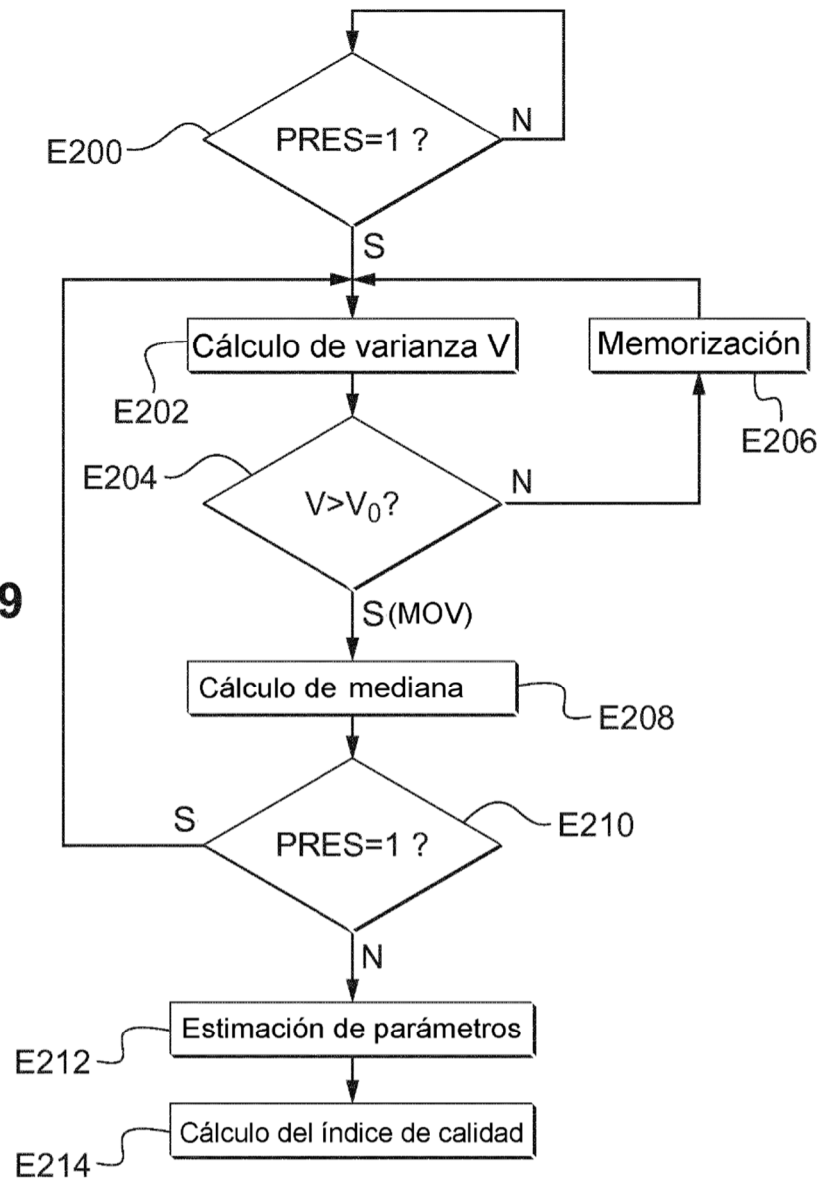


Fig.10

