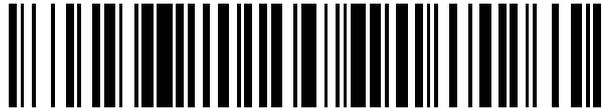


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 881**

21 Número de solicitud: 201430836

51 Int. Cl.:

G06F 3/01 (2006.01)

G06F 3/03 (2006.01)

G06K 9/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

02.06.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

02.12.2015

71 Solicitantes:

SAMSUNG ELECTRONICS IBERIA, S.A.U.
(100.0%)
Avda. de Barajas, 32 - Parque Empresarial
Omega, Edificio C
28108 Alcobendas (Madrid) ES

72 Inventor/es:

MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, Raúl;
FERNÁNDEZ HIDALGO, Fernando;
CEREZO LUNA, Alfredo;
MARTÍNEZ ANDRÉS, Pablo Abelardo;
GÓMEZ BERTOLI, Débora y
CALVO FERNÁNDEZ, Francisco

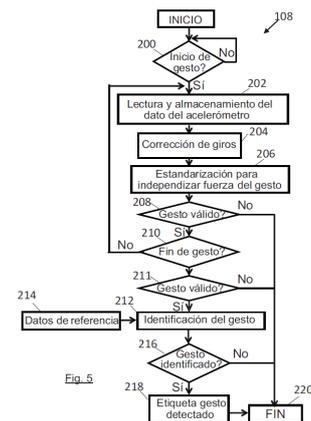
74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

54 Título: **Dispositivo portable y método de control mediante gestos**

57 Resumen:

Dispositivo portable y método de control mediante gestos. El dispositivo portable (1) comprende una unidad de control (3) y un módulo de medición de la aceleración (2) en al menos tres ejes diferentes. La unidad de control (3) detecta una señal de disparo (400) ejecutada por un usuario (10) que porta el dispositivo portable (1) previamente a la realización de un gesto de comando (500) realizado por el mismo usuario (10) y, a partir de dicha detección, inicia la identificación del gesto de comando (500) empleando los datos de aceleración del módulo de medición de la aceleración (2), y obtiene una orden (112) para control de un dispositivo, bien el propio dispositivo portable (1) o un dispositivo externo (5). La señal de disparo puede ser un gesto que porte información adicional que sirva para determinar el dispositivo concreto, o una función del mismo, a controlar. El dispositivo portable puede ser un dispositivo vestible en la extremidad superior del usuario (10), como un reloj inteligente.



ES 2 552 881 A1

Dispositivo portable y método de control mediante gestos

DESCRIPCIÓN

5 Campo de la invención

La presente invención se engloba dentro del campo de los dispositivos electrónicos portables (e.g. tabletas, teléfonos inteligentes) y las computadoras corporales o dispositivos vestibles (en inglés “wearables” o “wearable technology”, tecnología para llevar puesta), y especialmente los dispositivos electrónicos inteligentes que son portados por el usuario en su extremidad superior, tales como relojes inteligentes, anillos inteligentes, pulseras inteligentes o guantes inteligentes. Concretamente, la invención se refiere a un dispositivo portable empleado para el control remoto mediante gestos del propio dispositivo portable o de otros dispositivos electrónicos, tales como televisores, equipos musicales, smartphones, dispositivos electrónicos del coche, dispositivos electrónicos del hogar, etc.

15

Antecedentes de la invención

En la actualidad, los dispositivos portables y los dispositivos corporales o vestibles son cada vez más ampliamente utilizados. El uso que se da a tales dispositivos es muy diverso; así, por ejemplo, las Google Glass se emplean como un dispositivo de visualización, mientras que la ropa inteligente se emplea sobre todo para monitorizar constantes vitales del usuario.

20

En el campo de los dispositivos vestibles destinados a la extremidad superior del usuario, nos encontramos con pulseras y relojes inteligentes para la muñeca, anillos inteligentes para el dedo y guantes inteligentes para la mano, con distintas aplicaciones.

25

Las pulseras y relojes inteligentes se emplean como un pequeño ordenador con pantalla táctil y comunicación inalámbrica con otros dispositivos mediante Bluetooth, y en muchos casos disponen de GPS y detectores de movimiento (acelerómetro, giróscopo, magnetómetro).

30

Entre sus aplicaciones destaca la visualización de datos procedentes del teléfono móvil y, especialmente, la monitorización de la actividad del usuario. Así, la pulsera Samsung Gear Fit se encarga de monitorizar la actividad física del usuario. El documento de patente US20140081179-A1 divulga un reloj inteligente con acelerómetro que registra los movimientos del reloj para posteriormente analizarlos y determinar si hay riesgo de fatiga en

35

el usuario. El documento US20140089514-A1 divulga un reloj inteligente con un sensor de movimiento (acelerómetro, giróscopo o magnetómetro) para monitorizar el movimiento del usuario a lo largo del tiempo. El documento US20130044215-A1 divulga el uso de sensores inerciales (giróscopo o acelerómetro) en un reloj inteligente con pantalla flexible para repositionar la información mostrada al usuario en la pantalla en función de los movimientos del reloj, para que la información de la pantalla del reloj se muestre siempre centrada directamente al usuario independientemente de la orientación del reloj.

También se conoce la aplicación de dispositivos vestibles para el control remoto de otros dispositivos externos. Así, el reloj inteligente Samsung Gear 2 dispone de un emisor infrarrojo que puede ser empleado como mando a distancia para controlar la televisión.

El documento de patente CH706077-A2 divulga un reloj inteligente que controla mediante gestos un aparato auditivo, por ejemplo el control de volumen. Sin embargo, presenta las desventajas que únicamente puede controlar un único dispositivo concreto y que sólo reconoce movimientos básicos y robóticos de la mano del usuario, y no movimientos naturales de la mano (por ejemplo, movimiento lateral de la mano con giro simultáneo de muñeca).

También existen anillos inteligentes para el control de un dispositivo mediante gestos. Así, el anillo inteligente Nod de la empresa Nod, Inc. permite utilizar el dedo índice como un puntero e incluye una pequeña superficie táctil y dos botones de funciones (por ejemplo, para subir o bajar volumen) que complementan la forma de interaccionar con el dispositivo. El anillo inteligente Smarty Ring permite controlar el teléfono móvil del usuario, tal y como aceptar o rechazar llamadas o activar la cámara del teléfono. El anillo Fin de la empresa RHLvision Technologies utiliza un sensor óptico para, utilizando las falanges de los dedos de la mano como interfaz de usuario, realizar el control de un dispositivo.

Con respecto a los guantes inteligentes, Fujitsu presentó en el World Mobile Congress 2014, celebrado en Barcelona, un guante inteligente con lector NFC que utiliza realidad aumentada (combinado con unas gafas de realidad aumentada) y reconocimiento de gestos básicos del usuario (arriba, abajo, izquierda, derecha y rotación de la muñeca) para realizar tareas de mantenimiento en fábricas, buscando reducir los accidentes de trabajo y aumentar la eficiencia de los operarios de mantenimiento.

35

También se conoce el uso de dispositivos móviles para el control remoto de otros dispositivos mediante gestos. Así, el documento de patente WO2013026714-A1 divulga el uso de un teléfono móvil con giróscopo para el control, mediante movimientos del teléfono, del motor de una tabla de surf motorizada. El documento US20120225635-A1 divulga el uso
5 de un teléfono móvil para realizar acciones de emergencia cuando el usuario agita el móvil.

En el ámbito de los videojuegos es conocido el uso de sensores de movimiento para el control de las acciones del personaje del videojuego en la pantalla. Por ejemplo, el documento US20130296048-A1 divulga el uso de un teléfono móvil como controlador del
10 movimiento del palo de golf del jugador, mediante acelerómetro y giróscopo. El documento US20140045463-A1 divulga el uso de un reloj inteligente con acelerómetro, giróscopo y magnetómetro para aplicaciones de juegos. Igualmente, el mando de la consola Wii emplea un acelerómetro para medir la aceleración en los tres ejes y determinar el movimiento que
15 está realizando el usuario para replicarlo en la pantalla, por ejemplo aplicado a un juego de tenis el movimiento del mando simula el movimiento de la raqueta que realiza el jugador dentro del juego.

Sin embargo, todos los dispositivos portables conocidos tienen el problema de que están específicamente preparados para controlar un único dispositivo externo y que dicho control
20 se realiza de una manera básica, con movimientos poco naturales. La presente invención resuelve este problema mediante un dispositivo portable que permite la interacción con distintos dispositivos externos (donde la selección y/o función del dispositivo al que queremos controlar se puede realizar también mediante gestos), con gestos totalmente naturales por parte del usuario y con independencia de la intensidad, fuerza y/o rapidez del
25 gesto realizado.

Descripción de la invención

La invención se refiere a un dispositivo portable (esto es, un dispositivo electrónico inteligente de reducido tamaño y peso para ser portado por el usuario) y a un método para el
30 control e interacción del usuario con dispositivos electrónicos, bien sean dispositivos externos o el propio dispositivo portable. En una realización preferente el dispositivo portable es un dispositivo vestible (también llamados computadoras corporales) que el usuario porta en alguna parte de su cuerpo (piernas, brazos), preferentemente en la extremidad superior.

35 El dispositivo portable tiene dos modos de funcionamiento: remoto o independiente.

Funcionando en modo independiente (“standalone”), el dispositivo vestible utiliza el acelerómetro para determinar el gesto o gestos del usuario y ejecutar una acción específica localmente en el propio dispositivo vestible. Funcionando en modo remoto, el dispositivo vestible reconoce el gesto para transmitir de manera inalámbrica a un dispositivo electrónico externo una acción concreta que debe ejecutar dicho dispositivo externo.

Cuando se trata de un dispositivo vestible, está preferentemente puesto en el brazo, antebrazo, muñeca o mano (por ejemplo, los dedos) del usuario, de forma que movimientos naturales de dicha extremidad superior permitan la interacción con múltiples dispositivos y el control, para un mismo dispositivo, de numerosas acciones. Los dispositivos vestibles para la extremidad superior pueden ser de muchos tipos:

- Relojes inteligentes.
- Anillos inteligentes.
- Pulseras inteligentes.
- Guantes inteligentes.
- Camisetas (o camisas de manga larga) inteligentes.
- Chaquetas inteligentes.
- Muñequeras inteligentes.

El dispositivo portable puede ser un dispositivo no vestible, pero portado en la mano del usuario y que pueden ser fácilmente manejados por el usuario en la mano. Entre otros:

- Lápices y bolígrafos inteligentes.
- Lápices para tabletas de dibujo o superficies táctiles.
- Teléfonos móviles.
- Tabletas.

Un primer aspecto de la invención se refiere a un dispositivo portable de control mediante gestos, que comprende una unidad de control y un módulo de medición de la aceleración en al menos tres ejes diferentes, estando la unidad de control configurada para, utilizando los datos de aceleración provenientes del módulo de medición de la aceleración, identificar un gesto de comando realizado por un usuario que porta el dispositivo portable y obtener, a partir de dicho gesto de comando, una orden para control de un dispositivo. La unidad de control está adicionalmente configurada para detectar una señal de disparo ejecutada por el usuario previamente a la realización del gesto de comando y, a partir de dicha detección, iniciar la identificación del gesto de comando.

La señal de disparo, preferentemente un gesto, puede incluir información adicional, y en particular:

- 5 - información de selección de dispositivo que sirve a la unidad de control para determinar el dispositivo al que va dirigido la orden; y/o
- información de función de dispositivo que sirve a la unidad de control para determinar la función del dispositivo a la que va dirigida la orden.

10 Cuando la señal de disparo incluye información adicional, la unidad de control puede estar configurada para obtener la orden a partir del gesto de comando y de dicha información adicional incluida en la señal de disparo.

15 En una realización preferida el dispositivo portable comprende un módulo de comunicación inalámbrica y la unidad de control está configurada para enviar la orden a un dispositivo externo de manera inalámbrica para su ejecución en dicho dispositivo externo.

En otra realización preferida la unidad de control está configurada para ejecutar la orden en el propio dispositivo portable, en lugar de ejecutarse en un dispositivo externo.

20 El dispositivo portable es preferentemente un dispositivo vestible, para ser colocado en la extremidad superior del usuario.

El dispositivo portable es preferentemente portado por una extremidad del usuario. Para la identificación de un gesto la unidad de control puede estar configurada para realizar una
25 corrección de giros para independizar el movimiento del dispositivo portable con la rotación de la extremidad del usuario sobre su eje. En una realización preferida la corrección de giros comprende obtener el ángulo inicial θ de rotación de la extremidad sobre su eje y rotar los datos de aceleración dicho ángulo θ usando una matriz de rotación. El dispositivo portable puede además comprender un giróscopo, de forma que la unidad de control esté
30 configurada para realizar la corrección de giros empleando datos procedentes del giróscopo.

Para la identificación de un gesto la unidad de control puede estar configurada para realizar una estandarización de los datos de aceleración recibidos para independizar la fuerza del gesto, donde dicha estandarización se realiza mientras se está ejecutando el gesto
35 empleando la media y desviación estándar de los datos de aceleración acumulados en cada

momento.

La unidad de control puede estar configurada para comprobar, durante la realización del gesto o al finalizar el mismo, la validez del gesto, incluyendo al menos una de las siguientes comprobaciones:

- 5 - saturación del módulo de medición de la aceleración;
- si el gesto es demasiado largo, cuando la duración del gesto en tiempo o número de muestras supera un determinado umbral;
- 10 - si el gesto es demasiado corto, cuando la duración del gesto en tiempo o número de muestras es inferior a un determinado umbral.

La unidad de control puede estar configurada para detectar el inicio del gesto mediante la realización de un filtrado de la gravedad en los datos de aceleración recibidos, cuando el módulo de dicha aceleración filtrada supera un determinado umbral.

15 La unidad de control puede estar configurada para detectar el fin del gesto mediante la realización de un filtrado de la gravedad en los datos de aceleración recibidos y cuando el módulo de dicha aceleración filtrada no supera un determinado umbral durante un número determinado de muestras consecutivas.

20 En una realización preferente, la unidad de control está configurada para identificar el gesto empleando unos datos de referencia obtenidos en una etapa previa de entrenamiento.

El dispositivo portable puede comprender un magnetómetro, de forma que la señal de disparo de selección de dispositivo se efectúa empleando dicho magnetómetro.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un método de control de un dispositivo mediante gestos, donde el control es realizado mediante un dispositivo portable con un módulo de medición de la aceleración en al menos tres ejes diferentes. El método comprende:

- 30 identificar un gesto de comando realizado por un usuario que porta el dispositivo portable utilizando los datos de aceleración provenientes del módulo de medición de la aceleración, y
- obtener, a partir de dicho gesto de comando, una orden para control de un dispositivo;
- 35

detectar una señal de disparo ejecutada por el usuario previamente a la realización del gesto de comando y, a partir de dicha detección, iniciar la identificación del gesto de comando.

- 5 En una realización preferente el método comprende enviar la orden a un dispositivo externo de manera inalámbrica para su ejecución en dicho dispositivo externo. La orden puede ser alternativamente ejecutada en el propio dispositivo portable.

10 La etapa de identificación de un gesto puede comprender realizar una corrección de giros para independizar el movimiento del dispositivo portable con la rotación de la extremidad del usuario sobre su eje. Dicha corrección de giros puede comprender obtener el ángulo inicial θ de rotación de la extremidad sobre su eje y rotar los datos de aceleración dicho ángulo θ usando una matriz de rotación.

15 La etapa de identificación de un gesto puede comprender realizar una estandarización de los datos de aceleración recibidos para independizar la fuerza del gesto, donde dicha estandarización se realiza mientras se está ejecutando el gesto empleando la media y desviación estándar de los datos de aceleración acumulados en cada momento.

20 El método puede comprender comprobar, durante la realización del gesto o al finalizar el mismo, la validez del gesto.

25 El método puede comprender detectar el inicio del gesto mediante la realización de un filtrado de la gravedad en los datos de aceleración recibidos y cuando el módulo de dicha aceleración filtrada supera un determinado umbral.

30 El método puede comprender detectar el fin del gesto mediante la realización de un filtrado de la gravedad en los datos de aceleración recibidos y cuando el módulo de dicha aceleración filtrada no supera un determinado umbral durante un número determinado de muestras consecutivas.

El método puede comprender identificar el gesto empleando unos datos de referencia obtenidos en una etapa previa de entrenamiento.

35 Breve descripción de los dibujos

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

5 La Figura 1 muestra de manera esquemática los componentes hardware del dispositivo portable de la presente invención.

La Figura 2 muestra los planos anatómicos X', Y', Z'.

10 La Figura 3 representa un ejemplo de lectura del acelerómetro en sus tres ejes cuando se le somete a una aceleración determinada.

La Figura 4 muestra un diagrama general del algoritmo implementado en el dispositivo portable.

15 La Figura 5 representa un diagrama del algoritmo de detección de gestos implementado en el dispositivo portable.

La Figura 6 muestra la segmentación de un gesto.

20 La Figura 7 muestra la etapa de detección del inicio de gesto.

La Figura 8A muestra datos del acelerómetro con el efecto de la gravedad (eje Z) y la Figura 8B muestra los mismos datos pero filtrados en los 3 ejes..

25 La Figura 9 muestra etapa de detección del fin de gesto.

Las Figuras 10A a 10G muestran imágenes y gráficas donde se aprecian las diferencias entre gestos robóticos de la mano y gestos naturales de la mano con giro de muñeca.

30 Las Figuras 11A y 11B muestran, respectivamente, datos de aceleración de muestras originales y datos de aceleración estandarizados según la media y la desviación estándar de las muestras originales.

35 En la Figura 12 se muestra una primera etapa opcional de comprobación de la validez del

gesto.

En la Figura 13 se muestra una segunda etapa opcional de comprobación de la validez del gesto.

5

En la Figura 14 se muestra un diagrama de la etapa de aprendizaje o proceso de generación de plantillas.

La Figura 15 muestra un ejemplo de interpolación mediante splines a partir de valores registrados por el acelerómetro.

10

En la Figura 16 se muestran distintas iteraciones realizadas con el método de propagación de afinidad, en la etapa de aprendizaje.

15 En las Figuras 17A a 17D se muestran el contenido de distintas señales de disparo.

Las Figuras 18A y 18B muestran varios ejemplos de obtención de órdenes a partir de una señal de disparo (con información adicional) y un gesto de comando.

20 La Figura 19A muestra la realización de una señal de disparo mediante un gesto para seleccionar el televisor como el dispositivo a controlar. La Figura 19B muestra un gesto de comando realizado a continuación para cambiar de canal en el televisor.

La Figura 20A muestra la realización de una señal de disparo mediante un gesto para seleccionar el aire acondicionado como el dispositivo a controlar. La Figura 20B muestra un gesto de comando realizado a continuación para incrementar la potencia del aire acondicionado.

25

La Figura 21A muestra la realización de una señal de disparo mediante magnetómetro para seleccionar la lavadora como el dispositivo a controlar. La Figura 21B muestra un gesto de comando realizado a continuación para poner en marcha la lavadora.

30

La Figura 22A muestra la realización de una señal de disparo mediante magnetómetro para seleccionar el televisor como el dispositivo a controlar. La Figura 22B muestra un gesto de comando realizado a continuación para apagar el televisor.

35

La Figura 23 muestra un mismo gesto ejecutado de forma rápida (izquierda) y de forma lenta (derecha), donde ambos son identificados por el dispositivo como idénticos al aplicar una estandarización para independizar la fuerza del gesto.

5

En las Figuras 24A y 24B se muestran, respectivamente, la gráfica de aceleraciones capturadas por el acelerómetro durante la realización del movimiento rápido hacia la izquierda y la gráfica de aceleraciones para el movimiento lento hacia la izquierda.

10 Las Figuras 25A y 25B muestran, respectivamente, los datos de aceleración de las Figuras 24A (movimiento rápido) y 24B (movimiento lento) estandarizados.

La Figura 26 muestra una realización del dispositivo portable con acelerómetro, magnetómetro y giróscopo.

15

Descripción detallada de la invención

La **Figura 1** muestra de manera esquemática algunos componentes hardware del dispositivo portable 1 de la presente invención. El dispositivo portable 1 incorpora:

20 - Un módulo de medición de la aceleración 2, encargado de obtener la aceleración en al menos tres ejes diferentes. En una realización particular se emplea un único acelerómetro de tres ejes, aunque se podrían emplear acelerómetros de más ejes (6 ejes, 9 ejes, etc.) o incluso combinaciones de acelerómetros de uno o dos ejes (por ejemplo, tres o más acelerómetros de un único eje cada uno; o un acelerómetro de un eje y otro acelerómetro de dos ejes). La aceleración en tres ejes se representa en la figura por (Acc_x, Acc_y, Acc_z) .

25 - Una unidad de control 3 (con medios de procesamiento de datos como un procesador, un microcontrolador, etc.).

30 - Un módulo de comunicación inalámbrica 4 (por ejemplo, un transceptor Bluetooth, y/o un transceptor WiFi, y/o un transceptor lumínico –comunicación a través de luz visible VLC–) para comunicarse con dispositivos externos (televisión, equipo musical, aire acondicionado, smartphone, etc.). En una realización preferida el dispositivo portable es un dispositivo vestible, como por ejemplo un reloj inteligente.

35 En la **Figura 2** se muestran los planos anatómicos: plano Z' vertical de simetría, plano Y' horizontal y plano X' perpendicular a ambos. El objeto de utilizar un módulo de medición de la aceleración 2 que obtenga la aceleración en al menos tres ejes diferentes es obtener el

vector aceleración (Acc_x, Acc_y, Acc_z) en el espacio, en los tres ejes coordenados X,Y,Z. Para ello se puede usar, por ejemplo, un acelerómetro de tres ejes. En adelante, y por simplicidad, nos referiremos al módulo de medición de la aceleración 2 como acelerómetro.

- 5 Cualquier movimiento de translación de un cuerpo en la superficie de la tierra es resultado de la aplicación de la fuerza de gravedad junto otras fuerzas como pueden ser las aplicadas por un usuario sobre el cuerpo o dispositivo. El acelerómetro permite obtener la magnitud de la suma de estas fuerzas como aceleraciones en tres ejes relativos a su sistema de referencia, independientemente de la posición del dispositivo, además de la orientación
10 respecto al plano horizontal del suelo en reposo ya que en esa situación muestra la dirección del vector de aceleración producido por la fuerza de gravedad en la Tierra. Idealmente los datos obtenidos no van a variar independientemente de la localización del sensor en cualquier punto de la superficie de la tierra por lo que el acelerómetro permite caracterizar suficientemente un movimiento relativo de traslación de un cuerpo o dispositivo
15 para diferenciarlo de otro.

El acelerómetro 2 mide la aceleración aplicada sobre el dispositivo portable 1 en tres ejes (X, Y, Z), incluyendo la fuerza de la gravedad. En función de la orientación en el espacio del acelerómetro, los tres ejes del acelerómetro pueden o no coincidir realmente con los ejes X, Y Z representados en la Figura 2. La **Figura 3** representa un ejemplo de lectura del
20 acelerómetro en sus tres ejes (X, Y, Z) cuando se le somete a una aceleración determinada (por ejemplo, un gesto del usuario cuando mueve la extremidad superior en el que está puesto el dispositivo portable).

- 25 La **Figura 4** muestra un diagrama general del algoritmo implementado en el dispositivo portable 1, portado por el usuario en una de sus extremidades superiores, bien sea brazo, antebrazo, muñeca o mano.

Según se muestra en dicha Figura 4, el usuario utiliza el dispositivo portable 1 para,
30 mediante gestos, enviar de manera inalámbrica una señal de comando (i.e. una orden) a un dispositivo externo. En otra realización preferida, la orden podría ser ejecutada en el propio dispositivo portable, en lugar de ser enviada a un dispositivo externo.

- 35 Antes de realizar el gesto que corresponde a una orden determinada (por ejemplo, mover el reloj inteligente hacia arriba para mandar una orden de subir el volumen), el usuario ejecuta

una señal de disparo, o señal de activación, para que comience el reconocimiento de la orden gestual. La señal de disparo puede ser, por ejemplo, un toque o golpecito en la pantalla táctil del reloj inteligente, o incluso un gesto característico. Las señales de disparo se explicarán más adelante en detalle.

5

En el recuadro de la izquierda se muestra de manera esquemática una realización preferida del procesamiento local 100 que tiene lugar en el dispositivo portable y en el recuadro de la derecha el procesamiento remoto 120 que ocurre en el dispositivo externo a controlar, una vez recibe la orden del dispositivo portable.

10

En el procesamiento local 100, después de una primera etapa de inicio 102, se comprueba la existencia de una señal de disparo 104. Una vez detectada dicha señal de disparo, se procede a la lectura de los datos del acelerómetro 106. Un algoritmo de detección de gestos 108 utiliza las lecturas del acelerómetro para interpretarlas y determinar si se detecta un gesto 110, en cuyo caso se obtiene una orden 112; esto es, el gesto se traduce en un comando u orden, por ejemplo consultando tablas almacenadas en una base de datos donde a cada gesto corresponde una orden, lo cual es realizado por una aplicación cliente que se ejecuta en el dispositivo portable 1. Los medios de comunicación inalámbrica envían la orden 114 de manera inalámbrica (preferiblemente mediante Bluetooth de baja energía) al dispositivo externo, el cual recibe la orden o comando 122 mediante sus correspondientes medios de comunicación inalámbrica. El dispositivo externo procesa la orden 124 y ejecuta la acción correspondiente 126 (por ejemplo, bajar el volumen, apagar el dispositivo, subir la temperatura, etc.). A su vez, el dispositivo externo puede enviar un acuse de recibo de la orden recibida (no mostrado en la Figura 4), la cual puede llevar asociada información adicional. Así, por ejemplo, si el dispositivo portable 1 recibe un acuse de recibo puede realizar, mediante un vibrador incorporado, una vibración para conocimiento del usuario de que la orden fue eficazmente recibida y ejecutada. También, el dispositivo portable 1 puede mostrar en su pantalla información recibida con el acuse de recibo, por ejemplo (“volumen subido”), para que el usuario sepa la acción concreta ejecutada. La señal de acuse de recibo (proveniente del dispositivo externo o del propio dispositivo portable 1) puede generar en el dispositivo portable 1 vibraciones, música/sonidos, cambio de iluminación o color en la pantalla, iluminación de fuentes de luz externas a la pantalla (por ejemplo, leds en los laterales del dispositivo portable 1), mensajes de texto, muestra de imágenes en la pantalla, muestra de texto e imágenes, animaciones, videos, etc.

35

Para que el dispositivo externo pueda comunicarse con el dispositivo portable, el dispositivo externo debe tener un módulo de comunicaciones inalámbrico compatible con el del dispositivo portable 1 (WiFi, WiFi Direct, Bluetooth, Bluetooth LE, infrarrojos, comunicación a través de luz visible), además de una unidad de procesamiento para poder recibir la orden, procesarla y ejecutarla. Para comunicarse entre sí ambos dispositivos deben estar pareados, bien a través de una aplicación (sobre todo si son dispositivos de una misma marca) o bien empleando por ejemplo el perfil Bluetooth.

En el procesamiento local 100, una vez que se ha enviado la orden 114 o cuando no se ha detectado el gesto 110, se puede volver a esperar una señal de disparo 104 para empezar el algoritmo de detección de gestos 108. Otra variante, marcada con líneas discontinuas, es que no se espera una nueva señal de disparo 104, sino que se vuelve a ejecutar el algoritmo de detección de gestos 108. Esto puede darse para ciertos tipos de señales de disparo, en los que se vaya a dar una serie consecutiva de órdenes y por tanto no sea necesario repetir el disparo para cada orden. Por ejemplo, esto sería útil para control de imágenes mostradas en una televisión (el dispositivo externo), de forma que con un disparo se indique que a continuación se van a dar una serie numerosa de órdenes relativas a paso de imágenes, hasta que se reciba una nueva señal de disparo que indique el fin del control de paso de imágenes o cuando termine un tiempo establecido desde que se activó la señal de disparo. Por tanto, también sería útil cuando una señal de disparo permite ejecutar un número indeterminado de órdenes durante un tiempo establecido, de forma que la señal de disparo activa un temporizador y hasta que se acabe el temporizador el usuario puede ejecutar numerosas órdenes sin necesidad de activar de nuevo el disparo entre órdenes consecutivas. Una vez acabado el temporizador, eso sí, el usuario necesitaría de nuevo activar la señal de disparo para ejecutar órdenes. La señal de disparo se explicará más adelante en detalle.

La **Figura 5** representa un diagrama del algoritmo de detección de gestos 108. El algoritmo comienza con la detección del inicio de un gesto 200. Una vez detectado el inicio de un gesto, se procede a la lectura y almacenamiento del dato de aceleración proveniente del acelerómetro 202. A continuación, se realiza una corrección de giros 204, que tiene por objeto independizar el movimiento del dispositivo (movimiento en los tres ejes X, Y, Z) con el giro realizado por la extremidad superior (por ejemplo, giro realizado por la muñeca si el dispositivo portable es un reloj o una pulsera inteligente). Esto permitiría al usuario realizar movimientos naturales (en lugar de movimientos robóticos) para ejecutar los gestos, de

5 forma que un movimiento lateral hacia la izquierda podría incluir un giro natural de la mano o muñeca (apertura de la mano si el gesto se realiza con el dispositivo portable en la extremidad superior izquierda) y el algoritmo de detección de gestos 108 seguiría detectando el gesto (movimiento lateral hacia la izquierda) independientemente del giro de muñeca realizado.

10 En el siguiente paso tiene lugar una estandarización 206 para independizar la fuerza del gesto, lo cual tiene por objeto reconocer los gestos con independencia de la intensidad, fuerza y/o rapidez con que se realiza el gesto. Así, un movimiento lateral hacia la izquierda se reconocería independientemente de que éste se ejecutara de manera lenta o rápida por parte del usuario, lo cual es importante ya que las medidas de aceleración serían muy distintas en ambos casos.

15 Durante la realización del gesto se puede comprobar si el gesto es válido 208, ya que puede ocurrir que las lecturas del acelerómetro sean incorrectas o haya saturación en el acelerómetro, lo cual imposibilitaría la detección del gesto y se terminaría el proceso de detección 220. Si durante la realización del gesto éste sigue siendo válido, se comprueba la detección de la finalización del gesto 210. En caso de que el gesto no se haya finalizado, se continúa con el proceso de lectura de datos del acelerómetro.

20 Una vez se detecta la finalización del gesto 210, se procede a verificar nuevamente si el gesto es válido 211 para a continuación, si el gesto una vez finalizado se considera válido, realizar una etapa de cálculos para la identificación del gesto 212. Para ello se emplean una serie de datos de referencia 214 previamente obtenidos mediante un proceso de generación de plantillas, que se explicará más adelante en detalle. Si la comparación del gesto realizado por el usuario con los datos de referencia 214 no permite identificar un gesto, se finaliza el algoritmo de detección de gestos 108. En caso contrario, si se ha identificado correctamente un gesto 216, se obtiene la etiqueta del gesto detectado 218.

30 Para la detección de los gestos hay que tener en cuenta que la interfaz de programación de aplicaciones (API) del acelerómetro suministra una secuencia continua de datos del acelerómetro, mientras que el algoritmo de detección de gestos 108 trabaja con un número finito de muestras del acelerómetro, por lo cual es necesario realizar una segmentación de los datos provenientes del acelerómetro 2 para discriminar sólo la porción de datos
35 suministrada durante la realización del gesto. Esto es, hay que identificar y separar las

muestras del acelerómetro producidas en la duración del gesto del usuario. Un gesto se puede definir en tres etapas, como se muestra en la **Figura 6**, que muestra la segmentación de un gesto 240:

- Inicio del gesto 228.
- 5 - Realización del gesto 242.
- Finalización del gesto 262.

El inicio del gesto 228 se determina en la etapa de detección del inicio de gesto 200, mostrada en detalle en la **Figura 7**. El algoritmo de detección de gestos 108 está
10 continuamente recibiendo los datos del acelerómetro 106. A continuación se realiza un filtrado o extracción de la gravedad 222 en los datos de la aceleración proporcionados por el acelerómetro 2. Para analizar la aceleración hay que tener en cuenta que la fuerza de gravedad está actuando continuamente en el eje vertical Z (tomando como referencia absoluta la superficie de la Tierra). Como la magnitud de la fuerza de gravedad puede ser
15 considerada constante a lo largo del tiempo, se puede emplear un filtro paso alto (por ejemplo, 1º Orden $F_c=2\text{Hz}$) para filtrar la gravedad pero dado que el acelerómetro tiene un sistema de referencia solidario al dispositivo y éste puede moverse libremente, la aceleración aparecerá descompuesta en los tres ejes de referencia del acelerómetro según sea posicionado el dispositivo respecto a la Tierra, por tanto se debe aplicar el filtro en los
20 tres ejes del acelerómetro. La **Figura 8A** muestra datos provenientes del acelerómetro con el efecto de la gravedad (eje Z). Por su parte la **Figura 8B** muestra los datos anteriores filtrados en el eje Z, pero como efecto lateral parte de los valores de aceleración en el eje X e Y también han sido filtrados y sus valores difieren de los valores originales.

25 Posteriormente se calcula el módulo de la aceleración filtrada 224, según la siguiente fórmula:

$$\sqrt{(Acc_x^2 + Acc_y^2 + Acc_z^2)} \quad (1)$$

donde (Acc_x, Acc_y, Acc_z) representa las componentes de la aceleración después de extraer o filtrar la gravedad en el paso anterior.

30 Cuando el usuario empieza a realizar un gesto se ha demostrado empíricamente que usando el módulo de la aceleración en los tres ejes suministrada por el acelerómetro se puede identificar cuándo un gesto potencial está empezando a ser ejecutado. Es por ello que se comprueba 226 si el valor del módulo de la aceleración filtrada, según la ecuación

(1), es mayor que un determinado umbral, en cuyo caso se determina que hay un posible inicio de gesto 228, finaliza 230 la etapa de detección del inicio de gesto 200 y el algoritmo de detección de gestos 108 avanza a la siguiente etapa (etapa 202) para identificar el gesto que acaba de iniciarse. En caso de que no supere el umbral establecido, se inicia de nuevo la comprobación de inicio de gesto.

Durante la etapa de realización del gesto 242, el usuario está ejecutando el gesto y los valores de aceleración se mantienen por encima de un umbral. Durante la realización del gesto 242 el algoritmo de detección de gestos 108 realiza la lectura y almacenamiento de los datos recibidos del acelerómetro 202, corrección de giros 204, estandarización 206 y comprobación de gesto válido 208.

El fin del gesto 262 se determina en la etapa de detección del fin de gesto 210, mostrada en detalle en la **Figura 9**. Dicha etapa comienza recibiendo el dato del acelerómetro previamente leído y almacenado en la etapa 202. A continuación se realiza un filtrado o extracción de la gravedad 252 en dicho dato de aceleración, se calcula el módulo de la aceleración filtrada 254 y se determina si supera un umbral 256, de manera similar a como se realizó para la etapa de detección de inicio de gesto 200.

Se ha demostrado empíricamente que el usuario finaliza el gesto cuando un determinado número de muestras del acelerómetro están por debajo de un umbral, que será normalmente el mismo umbral considerado para determinar el inicio del gesto. En una realización preferente se identifica que el gesto ha terminado si hay un número n determinado de valores consecutivos (12 valores, en la realización considerada) suministrados por el acelerómetro cuyo módulo no supera el umbral, aunque dicho número puede variar y es configurable. Así, en la etapa de detección del fin de gesto 210 cuando se supera el umbral se incrementa un contador 258 en uno (el contador se inicializó previamente a cero cuando se detecta el inicio de un gesto). Se comprueba 260 si el contador llega a un número n determinado, en cuyo caso se considera fin de gesto 262 y en caso contrario se finaliza la etapa 266 hasta que se reciba el siguiente dato de aceleración (esta etapa 210 vuelve a ser llamada para el siguiente dato de aceleración en la etapa de detección de gestos 108). Si se supera el umbral se inicializa el contador 264, ya que para determinar el fin del gesto 262 los valores detectados por debajo del umbral deben ser consecutivos.

35

Indicar que se emplean los valores de aceleración filtrados para determinar si el valor del módulo es superior al umbral para determinar el inicio y el fin del gesto, ya que se ha comprobado que con dichos valores filtrados se obtienen resultados más fiables. Sin embargo, estos valores filtrados se emplean únicamente para determinar de una manera muy fiable el inicio del gesto 228 y la finalización del gesto 262, pero el algoritmo de detección de gestos no emplea estos valores filtrados durante la realización del gesto 242 para determinar el gesto realizado, ya que el uso de valores no filtrados son mucho más precisos y uniformes para un mismo gesto realizado por diferentes usuarios, lo cual hace que estos valores no filtrados sean mejores para discriminar el gesto concreto ejecutado por el usuario.

Con respecto a la realización del gesto 242, una vez ya se detectado el inicio del gesto 228 se procede a la lectura y almacenamiento del dato del acelerómetro 202 y a la corrección de giros 204. A continuación se explica en detalle el proceso de corrección de giros 204 ejecutado por el algoritmo de detección de gestos 108. En la **Figura 10A** se representa a modo de ejemplo un gesto correspondiente a un movimiento guiado a la izquierda de la extremidad superior sin giro de muñeca (movimiento poco natural, robótico), donde se muestra también los ejes X, Y, Z sobre los que el acelerómetro mide la aceleración. En dicha figura el dispositivo portable 1 es un reloj inteligente sujeto en la muñeca del brazo derecho del usuario 10. En las **Figuras 10B** y **10C** se representan un gesto correspondiente a un movimiento lateral de la extremidad superior con giro de muñeca (un giro más amplio en la Figura 10B que en la Figura 10C, pero en ambos casos movimientos más naturales del usuario 10 para realizar el gesto de movimiento lateral izquierdo). La **Figura 10D** representa una serie de lecturas del acelerómetro 2 en los tres ejes para el gesto lateral sin giro de muñeca mostrado en la Figura 10A, donde los triángulos representan la aceleración en el eje Z, los cuadrados la aceleración en el eje Y, los rombos la aceleración en el eje X. La **Figura 10E** representa una serie de lecturas del acelerómetro 2 en los tres ejes para el gesto lateral con giro de muñeca de la Figura 10B.

Según un estudio realizado en diferentes usuarios, durante la ejecución de un gesto lateral de la mano de forma natural cada usuario realiza una rotación diferente de las muñecas, por lo que se hace necesario una corrección de la rotación de la muñeca para poder identificar correctamente el gesto realizado por el usuario en el eje correspondiente, ya sea movimiento a la derecha, izquierda, arriba, abajo, giro en círculo, etc. Como se muestra en la Figura 10E, las aceleraciones en los ejes Y, Z son modificadas en función del ángulo de

rotación θ de la muñeca, de forma que los vectores de aceleración resultantes en ambos ejes Y, Z son la composición de una magnitud proporcional a la amplitud del giro sobre el vector proporcionado por el acelerómetro en ese mismo movimiento sin giro de muñeca. Dicho valor final resultante de la composición previamente mencionada está definido mediante la ecuación de rotación 3D de un punto, como se explicará a continuación.

Este paso se divide en dos procesos en función de la naturaleza de la rotación de la muñeca:

1. Rotación fija de la muñeca, donde el gesto completo se realiza con la muñeca rotada un ángulo fijo determinado (esto es, no se realiza rotación de la muñeca durante la realización del gesto, Figura 10A).
2. Rotación dinámica de la muñeca, donde la muñeca se rota dinámicamente durante la realización del gesto (Figuras 10B y 10C).

Con respecto a la rotación fija de la muñeca, el ángulo de rotación inicial de la muñeca se calcula teniendo en cuenta la contribución de la gravedad a los valores resultantes de calcular la media de los dos últimos valores de aceleración recibidos del acelerómetro en los ejes Y (mediaY) y Z (mediaZ) antes de que el inicio del gesto sea reconocido (para ello el sistema está continuamente leyendo la señal del acelerómetro y almacenando los dos últimos valores recibidos, lo cual por motivos de simplicidad no está mostrado en la Figura 5). Dados los valores de aceleración en el eje Y y Z anteriormente mencionados, usamos la función trigonométrica arcotangente para obtener el ángulo de rotación θ de la muñeca, en radianes: $\theta = \arctan(\text{mediaY}/\text{mediaZ})$.

Una vez que el comienzo del gesto es reconocido, se rota en el espacio todos los valores dados por el acelerómetro de acuerdo al ángulo θ usando una matriz de rotación 3D básica R_x (matriz de rotación 3D de la muñeca en el eje X) según la siguiente fórmula:

$$R_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad (2)$$

A continuación se aplica dicha matriz a los valores proporcionados por el acelerómetro (Acc_x, Acc_y, Acc_z), para obtener el vector aceleración (Acc'_x, Acc'_y, Acc'_z) corregido por la rotación de la muñeca:

$$(Acc_{x'}, Acc_{y'}, Acc_{z'}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Acc_x \\ Acc_y \\ Acc_z \end{bmatrix} \quad (3)$$

De esta forma se puede comparar el gesto realizado con la muñeca rotada un cierto ángulo θ con el mismo gesto realizado con la muñeca en una posición neutra, siendo dicha posición neutral un ángulo de rotación de 0 grados.

Con respecto a la rotación dinámica de la muñeca, se supone que el gesto se ejecuta mientras que a la vez se rota la muñeca (Figuras 10B y 10C). Se podría realizar calculando los cambios del ángulo de rotación de la muñeca durante la realización del gesto usando la información suministrada por un giróscopo y aplicando la técnica anterior de rotación fija de la muñeca para modificar las lecturas del acelerómetro en función del ángulo θ en cada instante concreto.

Sin embargo, esto supondría una limitación en el dispositivo portable por la necesidad de utilizar un sensor adicional y por el mayor consumo de las baterías cuando se emplea el giróscopo, de ahí que sea recomendable utilizar una aproximación alternativa diferente. Durante el proceso de generación de plantillas, o generación del conjunto de datos de entrenamiento, el cual será explicado más adelante, se identifican y graban posibles gestos incluyendo rotaciones de muñeca. De esta forma para cada gesto registrado, tendremos los gestos neutros (realizados con 0° de rotación de la muñeca) y el mismo gesto realizado con cambios dinámicos en el ángulo de rotación de la muñeca.

Las **Figuras 10F** y **10G** representan ambas un movimiento lateral a la izquierda del dispositivo portable, pero mientras que la Figura 10F primera representa un movimiento rígido y robótico, la Figura 10G representa un movimiento fluido y natural del usuario, lo cual es detectado por el algoritmo de detección de gestos 108 al aplicar la corrección de giros 202 según se ha explicado.

Indicar que todo lo que aquí se refiere a rotación de la muñeca se podría aplicar a cualquier otra articulación, como por ejemplo el codo, si es éste el que realiza la rotación.

A continuación se explica en detalle el proceso de estandarización 206 para independizar la

fuerza del gesto ejecutado por el algoritmo de detección de gestos 108. Los datos del acelerómetro 2 resultantes de un gesto realizado por el usuario sufren disparidad en la intensidad del gesto entre diferentes usuarios, e incluso disparidad en la intensidad del gesto realizado por el mismo usuario cuando realiza un mismo gesto dos veces seguidas. Esto
 5 implica que aunque la forma de las señales puedan ser muy similares, la amplitud de las señales puede diferir de una muestra a otra, lo que hace necesario reducir las muestras a una escala común para realizar la comparación. Por este motivo el algoritmo emplea un proceso de estandarización 206 que incluye una normalización en las muestras para obtener media cero y una normalización por desviación estándar. La fórmula de estandarización
 10 empleada es la siguiente:

$$X' = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (4)$$

donde μ es la media de las medidas realizadas y σ la desviación estándar de las mismas, siendo X la medida original del acelerómetro y X' la medida estandarizada. La fórmula de estandarización puede ser empleada globalmente o independientemente por cada eje. Así,
 15 los valores X' estandarizados que sean positivos implican valores sobre la media, mientras que valores de X' que sean negativos implican valores por debajo de la media. Además, los valores X' son reducidos en escala con respecto a los valores originales X , de forma que los datos son transformados para ser representados utilizando la misma amplitud de escala.

20 La **Figura 11A** muestra un ejemplo de datos originales obtenidos por el acelerómetro (Acc_x , Acc_y , Acc_z) en los tres ejes para un movimiento horizontal hacia la izquierda, donde se aprecia una magnitud más o menos constante en el eje Z debido a la contribución de la gravedad. La **Figura 11B** muestra los datos de la Figura 11A estandarizados (según la media μ y la desviación estándar σ de las medidas mostradas en la Figura 11A) de manera
 25 global para los tres ejes (Acc_{xs} , Acc_{ys} , Acc_{zs}), y así se puede apreciar que la proporcionalidad entre los ejes se mantiene.

Cuando la estandarización se realiza mientras el acelerómetro está todavía suministrando datos, la media y desviación estándar final es desconocida, con lo que se debe calcular una
 30 aproximación con los datos actuales y conocidos. La solución sería calcular, para cada punto, la media y la desviación estándar para los puntos conocidos, lo cual sería una aproximación pero la solución convergerá a los valores reales cuando reciben el último punto. La ecuación (5) muestra la estandarización modificada, donde la media μ es

sustituida por la media modificada \overline{X}_n para la muestra n, según se obtiene de la ecuación (6), y la desviación estándar σ se sustituye por la desviación estándar modificada $\overline{\sigma}_n$ para la muestra n, obtenida por la ecuación (7).

$$x_{Sn} = \frac{x_n - \mu}{\sigma} \rightarrow x_{Sn} = \frac{x_n - \overline{X}_n}{\overline{\sigma}_n} \quad (5)$$

5 Las ecuaciones (6) y (7) permiten calcular cada par de nuevas medias y desviaciones estándar dados los valores previamente conocidos para de esta forma mejorar la velocidad de cálculo, donde n es el número de la muestra correspondiente, x_n es el último valor de la muestra y \overline{X}_{n-1} es el valor de la media modificada para la muestra anterior, n-1.

$$\mu \rightarrow \overline{X}_n = \frac{\overline{X}_{n-1} * (n - 1) + x_n}{n} \quad (6)$$

$$\sigma \rightarrow \overline{\sigma}_n = \sqrt{\frac{1}{(n - 1)} \left[\left(\sum_{i=0}^{i=n} x_i^2 \right) + (\overline{X}_n)^2 * n - 2 * \overline{X}_n * \left(\sum_{i=0}^{i=n} x_i \right) \right]} \quad (7)$$

15 Tanto durante la realización del gesto 242 como una vez finalizado el gesto 262, se puede comprobar si el gesto es válido. En la Figura 5 se muestra una etapa opcional de comprobación de la validez del gesto 208 (una vez terminada la etapa de estandarización 206) y otra etapa opcional de comprobación de la validez del gesto 211 (una vez finalizado el gesto). Hay que tener en cuenta que durante la realización del gesto pueden ocurrir distintos eventos que causen el descarte del gesto y no sea considerado válido, por ejemplo si un gesto se realiza de manera muy fuerte, o durante un período de tiempo muy largo, o con un ángulo de inclinación del codo elevada. También se puede descartar un gesto si el número de muestras capturadas durante el gesto es excesivamente reducido, lo cual ocurriría para movimientos demasiado cortos.

25 Así, en una realización preferida se considera que un gesto es demasiado corto si el gesto una vez realizado no supera un umbral determinado (40 muestras en una realización particular). De forma similar, un gesto muy largo, formado por un número de muestras por encima de un umbral determinado (150 muestras, en un caso particular), se descartaría. Por supuesto, en lugar de tomar como parámetro para comprobar si el movimiento es

demasiado corto o demasiado largo el número de muestras capturadas durante la realización del gesto, se puede emplear un parámetro temporal. Así, si el gesto se realiza en menos de un tiempo configurable se consideraría movimiento muy corto y si se lleva a cabo durante un tiempo muy elevado se considera movimiento muy largo.

5

También puede ocurrir que un movimiento se ejecute de manera muy brusca y repentina, con mucha fuerza. En ese caso el algoritmo de detección de gesto no podría determinar con precisión el gesto realizado, ya que los gestos realizados con mucha fuerza provocan la saturación del acelerómetro.

10

En la **Figura 12** se muestra la primera etapa opcional de comprobación de la validez del gesto 208. Como en la comprobación realizada en esta primera etapa 208 todavía no se dispone del fin de gesto 262, el gesto se está realizando y todavía no se puede conocer si el gesto es demasiado corto hasta que no finalice. Sin embargo, sí se puede comprobar en esta etapa otros aspectos, como si el gesto que se está realizando es demasiado largo o si se ha producido saturación en el acelerómetro.

15

En esta etapa 208 se puede comprobar en primer lugar si ha habido saturación 270 en el acelerómetro. Para detectar si un movimiento se realiza con mucha fuerza, se comprueba si el acelerómetro se satura durante un número determinado de muestras consecutivas en uno o varios ejes. En una realización particular se considera que esto ocurre si durante la duración del gesto se detecta que dos puntos, no necesariamente consecutivos, tienen, al menos, dos de sus componentes fijadas a un valor igual o superior a 2G. En caso afirmativo, se considera que el gesto no es válido 274.

20

25

A continuación (o antes, o simultáneamente) se puede comprobar si el gesto es demasiado largo 272, por ejemplo si el número de muestras del gesto que se está realizando supera un umbral determinado. Una vez que haya superado con éxito todas las comprobaciones oportunas, se considera que el gesto es válido 276. Indicar que esta etapa de comprobación de la validez del gesto 208, realizada durante la realización del gesto, es opcional, podría realizarse en otros momentos de la realización y podría incluir una o varias comprobaciones diferentes de entre las indicadas.

30

De manera similar, en la **Figura 13** se representa la segunda etapa opcional de comprobación de la validez del gesto 211, la cual se lleva a cabo una vez finalizado el gesto

35

262. En este caso se puede comprobar si el gesto realizado es demasiado corto 278, por ejemplo si el número de las muestras del gesto no supera un umbral determinado. En caso afirmativo se considera gesto no válido 274, y en caso contrario gesto válido 276. Igualmente, esta segunda etapa de comprobación de la validez del gesto 211, realizada una vez finalizado el gesto, es opcional, y además podría incluir una o varias comprobaciones diferentes de entre las ya indicadas. Así por ejemplo se podría realizar una única etapa de comprobación de la validez del gesto, una vez finalizado el gesto, donde se realizaran todas las comprobaciones (saturación 270, gesto muy largo 272 y gesto muy corto 278).

5
10 Una vez detectado el fin del gesto 210, y comprobada opcionalmente la validez del gesto 211, se procede a realizar la identificación del gesto 212 ejecutado por el usuario. Para ello se pueden emplear distintos algoritmos de aprendizaje automático (como por ejemplo el modelo oculto de Markov, "Hidden Markov") u otros algoritmos comparativos conocidos (SVM, Redes Neuronales, etc.) que midan la similitud entre dos secuencias temporales de
15 datos con unas plantillas o datos de referencia 214, como por ejemplo el algoritmo Alineamiento Temporal Dinámico (DTW, "Dynamic Time Warping"), el cual no es estrictamente un algoritmo de aprendizaje automático, sino un algoritmo para medir la similitud entre dos secuencias temporales que pueden variar en el instante de tiempo o velocidad. Se compara el movimiento actual del usuario, el gesto realizado, con las plantillas
20 de gestos que se han obtenido previamente en una etapa de entrenamiento.

En una realización preferida se emplea el algoritmo DTW en combinación con un sistema de plantillas (comparando los gestos capturados con unos datos de referencia 214 previamente almacenados), si bien la identificación del gesto se puede realizar de otras múltiples formas,
25 como por ejemplo mediante aprendizaje automático. A continuación se explica en detalle el algoritmo DTW empleado en una posible realización.

El algoritmo DTW es un método que calcula un emparejamiento óptimo entre dos secuencias con ciertas restricciones. Las secuencias son alineadas, de manera no lineal en
30 la dimensión temporal, para determinar una medida de su similitud independientemente de ciertas variaciones no lineales en la dimensión temporal.

El algoritmo DTW obtiene una distancia cuantitativa entre dos secuencias dadas. La fórmula de la distancia D se basa en la distancia euclidiana.

35
$$D = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2 + (z1 - z2)^2} \quad (8)$$

Se ha probado el algoritmo de detección de gestos donde el entrenamiento se ha realizado con un juego de muestras que incluyen la información de la gravedad y con un juego de muestras donde la gravedad ha sido filtrada con un filtro paso alto. Se ha demostrado que el algoritmo DTW funciona mejor empleando en el entrenamiento muestras que incluyen la información de la gravedad (92,125% ratio de éxito en el caso de usar la información de la gravedad contra el 85,826% ratio de éxito en el caso de usar la información con la gravedad filtrada).

El empleo del algoritmo DTW requiere en general $O(N^2)$, siendo N el número de muestras de la secuencia. La notación O se usa para representar el orden de complejidad de un algoritmo en tiempo de ejecución o memoria. Que sea n^2 quiere decir que la complejidad aumenta de manera cuadrática, es decir, que conforme aumente el número de datos a tratar, el tiempo de ejecución aumentará de manera parabólica, lo cual no es muy óptimo, pero como el algoritmo de detección de gestos 108 trabaja con un número de muestras fijo y no muy elevado, alrededor de unas 70 muestras para definir un gesto, no se ve especialmente afectado.

No obstante, para acelerar el cálculo, se puede emplear una nueva variante en tiempo real del algoritmo DTW de complejidad $O(N)$, con la que se puede calcular distancias DTW para cada nueva muestra proveniente del acelerómetro 2. La base de esta variante es distribuir el cálculo de cada columna de la matriz de coste DTW a lo largo del tiempo disponible entre dos muestras provenientes del acelerómetro 2 del dispositivo portable 1. En una realización particular el tiempo disponible es de 20 ms (el tiempo de muestreo del acelerómetro), de forma que para el instante en que el usuario finaliza de realizar el gesto, el algoritmo conoce el valor de la distancia mínima y ha obtenido la etiqueta del gesto detectado porque toda la matriz de coste DTW ya ha sido rellenada. Este método mejora drásticamente la velocidad de cálculo DTW y lo hace independiente del tamaño del gesto (el número de muestras que requiere un gesto). Para acelerar el cálculo también se pueden emplear métodos conocidos de aprendizaje automático, como por ejemplo el ya mencionado modelo "Hidden Markov".

En la **Figura 14** se explica en detalle la etapa de aprendizaje, o proceso de generación de plantillas 300, por la que se obtienen los datos de referencia 214, los cuales son empleados en el algoritmo de detección de gestos 108. La detección de los gestos requiere de un conjunto de datos de referencia que describa cada uno de los gestos a ser identificados, que

pueden ser cualesquiera que deseen ser identificados independientemente de su complejidad o duración, que podemos denominar plantillas o conjunto de datos de entrenamiento que para cada nuevo gesto que se desee identificar es necesario generar. Para obtener dichas plantillas se necesita realizar primero una grabación de cada gesto 302 que se usará como referencia, y posteriormente un procesamiento de cada gesto por separado para obtener los datos de referencia 214 (una vez obtenidos éstos, cada vez que el usuario ejecute un gesto la información del acelerómetro se comparará con el conjunto de datos de entrenamiento, datos de referencia 214, y en función del resultado de la comparación el gesto podrá ser clasificado y etiquetado convenientemente 218).

10 La grabación del gesto 302 comprende la segmentación de los datos provenientes del acelerómetro 2, como se ha explicado anteriormente. La segmentación comprende:

- Filtrado de la gravedad (empleando un filtro paso alto sobre los datos del acelerómetro).

15 - Detección de inicio de gesto: cuando el módulo de la aceleración filtrada supera un determinado umbral.

- Realización del gesto, para la que se emplean datos en bruto del acelerómetro, no filtrados.

20 - Finalización del gesto: cuando el módulo de la aceleración filtrada cae por debajo del umbral durante un número determinado de veces consecutivas.

A continuación se realiza una interpolación para independizar la longitud del gesto 304, con objeto de unificar la longitud de todas las grabaciones y mejorar la precisión de la detección del gesto durante la etapa de comparación. En esta etapa los datos provenientes del acelerómetro correspondientes al gesto realizado por el usuario se comparan con un conjunto inicial de datos de entrenamiento. Para unificar todas los gestos grabados a la misma longitud se emplea un procedimiento de interpolación. En una realización preferida se utiliza interpolación mediante splines, en vez de interpolación polinómica, ya que el error de interpolación puede ser pequeño incluso cuando se usan en el spline polinomios de grado bajo. Dado una serie de puntos que describen el gesto, usando este tipo de interpolación se infieren puntos adicionales que completa la grabación hasta alcanzar la longitud deseada sin distorsionar la forma de la señal. La **Figura 15** muestra una interpolación mediante splines, donde los puntos circulares son los valores registrados por el acelerómetro y los cuadrados son valores inferidos por el procedimiento de interpolación.

35

La siguiente etapa es la estandarización 206 para independizar la fuerza del gesto, empleando el proceso de estandarización previamente explicado.

5 A continuación se seleccionan los gestos candidatos más representativos 308. El problema principal del conjunto de datos de entrenamiento es el que los datos del acelerómetro obtenidos para un mismo gesto, por ejemplo un movimiento hacia la izquierda de la mano, pueden ser completamente diferente de una a otra repetición incluso cuando lo realiza el mismo usuario, debido a que el gesto puede ser realizado con diferente intensidad, posición del brazo, ángulo, etc. A la hora de componer el conjunto de datos de entrenamiento, no se
10 emplea una única grabación para cada gesto sino varias. Una vez obtenidas varias grabaciones para cada gesto, hay que seleccionar aquellas grabaciones que sean más representativas para cada gesto. Para ello se pueden emplear diferentes métodos conocidos: propagación de afinidad (“Affinity Propagation”) y comparación por fuerza bruta de validaciones cruzadas de K iteraciones.

15 Dado que ambos algoritmos generan un conjunto de plantillas diferentes, y los métodos de evaluación de los resultados son dispares, se comprueba empíricamente mediante una batería de test con conjuntos de validación cruzada (esto es, un conjunto de gestos grabados que se han mantenido independientes y no han sido usados en la etapa de
20 aprendizaje), cuál de los dos algoritmos ofrece mayor tasa de acierto. Estos algoritmos, *Affinity Propagation* y K iteraciones, se ejecutan por cada gesto a entrenar.

La agrupación de datos por identificación de un subconjunto de ejemplos representativos es importante para el procesamiento de señales provenientes de un sensor y detectar patrones
25 en los datos. El método de propagación de afinidad toma como entrada medidas de similitud entre pares de puntos de datos. Se intercambian mensajes indicando el grado de calidad de todas las agrupaciones posibles entre todos los puntos de datos (por simplicidad nos referimos como punto a los datos de aceleración de una repetición grabada de un gesto) hasta que se obtiene gradualmente un conjunto de ejemplares de alta calidad y las
30 correspondientes agrupaciones de datos; estas agrupaciones son alrededor de un núcleo, y este núcleo será interpretado como el gesto más representativo de la agrupación, por lo tanto es el que incluiremos en el conjunto de entrenamiento. Como datos de entrada se emplean muestras obtenidas por diferentes usuarios para el mismo gesto, lo que lleva a repetir el proceso por cada gesto a ser identificado por el dispositivo portable. En la **Figura**
35 **16** se muestran distintas iteraciones realizadas con este método de propagación de afinidad.

Para realizar la agrupación de datos, la propagación de afinidad toma como dato de entrada una matriz de distancia que indica el grado de diferencia entre cada uno de los objetos a ser agrupados con los otros, esto es, cómo de diferente es una muestra con respecto a otra. Este paso es crucial ya que la propagación de afinidad basa sus cálculos en estos datos y el resultado final depende de ello. Por este motivo, y dado la naturaleza de los ejemplos (dos mismos gestos que pueden ser realizados con diferente duración e intensidad), se considera el uso del algoritmo DTW (Alineamiento Temporal Dinámico) como se ha explicado anteriormente, ya que este algoritmo, ampliamente utilizado en reconocimiento automático del habla, permite calcular la diferencia entre dos señales con independencia del tiempo o de la energía que se haya empleado para realizar el gesto.

La validación cruzada (“cross-validation”) es una técnica de validación para evaluar cómo los resultados de un análisis estadístico se pueden generalizar a un conjunto de datos independiente. Es principalmente usado cuando se quiere estimar cómo de preciso funcionará un modelo predictivo en la práctica. Dado un grupo de N datos, K elementos o K grupos de elementos se emplearán para entrenamiento y el resto para validar el modelo de predicción obtenido. Como nuestro conjunto de datos de entrenamiento puede ser considerado pequeño ($N \leq 15$), es factible entrenar los datos con todas las posibles combinaciones sin repetición de los elementos de un conjunto de N datos y encontrar cuál de todas las posibles combinaciones genera el mejor modelo predictivo. La ecuación (9) muestra todas las posibles combinaciones sin repetición dado N elementos.

$$\sum_{k=1}^N \frac{N!}{k!(N-k)!} \quad (9)$$

Por ejemplo, dado $N=12$ elementos, el número de todas las posibles combinaciones para entrenamiento de los datos es 4095. Conjuntos de datos de entrenamiento mayores resultarían en un crecimiento exponencial en el número de combinaciones posibles y en el tiempo de cómputo.

Con respecto a la señal de disparo, en el diagrama de la Figura 4 se indicaba en la etapa 104 la comprobación de la existencia de una señal de disparo o señal de activación. El objeto de esta señal de disparo es determinar el momento en el que el usuario va a iniciar una orden gestual (o varias órdenes gestuales consecutivas). La naturaleza de la señal de disparo puede ser de muy diversa índole:

- Un comando por voz (para lo cual el dispositivo portable 1 emplearía un micrófono y técnicas de reconocimiento del habla).

- Una señal táctil, por ejemplo un toque en la pantalla táctil o la realización de un gesto en la pantalla táctil.

5 - La activación de un botón del dispositivo portable.

- Un gesto realizado sobre el dispositivo portable. Así, en el caso de un reloj inteligente podría ser acercar el reloj al rostro del usuario o hacer un movimiento determinado (por ejemplo, hacer una forma determinada en el aire -un cuadrado, un círculo, una letra, etc.-).

10

En el caso de que la propia señal de disparo sea un gesto realizado por la extremidad superior del usuario sobre el que está puesto el dispositivo portable, la identificación del gesto concreto realizado se llevará a cabo de una manera similar a la ya explicada para los comandos gestuales, empleando el algoritmo de detección de gestos 108 (con la diferencia que en ese caso el algoritmo no estaría esperando una señal de disparo, sino que estaría continuamente activo comprobando los gestos del usuario). Por ejemplo, el gesto puede ser un brusco movimiento en cualquier dirección que supere un umbral de aceleración o que incluso logre una saturación del acelerómetro.

15

20 Además de que la naturaleza de la señal de disparo puede ser muy variada, se puede emplear la señal de disparo o activación para incluir en ella información adicional. La información adicional que puede incluir esta señal de disparo o activación es información de selección de dispositivo y/o información de función del dispositivo.

25 La información de selección de dispositivo se emplea para determinar con qué dispositivo queremos interactuar dentro del entorno del usuario, ya que puede haber numerosos dispositivos con los que pueda comunicarse (es cada vez mayor la tendencia el uso de dispositivos inteligentes y controlables inalámbricamente en el hogar y en general en todo nuestro entorno). Así, se pueden emplear disparadores gestuales de selección, esto es, una
30 secuencia concreta de movimientos del brazo que describen una trayectoria en el espacio determinada, detectada por el acelerómetro, que está asociada a un dispositivo concreto. Por ejemplo, un cuadrado se puede asociar a un televisor, un triángulo con la punta hacia abajo al aire acondicionado, un triángulo con la punta hacia arriba a la nevera).

35 La información de función del dispositivo se emplea para determinar qué función concreta se

quiere controlar en un dispositivo. Así, se pueden emplear disparadores gestuales de comando, esto es, una secuencia de movimientos del brazo que describen una trayectoria en el espacio determinada, detectada por acelerómetro, asociada a una función que se quiere controlar en un dispositivo. Por ejemplo, un círculo puede indicar que se quiere controlar la función de audio de un dispositivo, con lo que el gesto de comando que se ejecute a continuación se interpretará para esa función (por ejemplo, hacia abajo para bajar volumen, hacia arriba para subir volumen, hacia la derecha para pasar a la canción siguiente y hacia la izquierda para pasar a la canción anterior).

- 5
- 10 También puede ocurrir que existan gestos de disparo combinados, que determinen de por sí el dispositivo al que nos estamos refiriendo y a la vez la función.

En las **Figuras 17A, 17B, 17C y 17D** se muestran el contenido de distintas señales de disparo 400. Lo más básico es, según se refleja en la Figura 17A, que la señal de disparo 400 no porte información adicional, y únicamente sea empleada como una mera señal de inicialización 402 para monitorizar a partir de ahí los gestos del usuario (gestos de comando) e interpretarlos como órdenes. Con ello se podría conseguir un ahorro de energía del dispositivo portable 1, ya que únicamente se comprueba el gesto de comando cuando se activa la señal de disparo, por ejemplo mediante un toque en la pantalla táctil.

- 15
- 20 La Figura 17B muestra una señal de disparo 400 en la que, aparte de la información inherente como señal de inicialización 402, porta una información de selección de dispositivo 404, para determinar qué dispositivo vamos a controlar.

- 25 La Figura 17C muestra una señal de disparo 400 en la que, aparte de la información inherente como señal de inicialización 402, porta una información de función del dispositivo 406, para determinar qué función vamos a controlar del dispositivo con el que estamos interactuando. Por ejemplo, puede ser que el dispositivo portable 1 esté configurado para controlar un único dispositivo concreto a través de los gestos de comando, por ejemplo únicamente controlar el propio dispositivo portable 1 o únicamente controlar la televisión. De esta forma, no sería necesario especificar la información de selección de dispositivo 404.

- 30
- 35 La Figura 17D muestra una señal de disparo 400 en la que, aparte de la información inherente como señal de inicialización 402, porta una información de selección de dispositivo 404 y una información de función del dispositivo 406, para determinar qué dispositivo vamos

a controlar y qué función de dicho dispositivo vamos a controlar con el posterior/es gesto/s de comando. En este caso el gesto realizado para la señal de disparo podría ser un único gesto o incluso una combinación de gestos consecutivos (por ejemplo, un cuadrado para la selección del dispositivo y un triángulo para a continuación elegir la función del dispositivo a controlar).

El incluir información adicional en la señal de disparo 400, información de selección de dispositivo y/o información de función del dispositivo, tiene mayor aplicación cuando se emplea un gesto como señal de disparo. Así, una señal de disparo 400 que sólo se emplee como señal de señalización 402, activará la detección del gesto de comando 500 para obtener la orden 112 precisa (**Figura 18A**). Si el usuario utiliza un gesto como señal de disparo 400, podría indicar con el gesto el dispositivo seleccionado 404, y a continuación ejecutaría el gesto de comando 500 para obtener la orden concreta que quiere ejecutar en el dispositivo seleccionado (**Figura 18B**).

Para elaborar la orden 112 se podrían contemplar diferentes alternativas. Por ejemplo, que la señal de disparo sea únicamente una señal de inicialización 402 y que el gesto de comando 500 incluya la información adicional de selección de dispositivo y/o función del dispositivo, aparte de la orden concreta a la que se refiere. La aplicación cliente instalada en el dispositivo portable 1 estaría encargada en el paso 112 (ver Figura 4) de construir correctamente la orden concreta a partir de la información suministrada por la señal de disparo 400 y por el gesto de comando 500. Así, tendría en cuenta el dispositivo al que tiene que enviar la orden 114 y la codificación concreta del mensaje en función de la orden, todo ello apoyado por una base de datos que contenga las distintas órdenes que se pueden enviar a los dispositivos y una tabla que relacione cada gesto con la orden concreta.

En la **Figura 19A** se muestra la realización de una señal de disparo 400 mediante un gesto en forma de cuadrado ejecutado por el brazo derecho de un usuario 10 que porta un dispositivo portable 1 (un reloj inteligente). Este gesto en forma de cuadrado es una señal de disparo 400 que porta información de selección de dispositivo 404 para asociar el dispositivo portable 1 a un dispositivo externo 5 concreto (en este caso al televisor). Posteriormente, según se muestra en la **Figura 19B**, el usuario 10 ejecuta un gesto de comando 500, un movimiento del brazo hacia la derecha y luego a la izquierda, que el dispositivo portable 1 identifica y traduce en una orden 112 de cambio de canal del televisor y se la envía inalámbricamente 114 al televisor 5 para que éste ejecute el cambio de canal (en el ejemplo

el televisor pasa del canal #2 al canal #3).

En la **Figura 20A** se muestra la ejecución de una señal de disparo 400 mediante un gesto en forma de triángulo con la punta hacia abajo. Este gesto concreto es una señal de disparo 400 que porta información de selección de dispositivo 404 para asociar el dispositivo portable 1 a un dispositivo externo 5 concreto (en este caso el aire acondicionado).
 5 Posteriormente, según se muestra en la **Figura 20B**, el usuario 10 ejecuta un gesto de comando 500, un movimiento del brazo hacia arriba y luego hacia abajo, que el dispositivo portable 1 identifica y traduce en una orden 112 de incrementar la potencia del aire acondicionado y se la envía inalámbricamente 114 al aire acondicionado 5 para que éste
 10 ejecute la orden (en el ejemplo se incrementa la intensidad del aire acondicionado).

Por tanto, en los ejemplos de las Figuras 19A, 19B, 20A y 20B el usuario 10 ejecuta un gesto de disparo 400 que incluye la selección del dispositivo externo (un electrodoméstico
 15 concreto, por ejemplo) y a continuación ejecuta el gesto asociado a la acción (gesto de comando 500), lo que se traduce en una orden 112 que se envía 114 al electrodoméstico 5. El electrodoméstico 5 está en modo escucha y cuando recibe la orden 122, la procesa 124 y la ejecuta 126.

Otra posible forma de generar la señal de disparo 400 es mediante disparadores de contacto con la pantalla táctil del dispositivo portable 1. Así, se ejecutan una o varias pulsaciones de uno o varios dedos sobre la superficie táctil de la pantalla, ya sea en una zona cualquiera de ésta o en un área definida al efecto, para poner al dispositivo externo 5 en modo escucha de
 20 disparadores gestuales. Por ejemplo, un toque en la pantalla inicia el reconocimiento gestual y un gesto moviendo la mano hacia la derecha y volviendo a la posición inicial hace al reproductor de música avanzar una canción.
 25

Otra posible forma de generar la señal de disparo 400 es mediante disparadores mecánicos, mediante el accionamiento de mecanismos del dispositivo portable (botones, palancas, etc.)
 30 que inicien el modo de reconocimiento gestual mediante acelerómetro 2.

En la **Figura 21A** se muestra la ejecución de una señal de disparo 400 mediante un disparador por campo magnético, mediante magnetómetro. La selección del dispositivo externo 5 que tendrá que ejecutar acciones asociadas a los comandos descritos por
 35 disparadores gestuales del dispositivo portable 1, utilizan cálculos basados en los campos

magnéticos analizados por un magnetómetro 6 situado en el dispositivo portable 1 con el reconocedor de gestos y otro magnetómetro 6' instalado en el dispositivo externo que será controlado mediante disparadores gestuales (por ejemplo, "apuntar" con el reloj inteligente a la lavadora para seleccionar este dispositivo y hacer gestos moviendo la mano hacia arriba y abajo para enviar una orden 114 de puesta en marcha de la lavadora, recibida y ejecutada por la lavadora).

Las **Figuras 22A y 22B** muestran otro ejemplo de ejecución de una señal de disparo 400 mediante un disparador por campo magnético, de manera similar a las Figuras 21A y 21B. En este caso, el magnetómetro 6 del dispositivo portable 1 se apunta hacia el magnetómetro 6' del televisor para seleccionar este dispositivo. A continuación se ejecuta un gesto de comando 500 para apagar el televisor (subir y bajar el brazo) y el televisor se apaga.

También se podría ejecutar la señal de disparo 400 mediante un transceptor lumínico (ya sea por luz visible, por infrarrojos u otras frecuencias) para seleccionar el dispositivo externo 5 a controlar mediante un gesto. Así, si el dispositivo portable 1 podría comunicarse con el dispositivo externo 5 mediante VLC (comunicación a través de luz visible, VLC), a través de la cual se transmite información usando el espectro de luz visible emitido por un led blanco y recibida mediante un receptor fotolumínico, como el sensor de luz que todos los móviles tienen para controlar el brillo de la pantalla, de forma que el dispositivo es capaz de identificar información codificada a una frecuencia no perceptible por el ojo humano. Dado que cualquier dispositivo que produzca luz (televisores, lámparas, etc.) mediante leds puede emitir de esta manera, el dispositivo portable 1 sólo tendría que apuntar a él, identificar mediante la luz que emite dicho dispositivo de cuál trata (televisor, frigorífico, equipo de música) y automáticamente enviar el comando asociado a un gesto para ese dispositivo.

La **Figura 23** muestra un mismo gesto ejecutado de forma rápida (izquierda) y de forma lenta (derecha), ya sea gesto de comando 500 o un gesto de señal de disparo 400. En la Figura 5 ya se explicaba el paso de la estandarización para independizar la fuerza del gesto 206. Gestos con la misma dirección y sentido serán considerados por el algoritmo de detección de gestos 108 como equivalentes ("=" en la Figura 23) a pesar de efectuarse con diferente intensidad o que tarden una cantidad distinta de tiempo en efectuarse.

Dos gestos equivalentes pueden realizarse con mayor o menor velocidad, por lo que a pesar de tener la misma forma, o forma similar, se diferenciarán en el número de puntos y la

amplitud de las señales recogidas. En la **Figura 24A** se muestra la gráfica de aceleraciones capturadas por el acelerómetro durante la realización del movimiento rápido hacia la izquierda. La longitud de este gesto horizontal es de 22 puntos con amplitudes en el eje X e Y que superan los 10 m/s mientras que la gravedad en el eje Z permanece estable. En la **Figura 24B** se muestra la gráfica de aceleraciones capturadas por el acelerómetro durante la realización del movimiento lento hacia la izquierda. La longitud de este gesto horizontal es de 29 puntos, por tanto más lento que el anterior y más suave con puntos de amplitudes en el eje X e Y que no superan los 10 m/s mientras que la gravedad en el eje Z permanece estable.

Para homogeneizar amplitudes entre dos movimientos similares es necesario estandarizar la muestra pero dado que el algoritmo de detección de movimientos analiza los puntos conforme son generados por el sensor no es posible hacer una estandarización típica ya que no se conoce la media y la desviación estándar de la muestra hasta que el gesto no está terminado. La solución consiste en aplicar la estandarización con la media y la desviación típica de los datos recogidos conforme llegan del sensor (ecuación 6 y 7), que serán una aproximación a la media y desviación de toda la muestra y que convergen a ella al llegar el último punto. La **Figura 25A** muestran los datos de aceleración de la Figura 24A (movimiento rápido) estandarizados, mientras que La **Figura 25B** muestran los datos de aceleración de la Figura 24B (movimiento lento) estandarizados. Se aprecia que una vez estandarizados ambos movimientos ambas gráficas son muy similares, tanto en magnitud como en forma.

Por último, indicar que si bien se emplea un acelerómetro para obtener las aceleraciones del dispositivo portable 1 en los tres ejes, las lecturas del acelerómetro pueden ser complementadas por otros sensores instalados en el dispositivo portable 1, como un magnetómetro y un giróscopo, para obtener una mayor precisión en la detección de los gestos realizados. La **Figura 26** muestra el dispositivo portable 1 con acelerómetro 2, magnetómetro 6 y giróscopo 7. Cualquiera de dichos sensores podría ir ya incorporado dentro de la unidad de control 3, en lugar de ser entidades externas como se muestra en la figura.

El magnetómetro es un sensor que aporta la orientación absoluta en tres ejes respecto al polo magnético de la tierra por lo que la información obtenida con él varía según la localización del sensor en la superficie de la tierra. Individualmente la información que

5
10
15
20
25
30
35

suministra no puede substituir a la del acelerómetro para diferenciar dos movimientos de translación ya que movimientos completamente distintos pueden darse sin ninguna variación de la orientación respecto al polo magnético de la tierra y, del mismo modo, dos movimientos completamente distintos podrían tener variaciones respecto a la orientación del polo magnético de la tierra idénticas. La información que suministra el magnetómetro junto con la información del acelerómetro puede ser útil en aplicaciones en las que se necesite la orientación absoluta del dispositivo respecto a la superficie de la tierra, ya que también nos puede dar información suficiente para estimar posiciones relativas entre dos dispositivos, si están enfrentados o en paralelo, etc., como la aplicación de selección de dispositivo por magnetómetro de las Figuras 21A, 21B, 22A, 22B.

15
20
25
30
35

Con respecto al giróscopo, este sensor permite obtener la velocidad angular de un cuerpo relativa a su sistema de referencia. Los giros o variaciones de la velocidad angular de un cuerpo se producen cuando las fuerzas a las que es sometido éste no se aplican en su centro de gravedad y al igual que el acelerómetro, idealmente los datos obtenidos no van a variar independientemente de la localización del sensor en cualquier punto de la superficie de la tierra. Individualmente la información obtenida de este sensor no puede substituir a la que provee el acelerómetro ya que movimientos de traslación en el espacio pueden no generar ningún momento angular pero su uso combinado junto con el acelerómetro aporta suficiente información como para diferenciar dos movimientos en los que se produce idéntica traslación de un cuerpo pero diferente movimiento angular relativo. Por tanto, su uso combinado con el acelerómetro puede mejorar la precisión en la diferenciación de dos movimientos distintos. Además, el uso de un giróscopo en combinación con un acelerómetro permite obtener con mayor precisión la dirección del vector de la gravedad aun cuando el dispositivo no esté en reposo ya que podemos estimar cuanto se ha girado el dispositivo integrando la velocidad angular y por tanto se podría corregir el giro de muñeca con mayor precisión a lo largo de toda la ejecución de un movimiento.

30
35

Por tanto, el uso del acelerómetro es imprescindible en la presente invención y no podría ser substituido individualmente por un magnetómetro o un giróscopo, pero el uso de éstos en combinación con el primero puede aportar información adicional para diferentes aplicaciones o para mejorar la precisión en la diferenciación de movimientos distintos.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo portable de control mediante gestos, que comprende una unidad de control (3) y un módulo de medición de la aceleración (2) en al menos tres ejes diferentes, estando la
5 unidad de control (3) configurada para, utilizando los datos de aceleración provenientes del módulo de medición de la aceleración (2), identificar un gesto de comando (500) realizado por un usuario (10) que porta el dispositivo portable (1) y obtener, a partir de dicho gesto de comando (500), una orden (112) para control de un dispositivo (1,5); caracterizado por que la unidad de control (3) está adicionalmente configurada para detectar una señal de disparo
10 (400) ejecutada por el usuario (10) previamente a la realización del gesto de comando (500) y, a partir de dicha detección, iniciar la identificación del gesto de comando (500).

2. Dispositivo portable según la reivindicación 1, caracterizado por que la señal de disparo (400) incluye información de selección de dispositivo (404) que sirve a la unidad de control
15 (3) para determinar el dispositivo (1,5) al que va dirigido la orden (112).

3. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la señal de disparo (400) incluye información de función de dispositivo (404) que sirve a la unidad de control (3) para determinar la función del dispositivo (1,5) a la que va dirigida la
20 orden (112).

4. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de control (3) está configurada para obtener la orden (112) a partir del gesto de comando (500) y de información adicional incluida en la señal de disparo (400).
25

5. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo portable (1) comprende un módulo de comunicación inalámbrica (4) y por que la unidad de control (3) está configurada para enviar la orden (114) a un dispositivo externo (5) de manera inalámbrica para su ejecución en dicho dispositivo externo (5).
30

6. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la unidad de control (3) está configurada para ejecutar la orden en el propio dispositivo portable (1).

35 7. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por

que el dispositivo portable (1) es un dispositivo vestible en la extremidad superior del usuario (10).

5 8. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el dispositivo portable (1) es portado por una extremidad del usuario (10), caracterizado por que para la identificación de un gesto la unidad de control (3) está configurada para realizar una corrección de giros (204) para independizar el movimiento del dispositivo portable (1) con la rotación de la extremidad del usuario (10) sobre su eje.

10 9. Dispositivo portable según la reivindicación 8, caracterizado por que la corrección de giros (204) comprende obtener el ángulo inicial θ de rotación de la extremidad sobre su eje y rotar los datos de aceleración dicho ángulo θ usando una matriz de rotación.

15 10. Dispositivo portable según la reivindicación 8, caracterizado por que el dispositivo portable (1) comprende un giróscopo (7) y por que la unidad de control (2) está configurada para realizar la corrección de giros (204) empleando datos procedentes del giróscopo (7).

20 11. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para la identificación de un gesto la unidad de control (3) está configurada para realizar una estandarización (206) de los datos de aceleración recibidos para independizar la fuerza del gesto, donde dicha estandarización (206) se realiza mientras se está ejecutando el gesto empleando la media y desviación estándar de los datos de aceleración acumulados en cada momento.

25 12. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de control (3) está configurada para comprobar, durante la realización del gesto o al finalizar el mismo, la validez del gesto (208, 211), incluyendo al menos una de las siguientes comprobaciones:

- saturación (270) del módulo de medición de la aceleración (2);
- si el gesto es demasiado largo (272), cuando la duración del gesto en tiempo o número de muestras supera un determinado umbral;
- si el gesto es demasiado corto (278), cuando la duración del gesto en tiempo o número de muestras es inferior a un determinado umbral.

35 13. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de control (3) está configurada para detectar el inicio del gesto (228)

mediante la realización de un filtrado de la gravedad (222) en los datos de aceleración recibidos y cuando el módulo de dicha aceleración filtrada (224) supera un determinado umbral (226).

5 14. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de control (3) está configurada para detectar el fin del gesto (262) mediante la realización de un filtrado de la gravedad (252) en los datos de aceleración recibidos y cuando el módulo de dicha aceleración filtrada (254) no supera un determinado umbral (256) durante un número determinado de muestras consecutivas.

10 15. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de control (3) está configurada para identificar el gesto (212) empleando unos datos de referencia (214) obtenidos en una etapa previa de entrenamiento.

15 16. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la señal de disparo (400) es un gesto.

20 17. Dispositivo portable según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado por que el dispositivo portable (1) comprende un magnetómetro (6) y la señal de disparo (400) se realiza empleando dicho magnetómetro (6).

18. Método de control de un dispositivo mediante gestos, donde el control es realizado mediante un dispositivo portable (1) con un módulo de medición de la aceleración (2) en al menos tres ejes diferentes, el método comprendiendo:

25 identificar un gesto de comando (500) realizado por un usuario (10) que porta el dispositivo portable (1) utilizando los datos de aceleración provenientes del módulo de medición de la aceleración (2), y

obtener, a partir de dicho gesto de comando (500), una orden (112) para control de un dispositivo (1,5);

30 caracterizado por que el método comprende adicionalmente detectar una señal de disparo (400) ejecutada por el usuario (10) previamente a la realización del gesto de comando (500) y, a partir de dicha detección, iniciar la identificación del gesto de comando (500).

35 19. Método según la reivindicación 18, caracterizado por que la señal de disparo (400) incluye información de selección de dispositivo (404) que sirve para determinar el dispositivo

(1,5) al que va dirigido la orden (112).

20. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 19, caracterizado por que la señal de disparo (400) incluye información de función de dispositivo (404) que sirve para
5 determinar la función del dispositivo (1,5) a la que va dirigida la orden (112).

21. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 20, caracterizado por que la orden (112) se obtiene a partir del gesto de comando (500) y de información adicional incluida en la señal de disparo (400).
10

22. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 21, caracterizado por que comprende enviar la orden (114) a un dispositivo externo (5) de manera inalámbrica para su ejecución en dicho dispositivo externo (5).

15 23. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 21, caracterizado por que la orden es ejecutada en el propio dispositivo portable (1).

24. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 23, caracterizado por que el dispositivo portable (1) es un dispositivo vestible en la extremidad superior del usuario (10).
20

25. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 24, donde el dispositivo es portado por una extremidad del usuario (10), caracterizado por que la etapa de identificación de un gesto comprende realizar una corrección de giros (204) para independizar el movimiento del dispositivo portable (1) con la rotación de la extremidad del usuario (10) sobre su eje.
25

26. Método según la reivindicación 25, caracterizado por que la corrección de giros (204) comprende obtener el ángulo inicial θ de rotación de la extremidad sobre su eje y rotar los datos de aceleración dicho ángulo θ usando una matriz de rotación.

30 27. Método según la reivindicación 25, caracterizado por que la corrección de giros (204) se realiza empleando datos procedentes de un giróscopo (7) incorporado en el dispositivo portable (1).

28. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 27, caracterizado por que la etapa
35 de identificación de un gesto comprende realizar una estandarización (206) de los datos de

aceleración recibidos para independizar la fuerza del gesto, donde dicha estandarización (206) se realiza mientras se está ejecutando el gesto empleando la media y desviación estándar de los datos de aceleración acumulados en cada momento.

- 5 29. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 28, caracterizado por que comprende comprobar, durante la realización del gesto o al finalizar el mismo, la validez del gesto (208, 211), incluyendo al menos una de las siguientes comprobaciones:
- saturación (270) del módulo de medición de la aceleración (2);
 - si el gesto es demasiado largo (272), cuando la duración del gesto en tiempo o
10 número de muestras supera un determinado umbral;
 - si el gesto es demasiado corto (278), cuando la duración del gesto en tiempo o número de muestras es inferior a un determinado umbral.

- 15 30. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 29, caracterizado por que comprende detectar el inicio del gesto (228) mediante la realización de un filtrado de la gravedad (222) en los datos de aceleración recibidos y cuando el módulo de dicha aceleración filtrada (224) supera un determinado umbral (226).

- 20 31. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 30, caracterizado por que comprende detectar el fin del gesto (262) mediante la realización de un filtrado de la gravedad (252) en los datos de aceleración recibidos y cuando el módulo de dicha aceleración filtrada (254) no supera un determinado umbral (256) durante un número determinado de muestras consecutivas.

- 25 32. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 31, caracterizado por que comprende identificar el gesto (212) empleando unos datos de referencia (214) obtenidos en una etapa previa de entrenamiento.

- 30 33. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 32, caracterizado por que la señal de disparo (400) es un gesto.

34. Método según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 32, caracterizado por que la señal de disparo (400) se realiza empleando un magnetómetro (6) incorporado en el dispositivo portable (1).

35

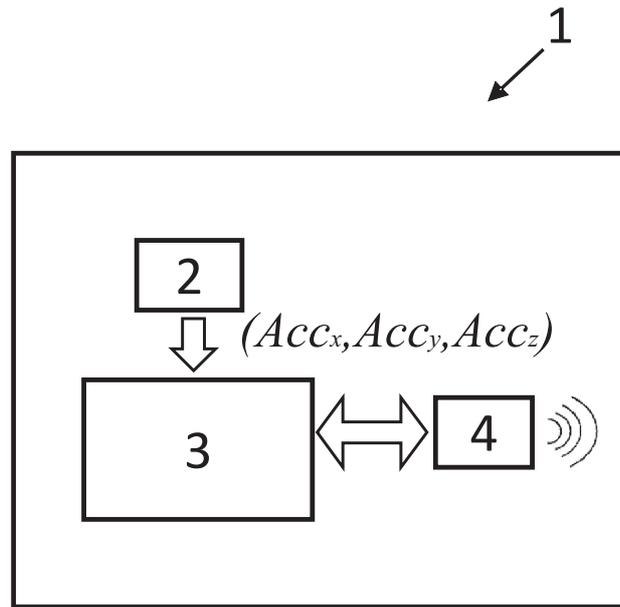


Fig. 1

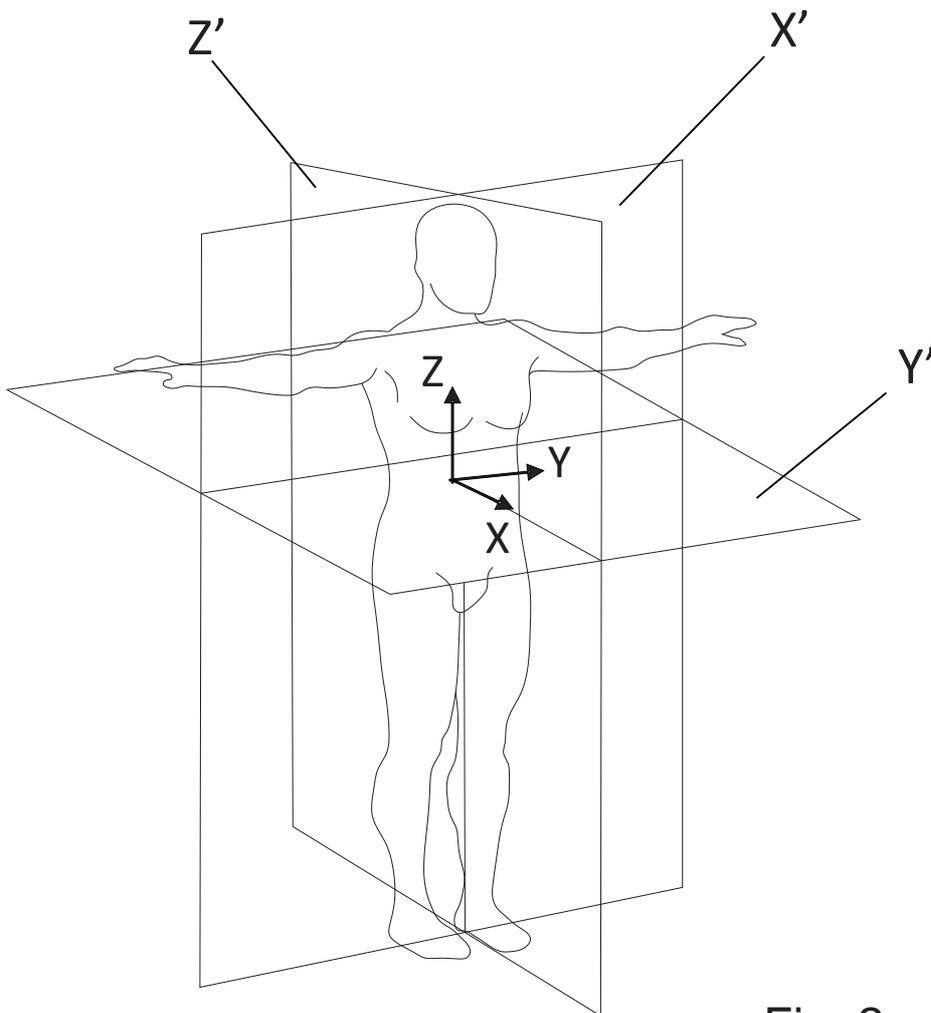


Fig. 2

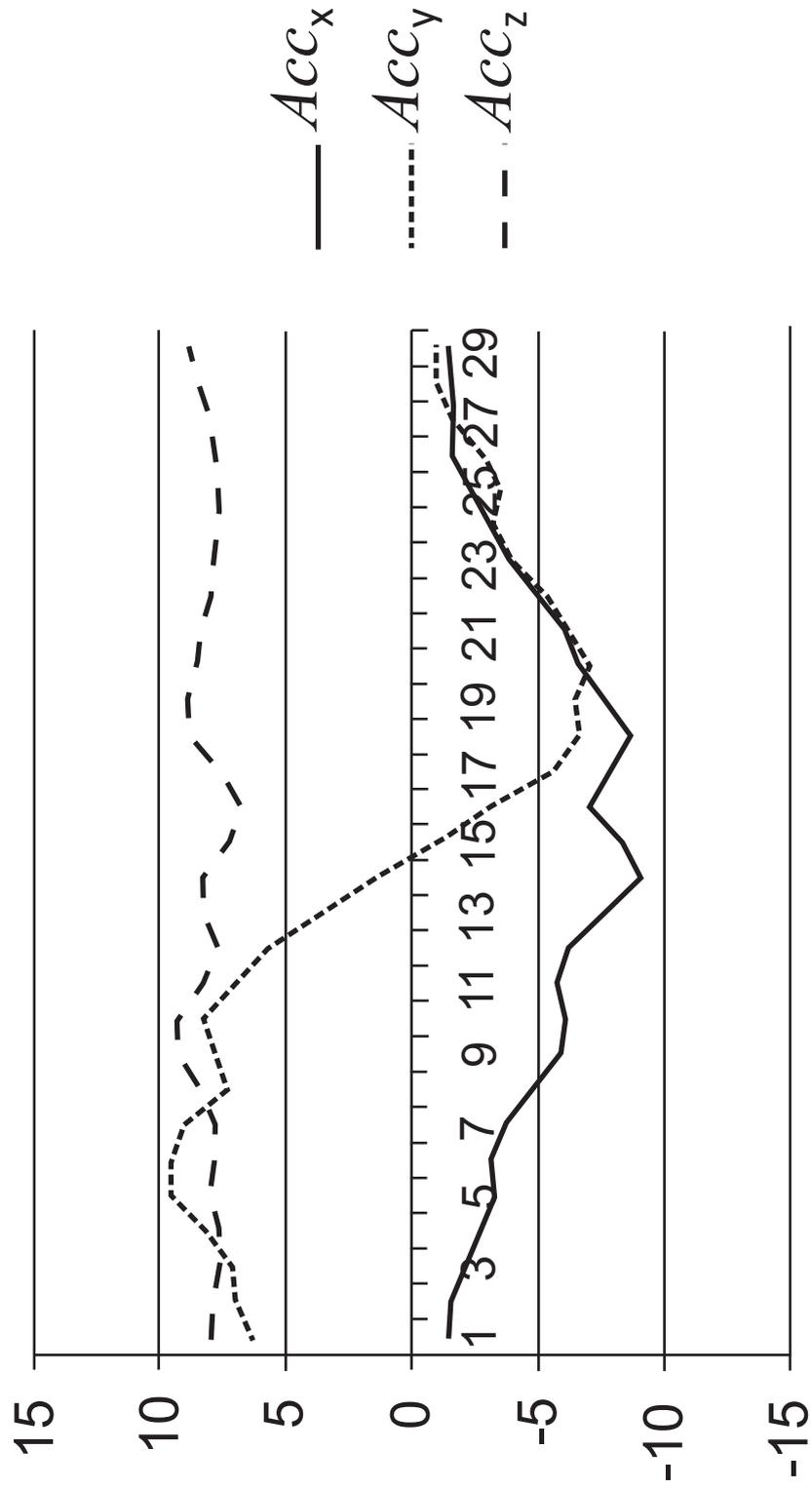


Fig. 3

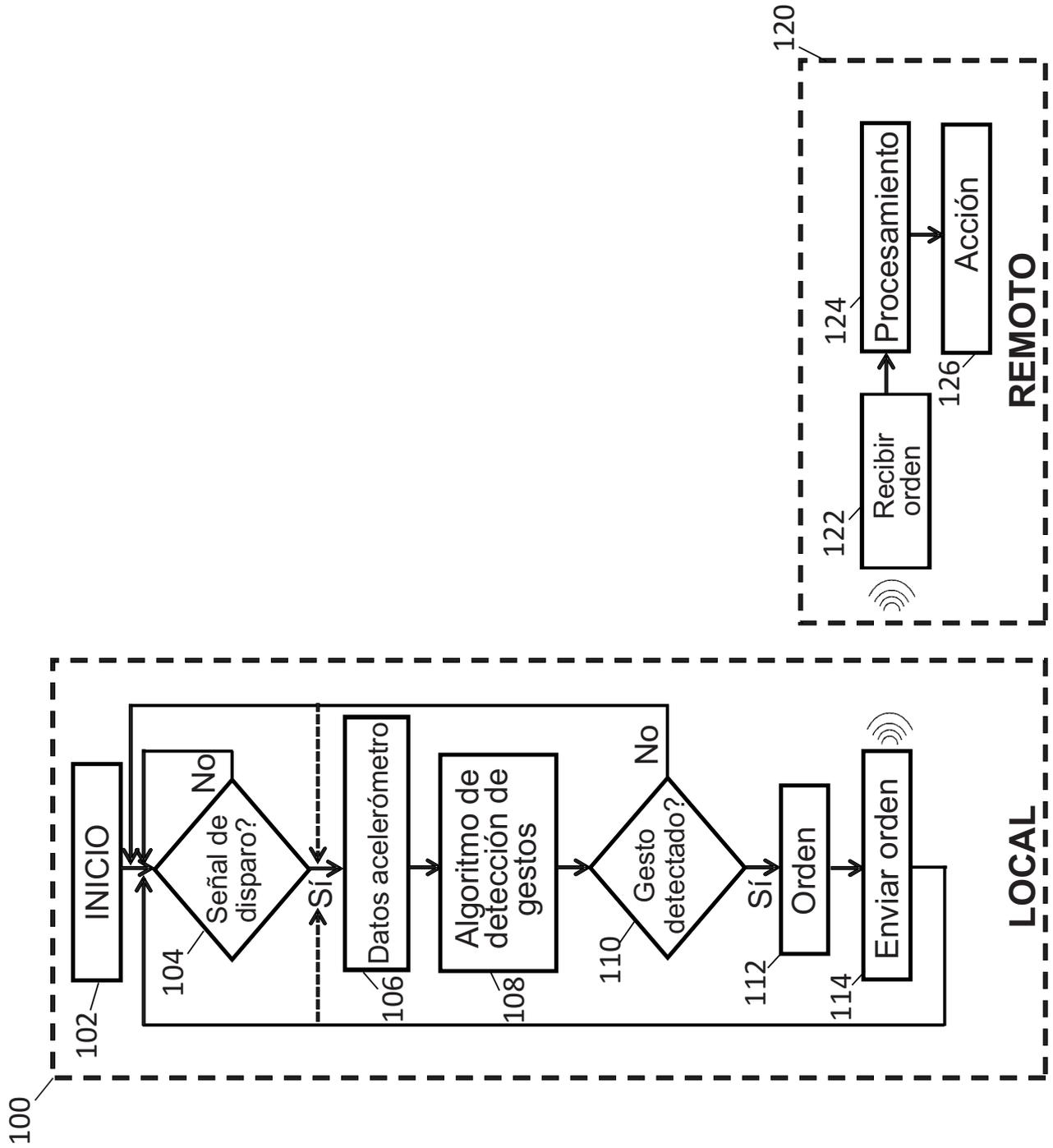


Fig. 4

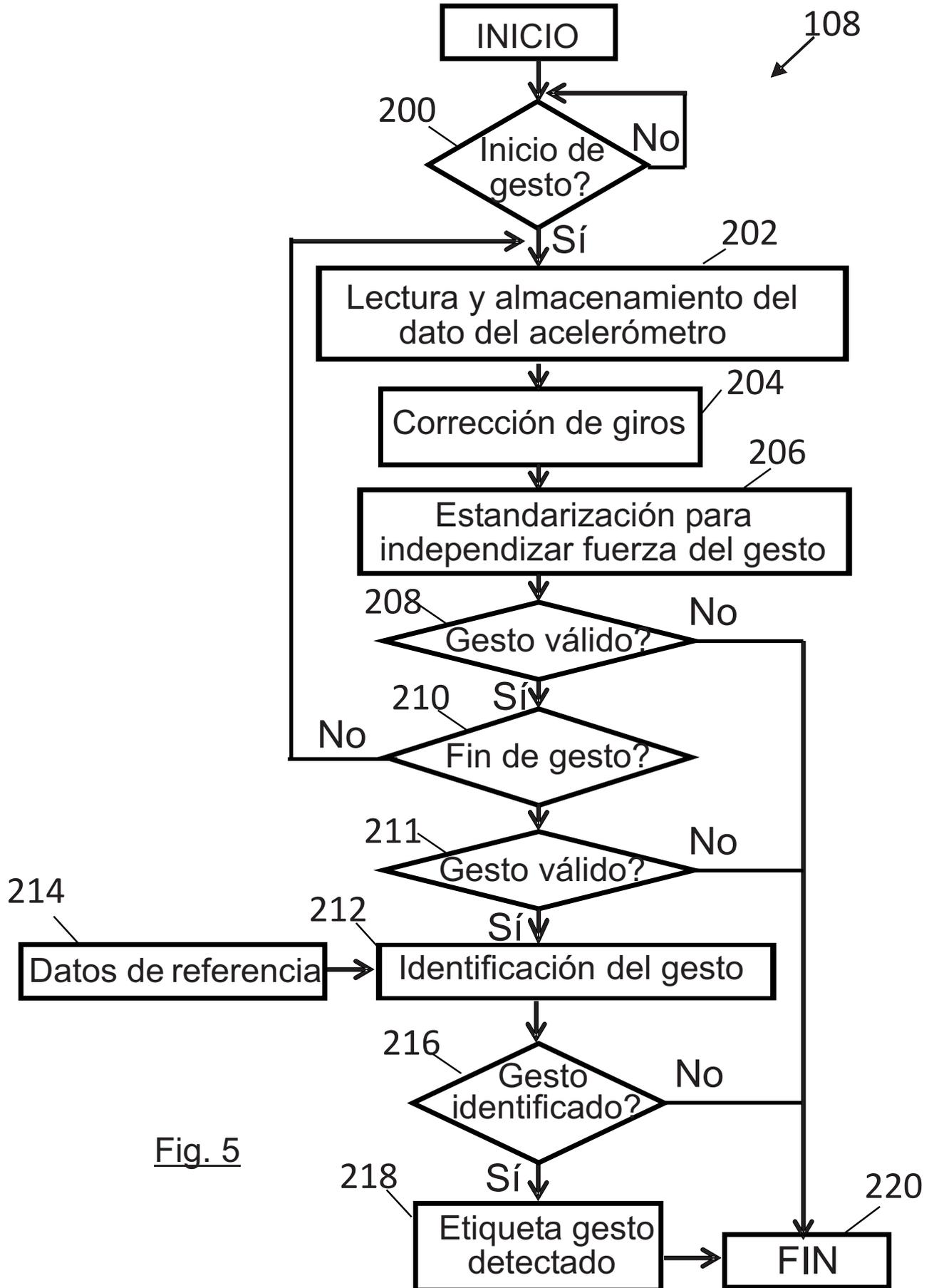
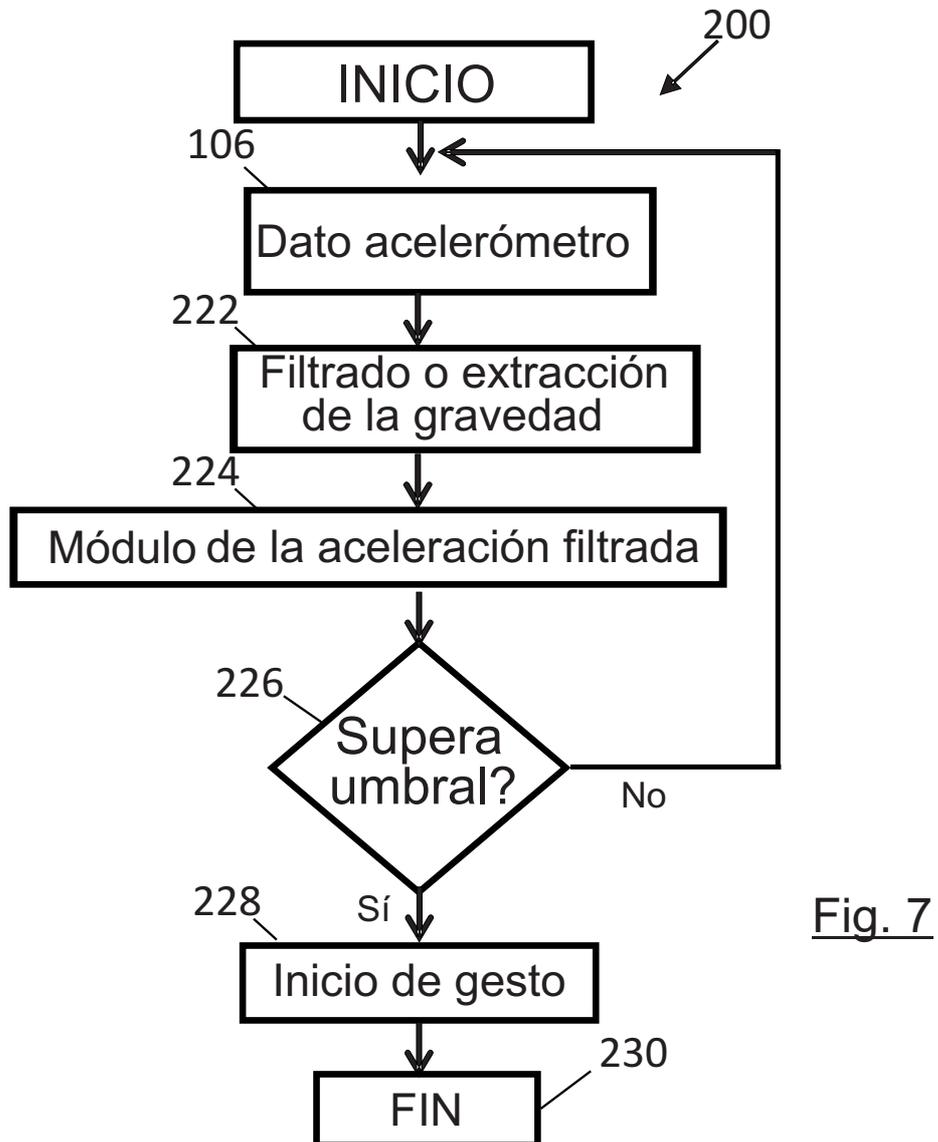
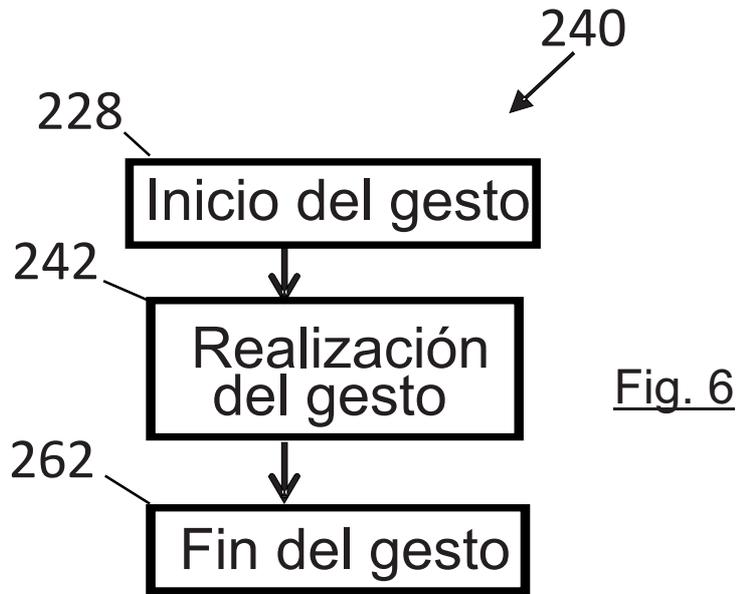


Fig. 5



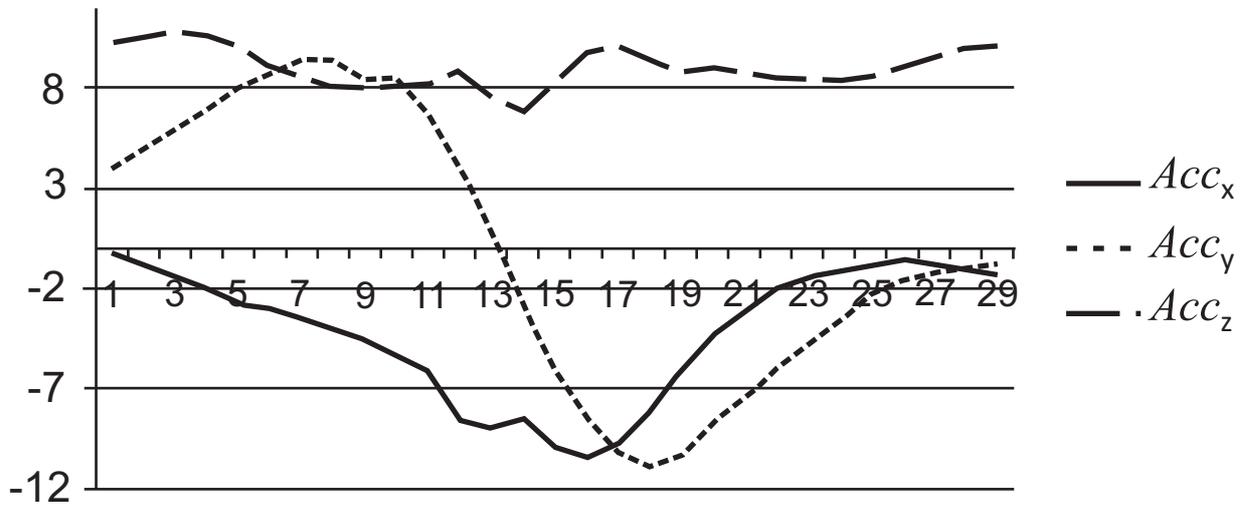


Fig. 8A

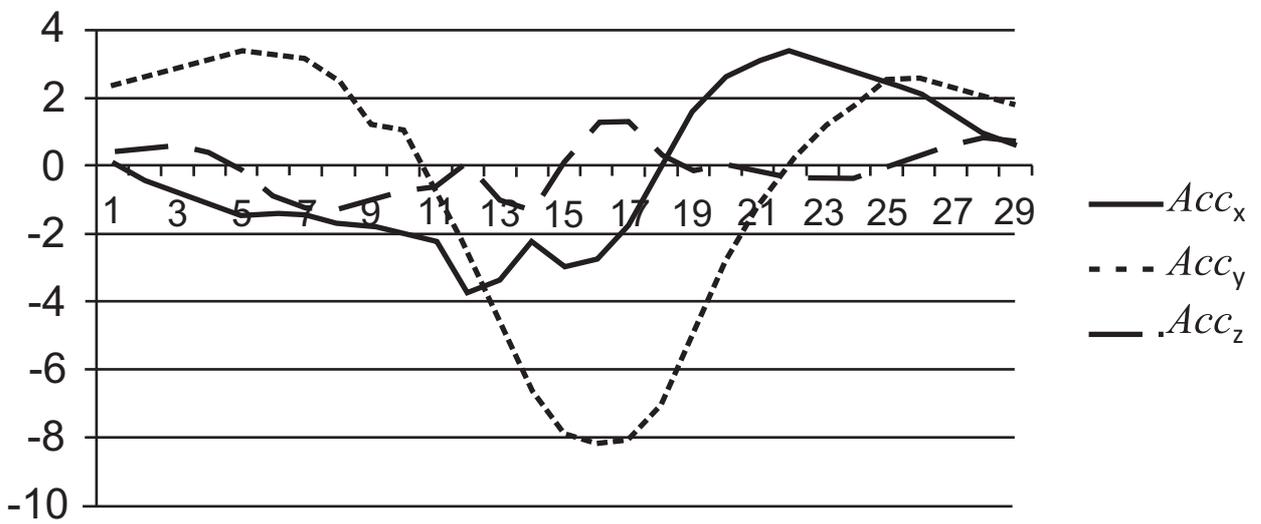


Fig. 8B

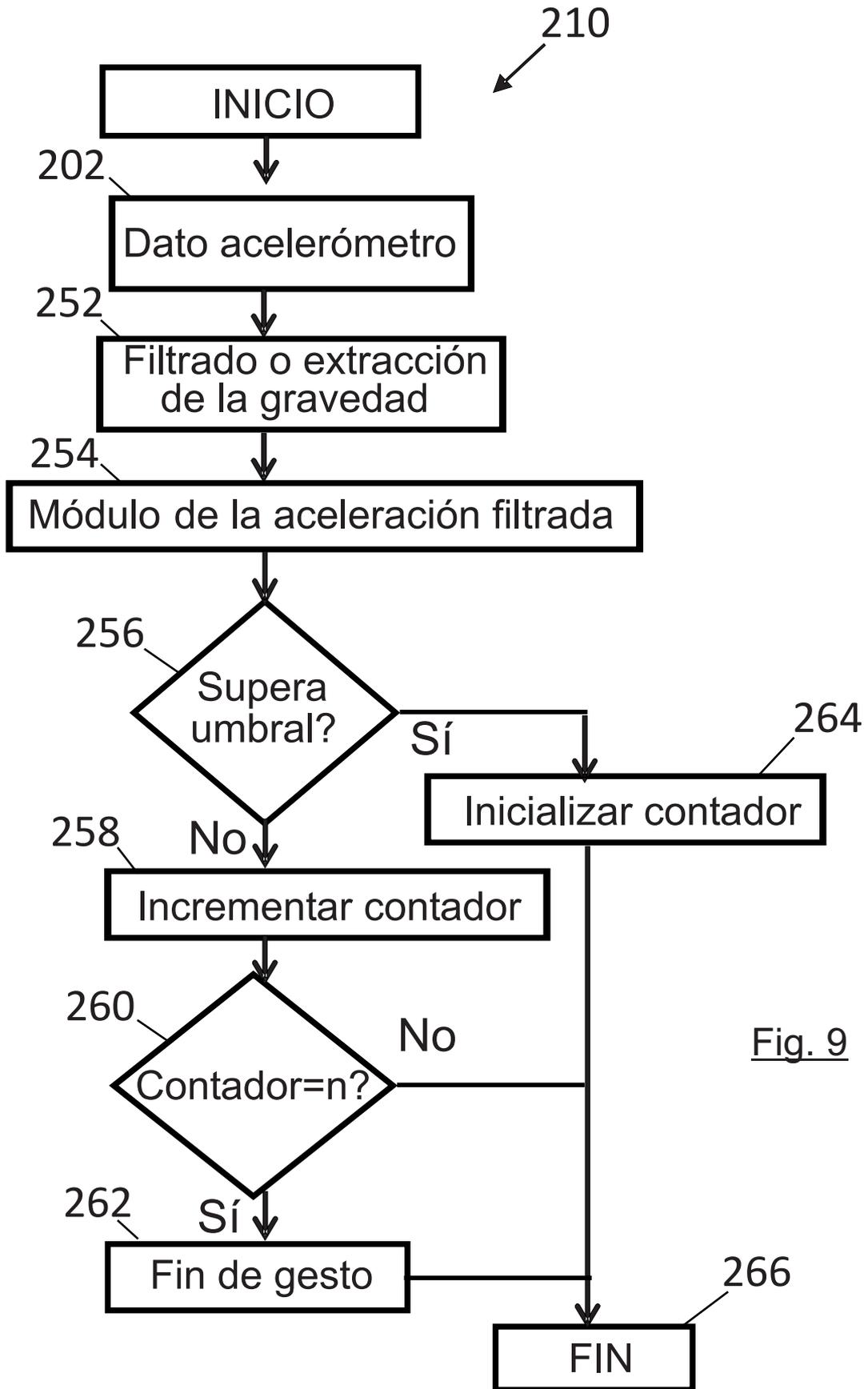


Fig. 9

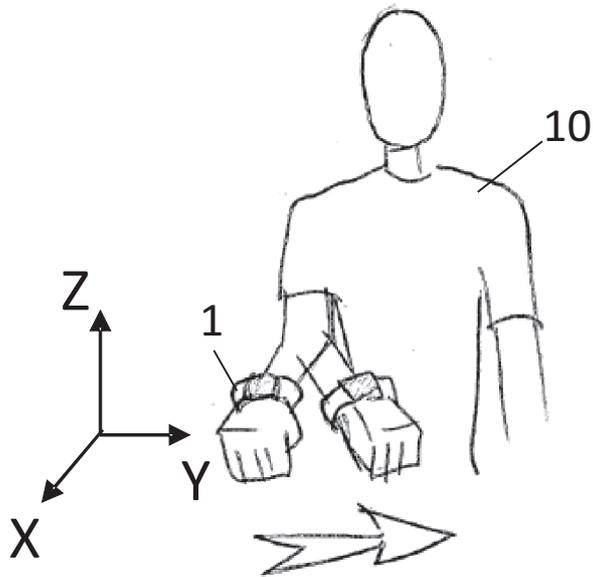


Fig. 10A

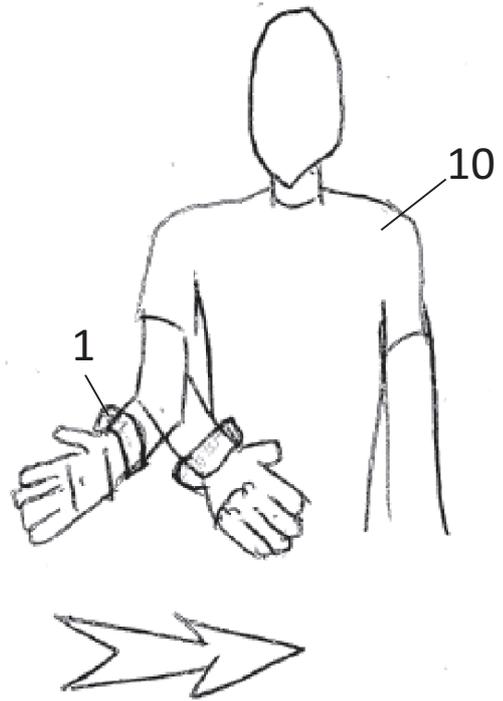


Fig. 10B

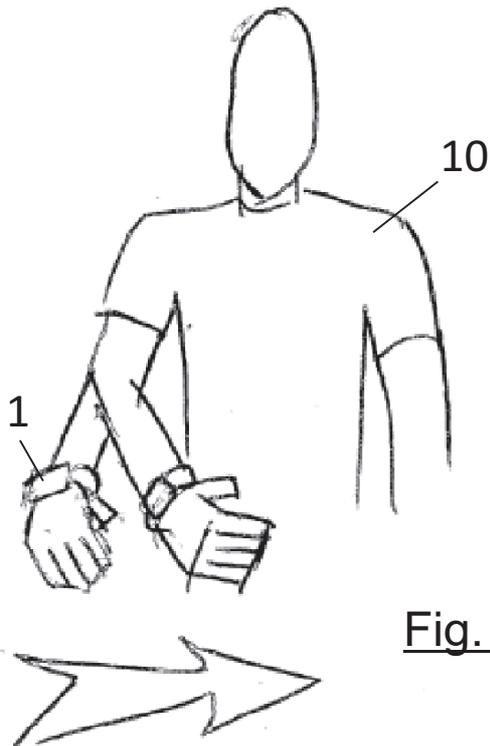


Fig. 10C

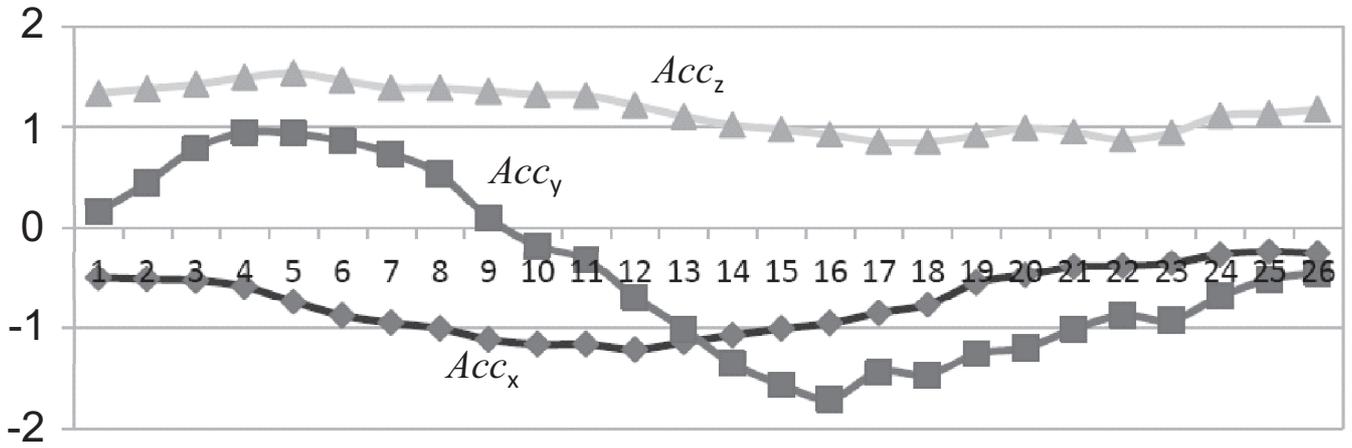


Fig.10D

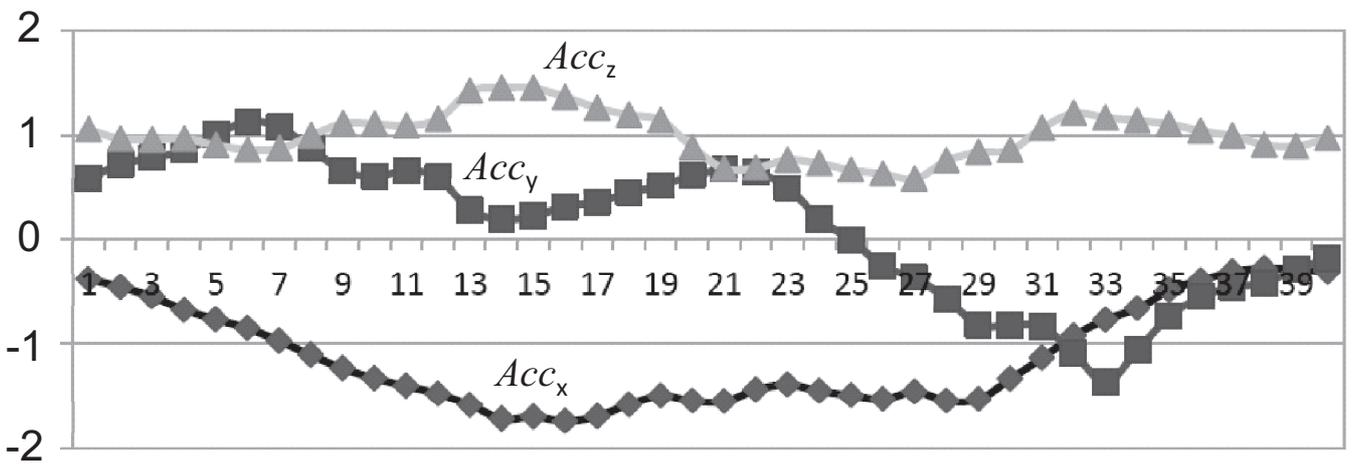


Fig.10E



Fig. 10F

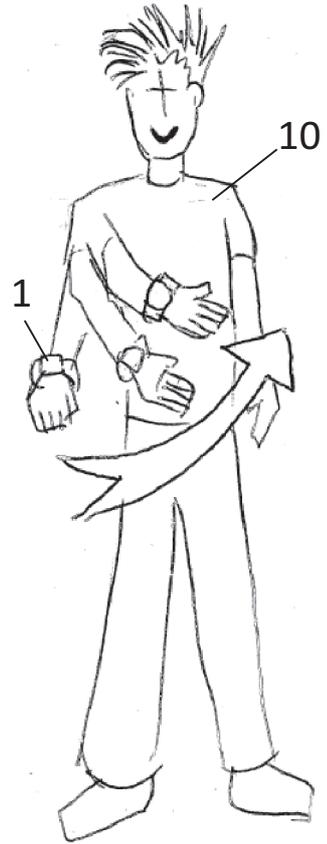


Fig. 10G

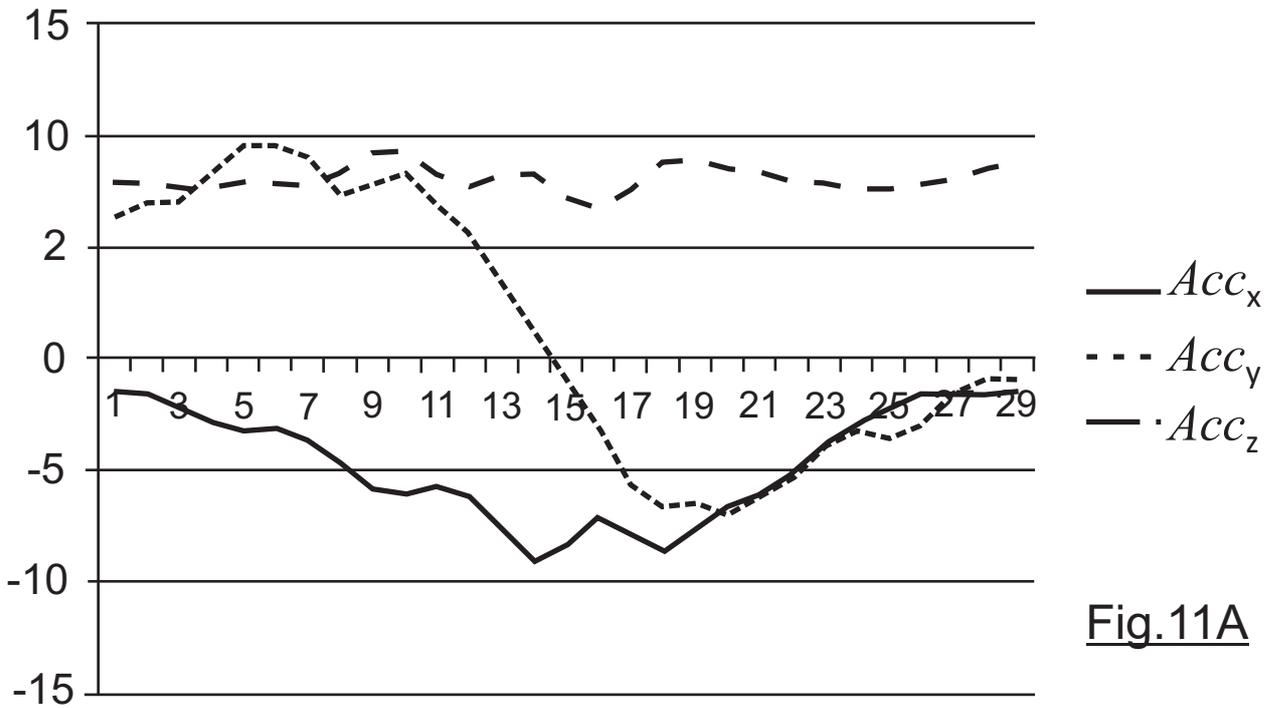


Fig. 11A

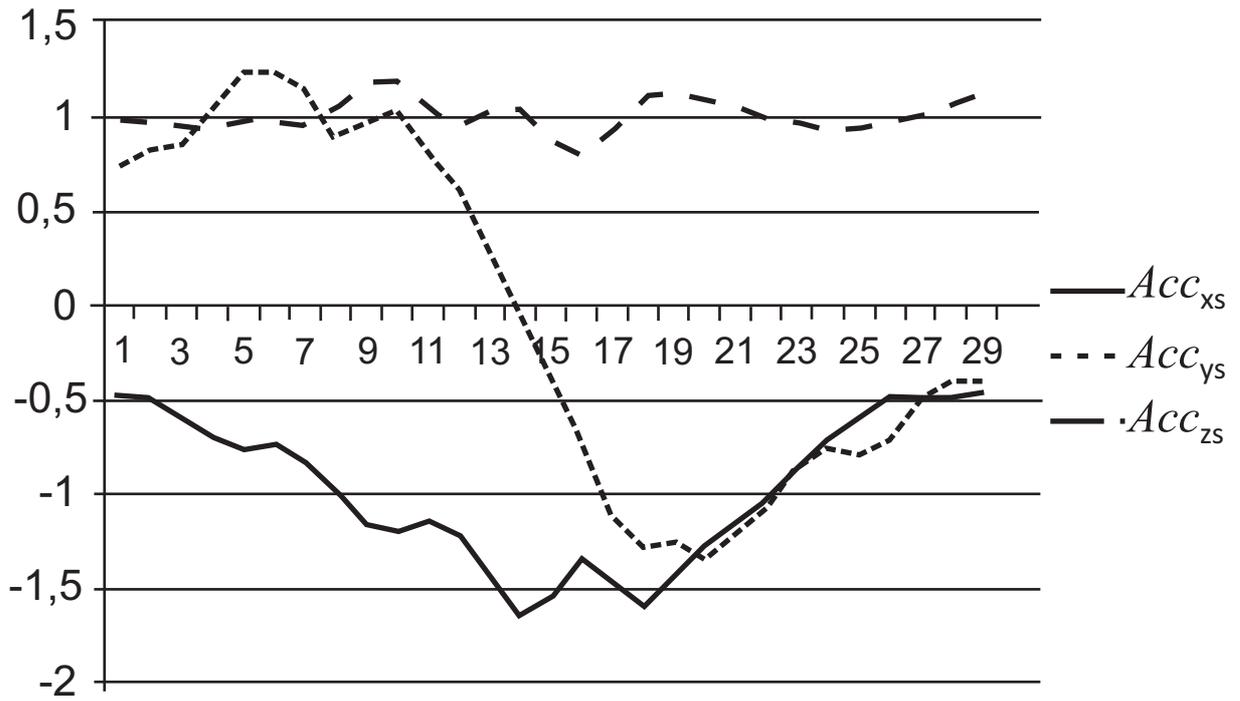


Fig.11B

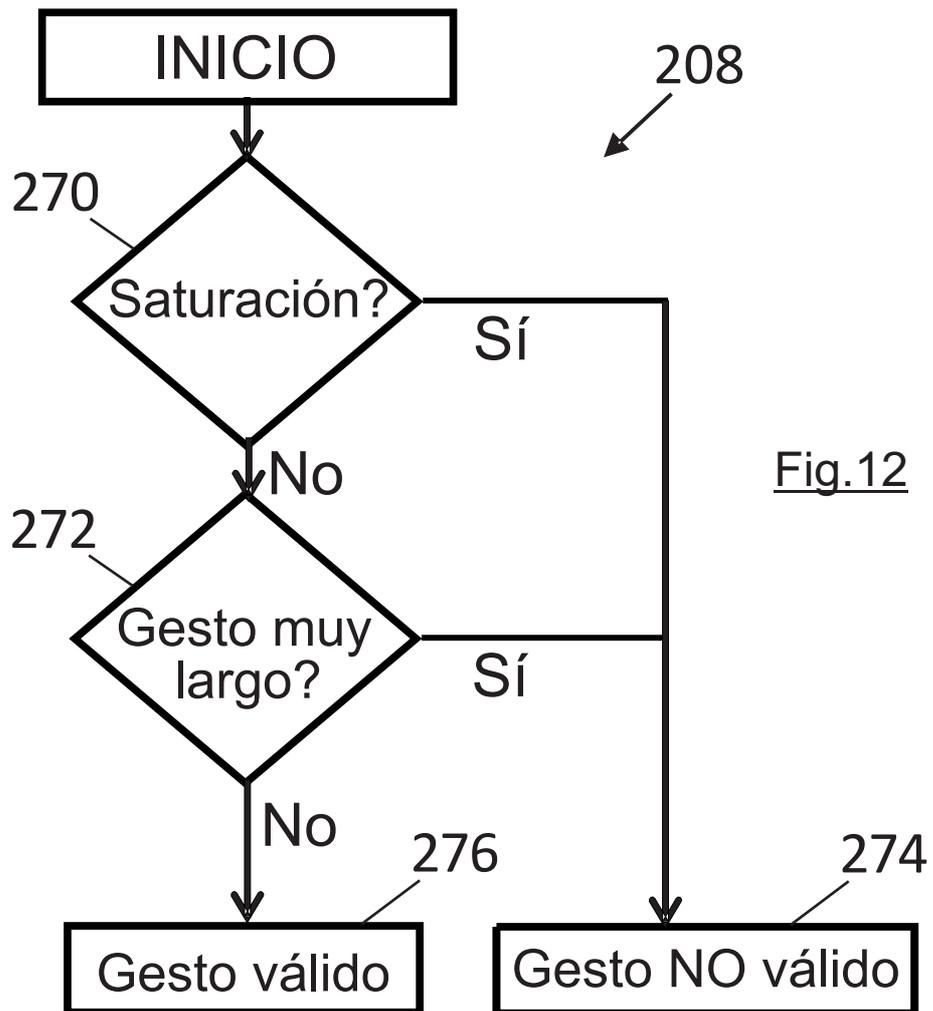


Fig.12

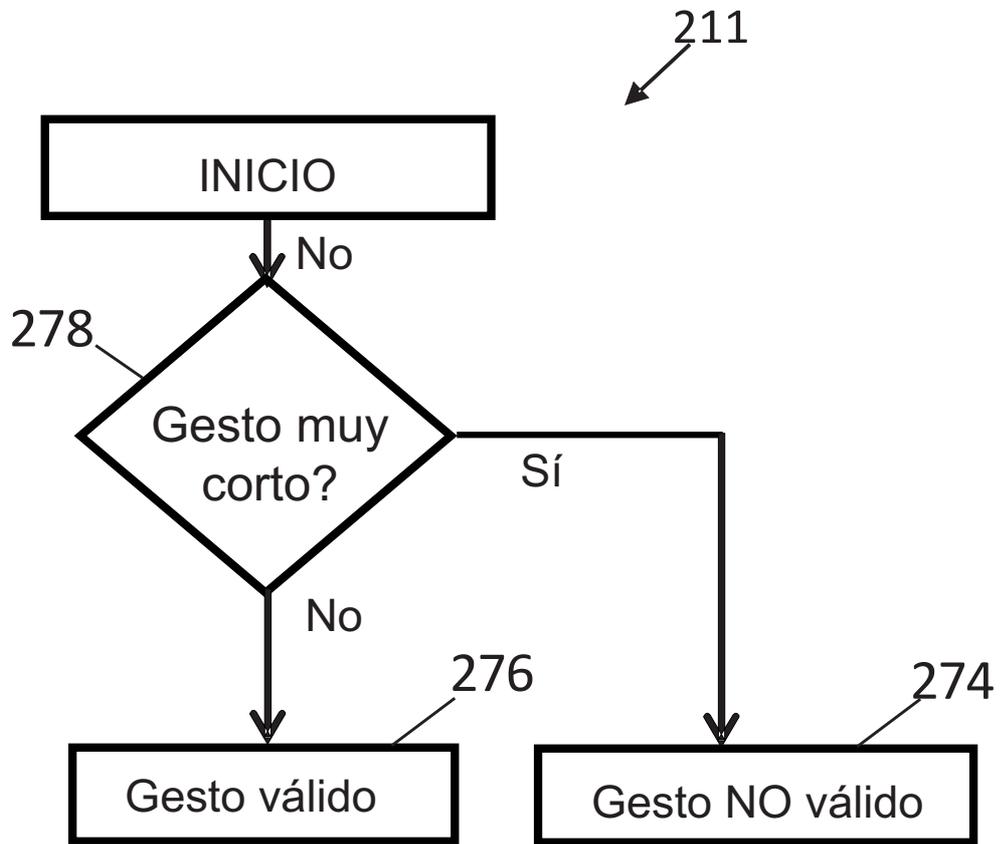


Fig.13

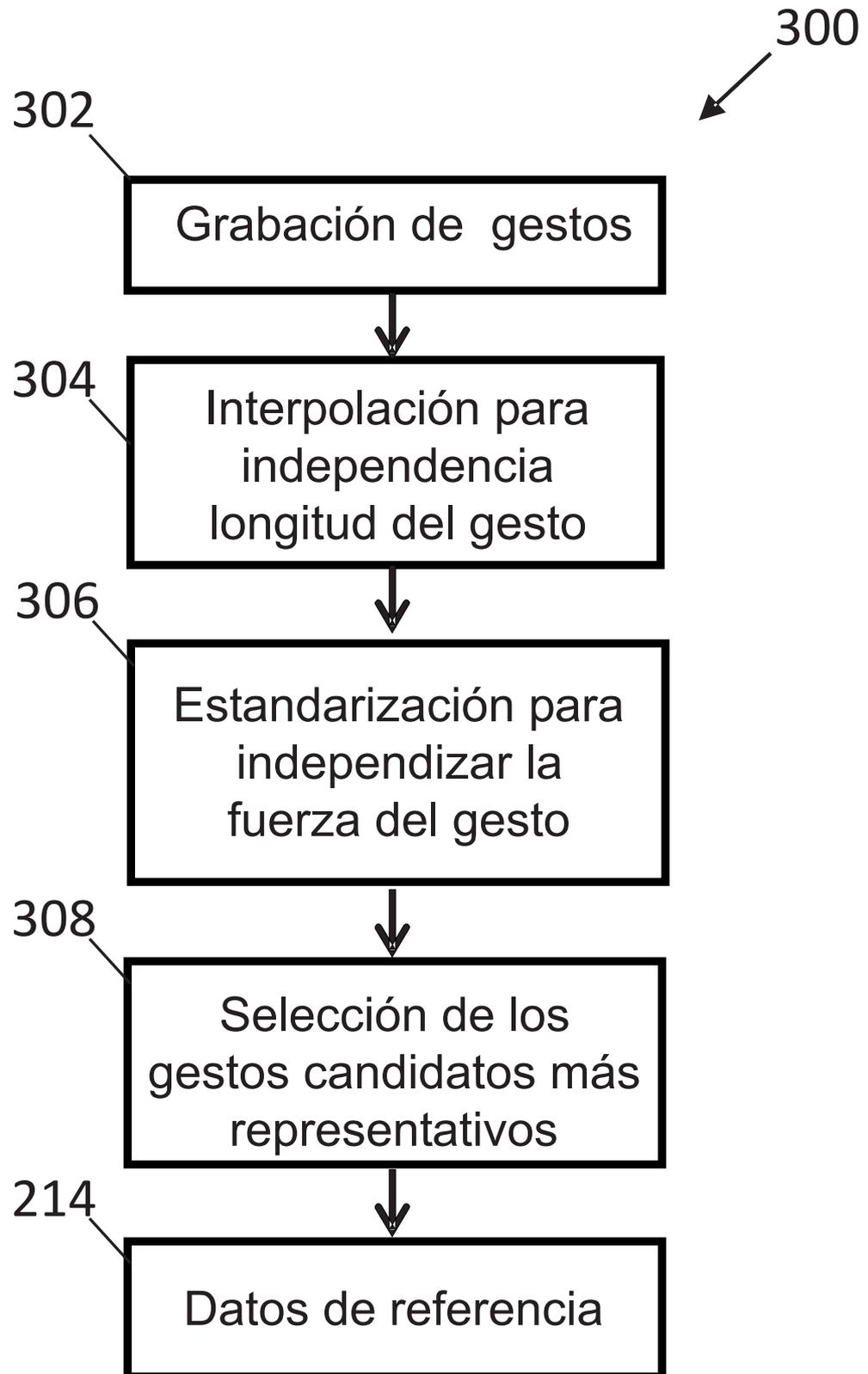


Fig.14



Fig.15

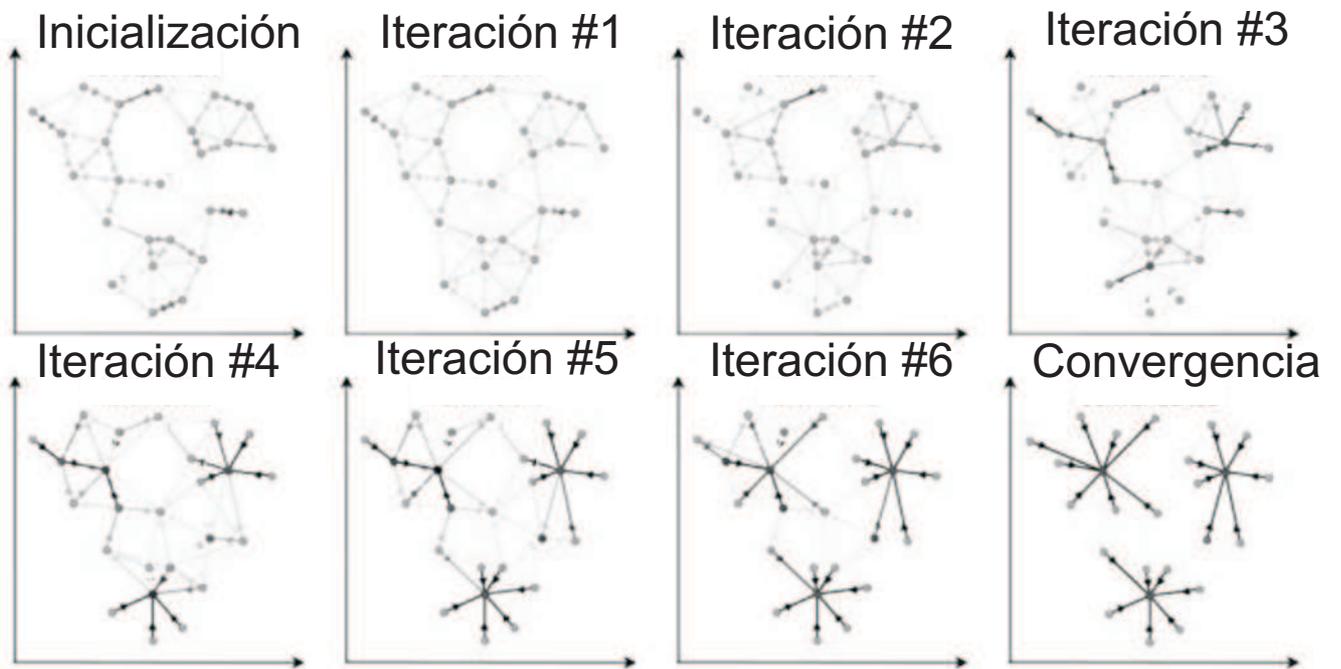


Fig.16

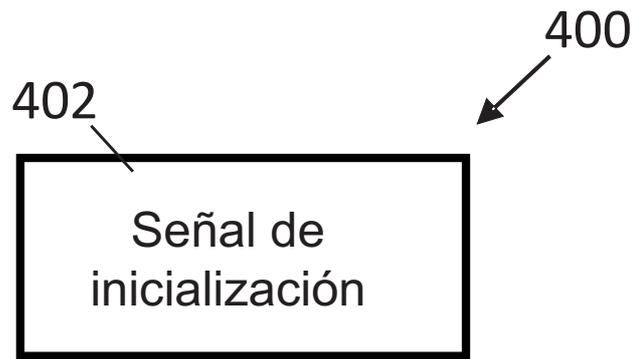


Fig.17A

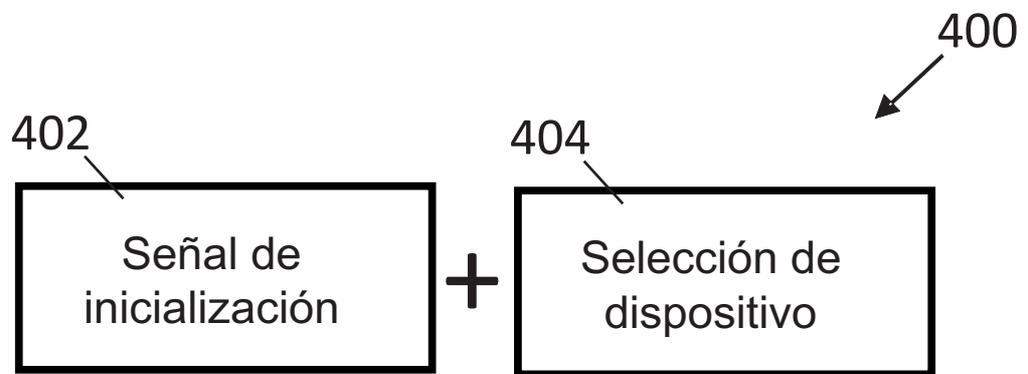


Fig.17B

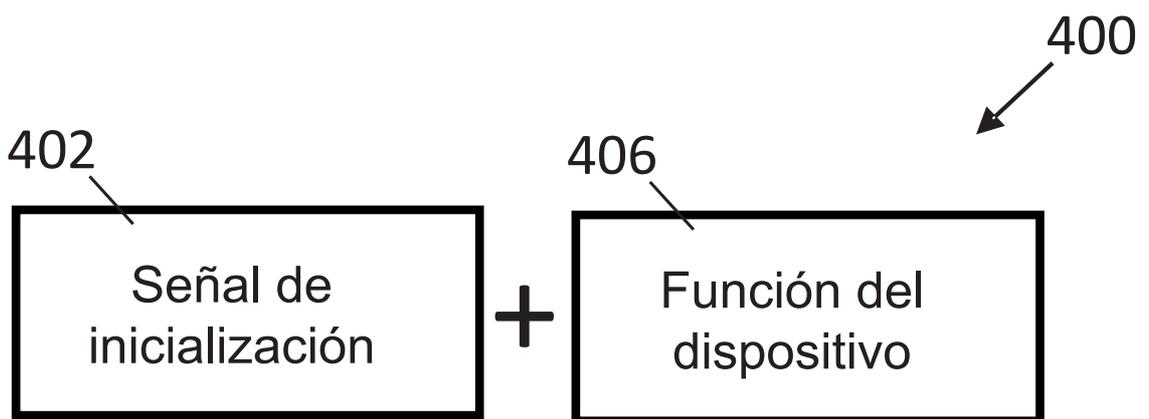


Fig.17C

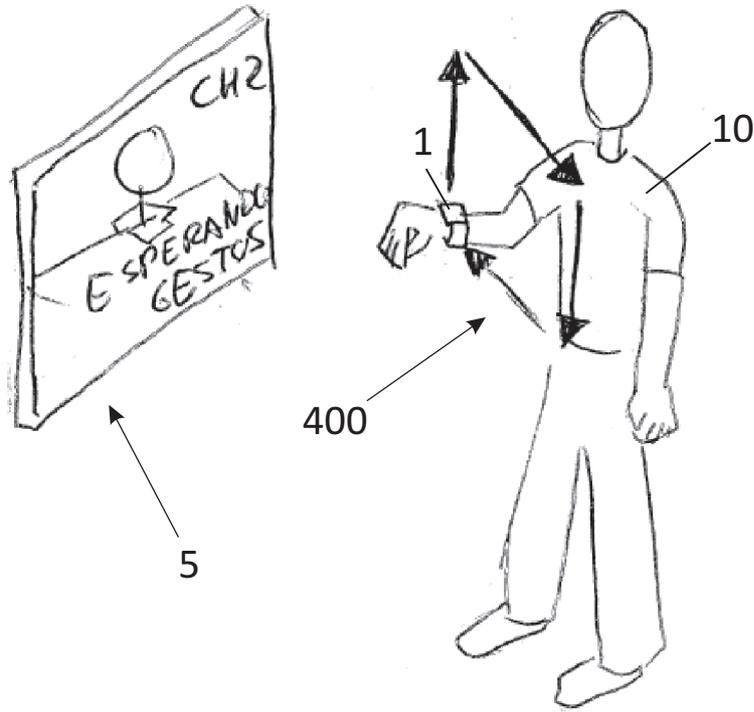


Fig.19A

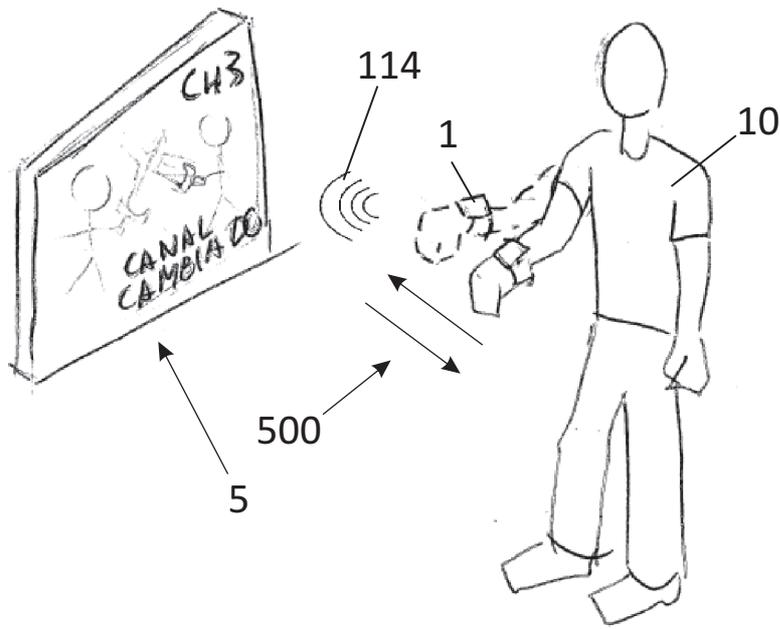


Fig.19B

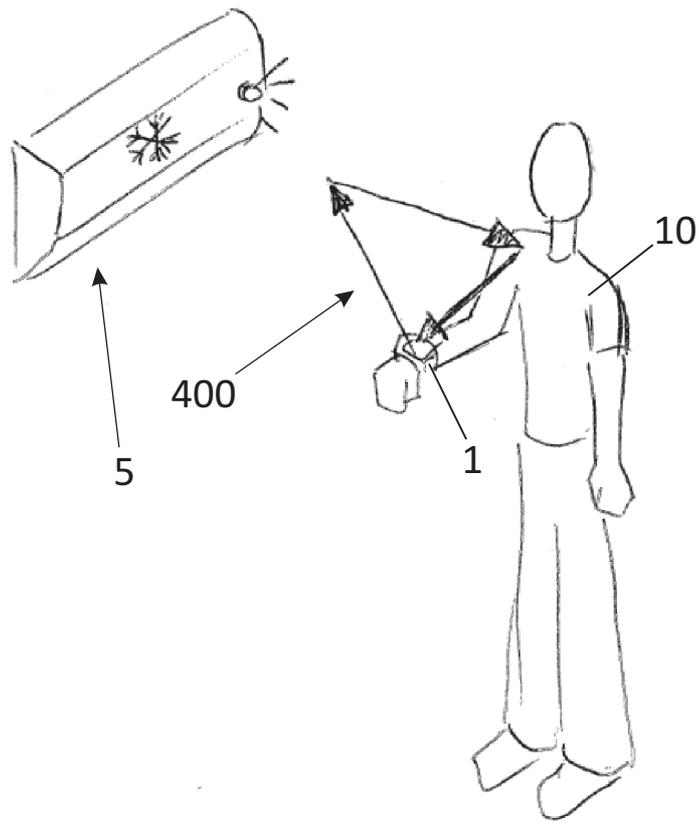


Fig.20A

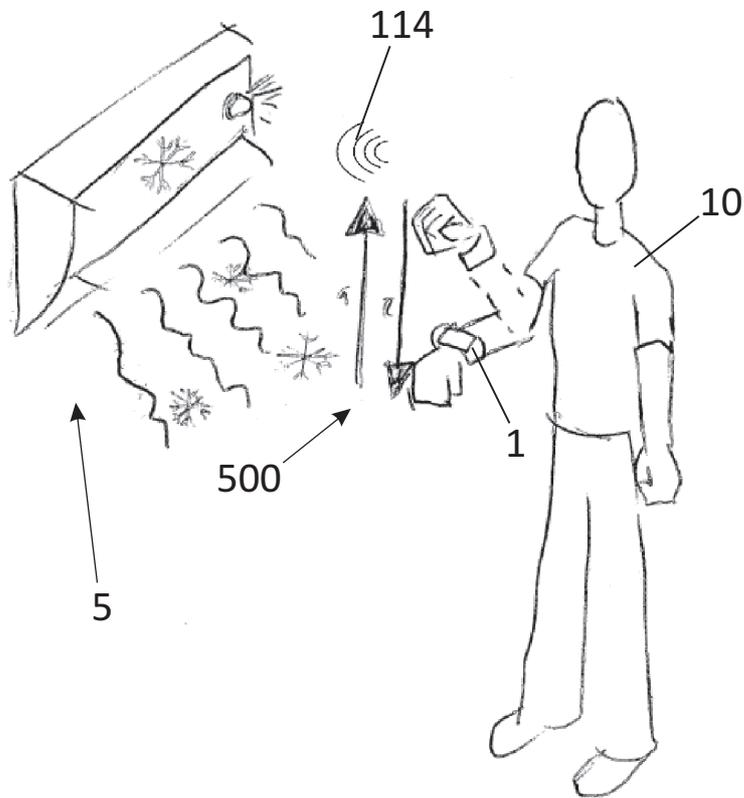


Fig.20B

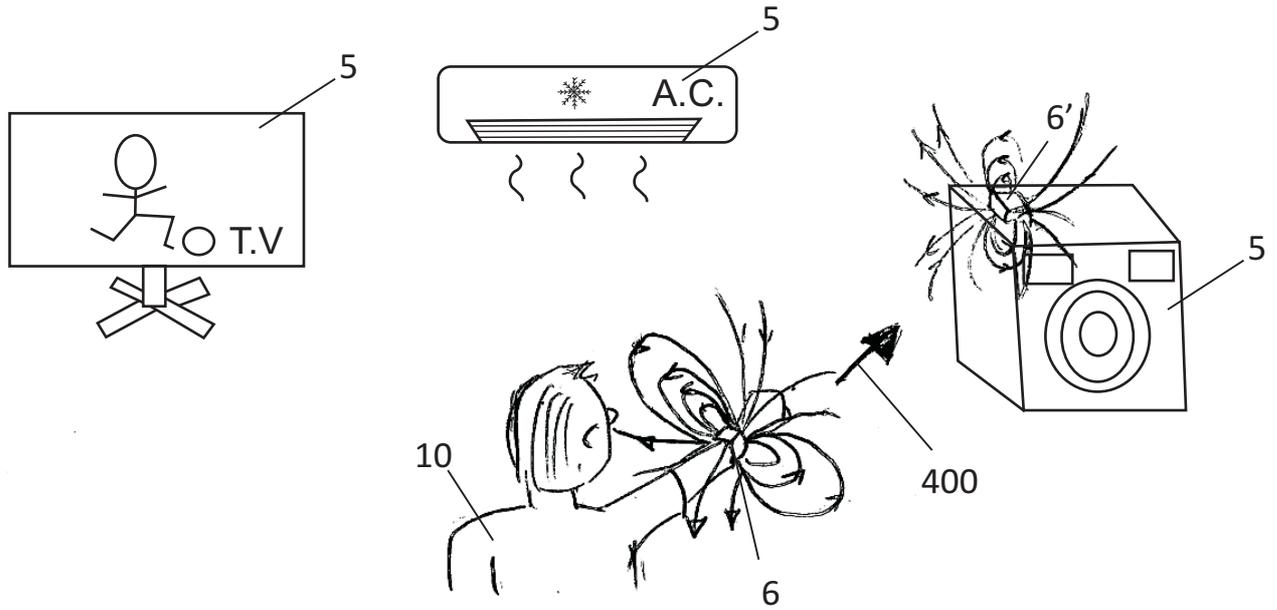


Fig.21A

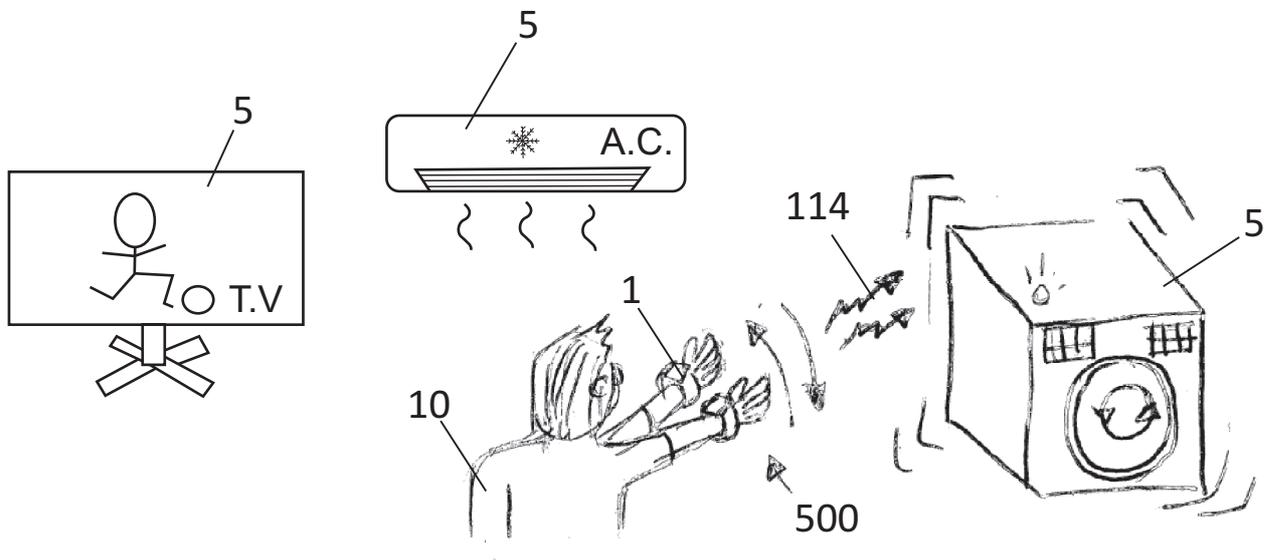
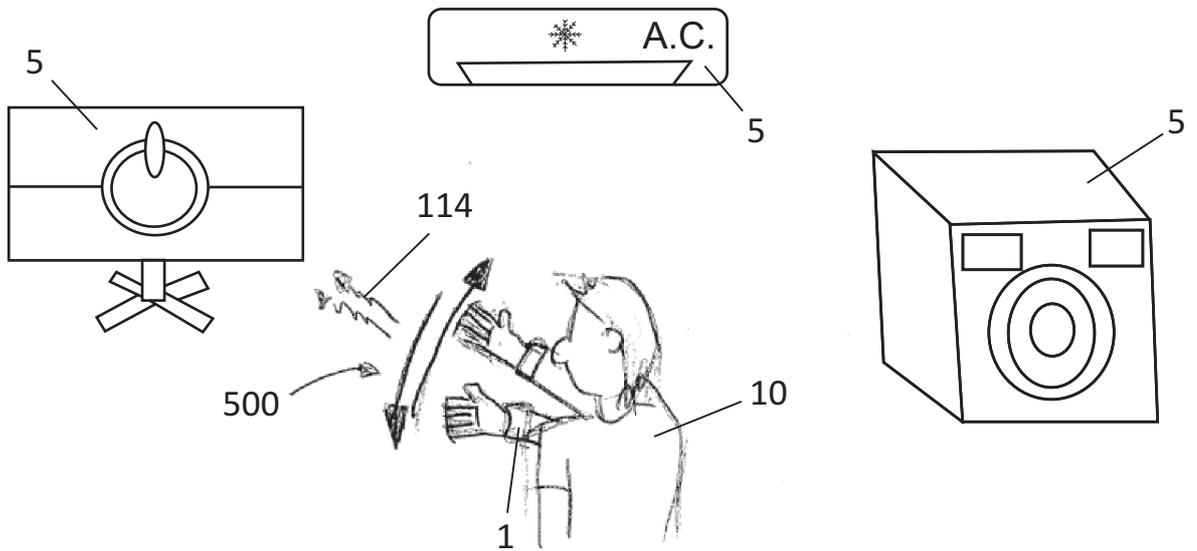
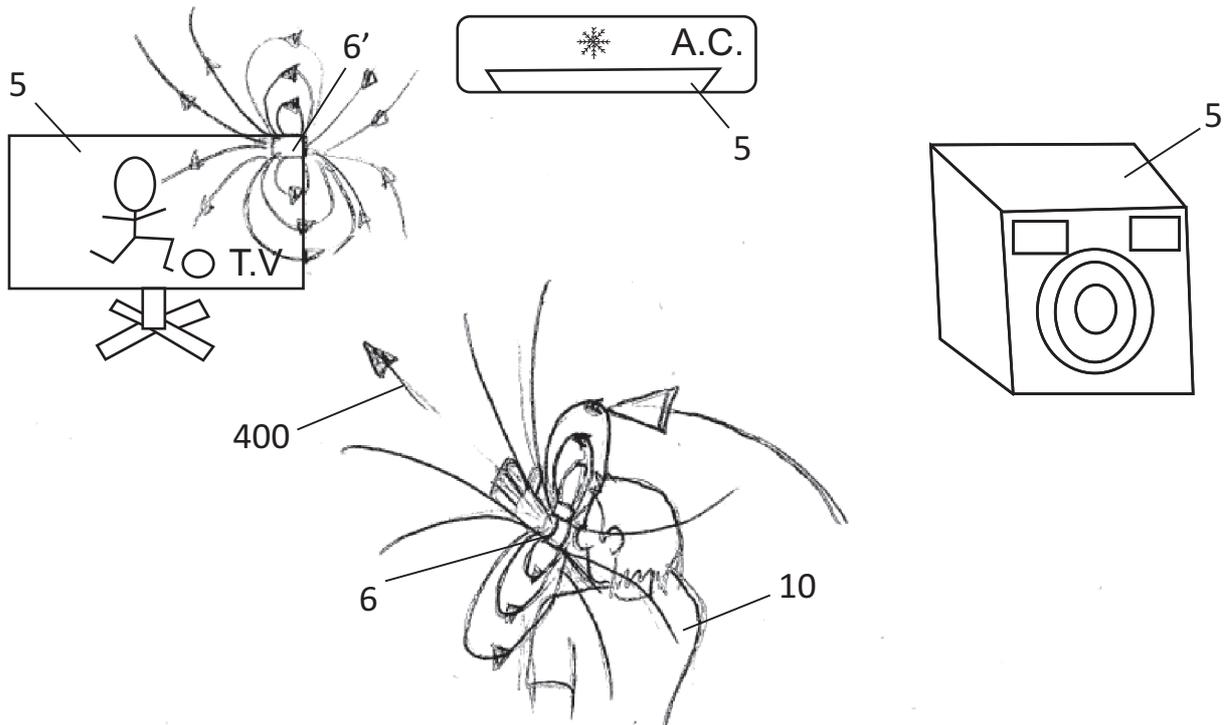


Fig.21B



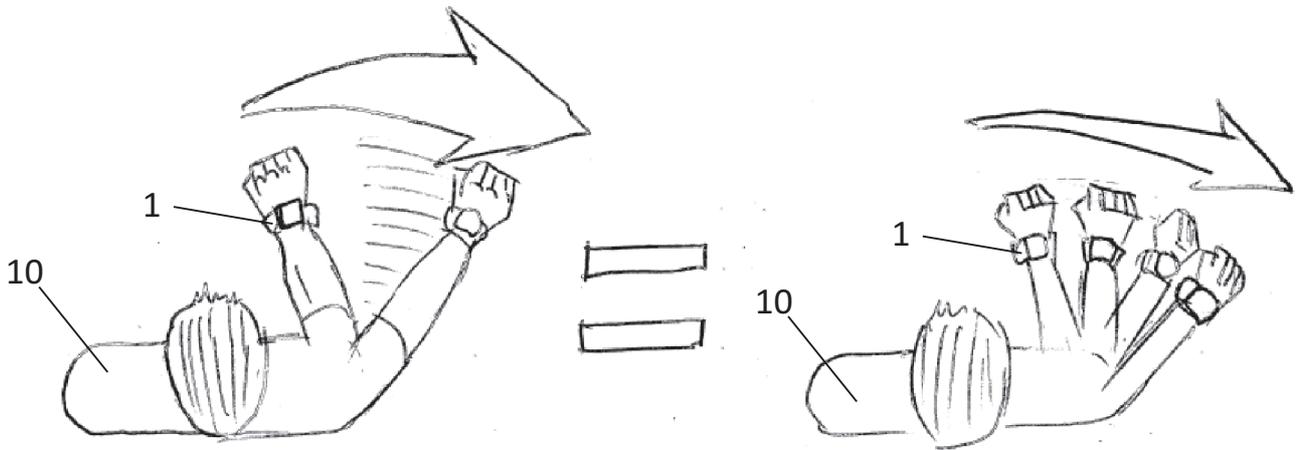


Fig.23

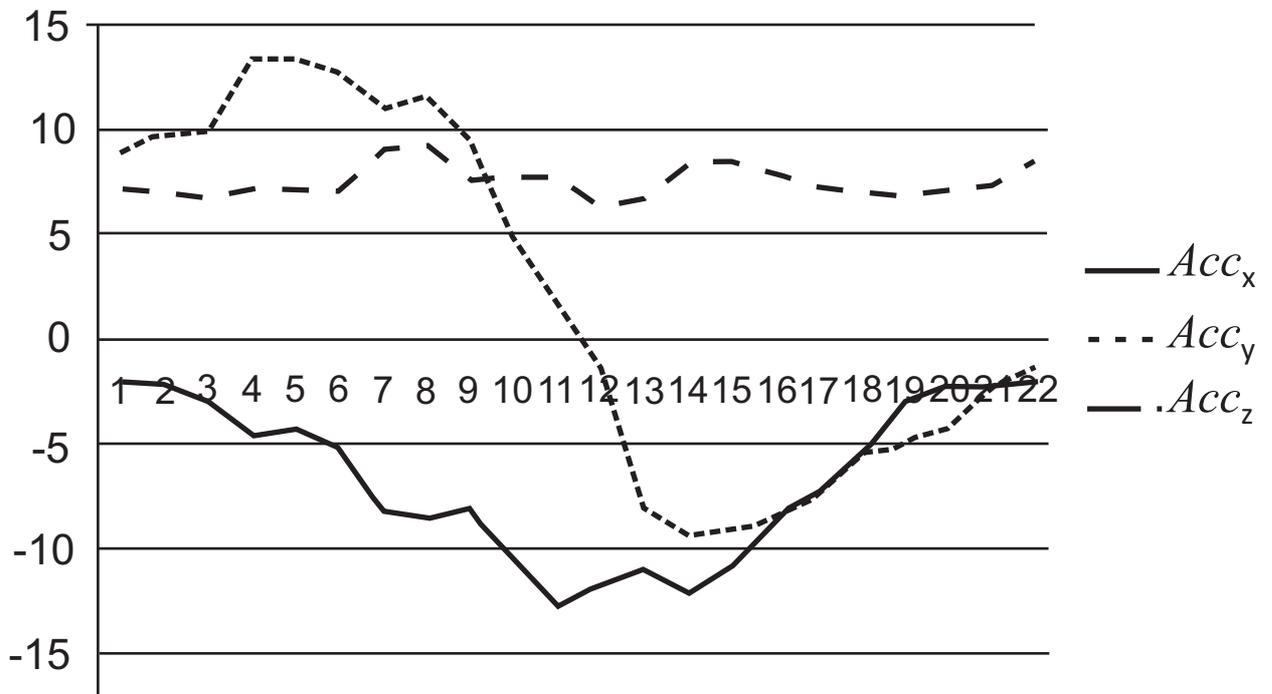


Fig.24A

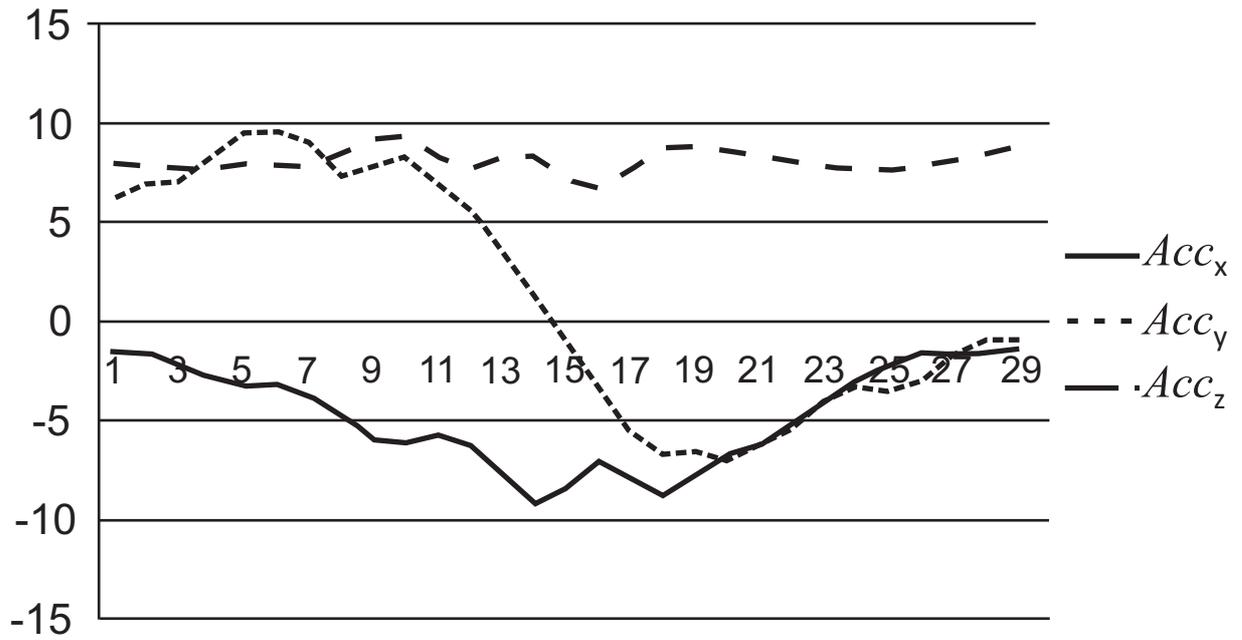


Fig.24B

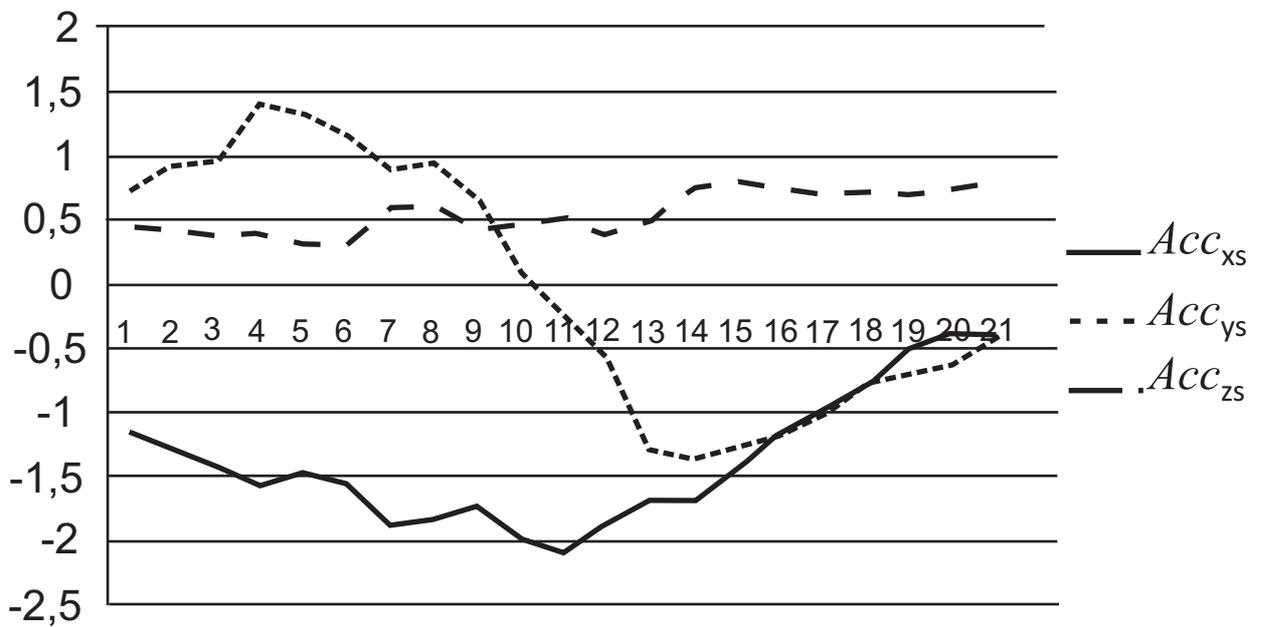


Fig.25A

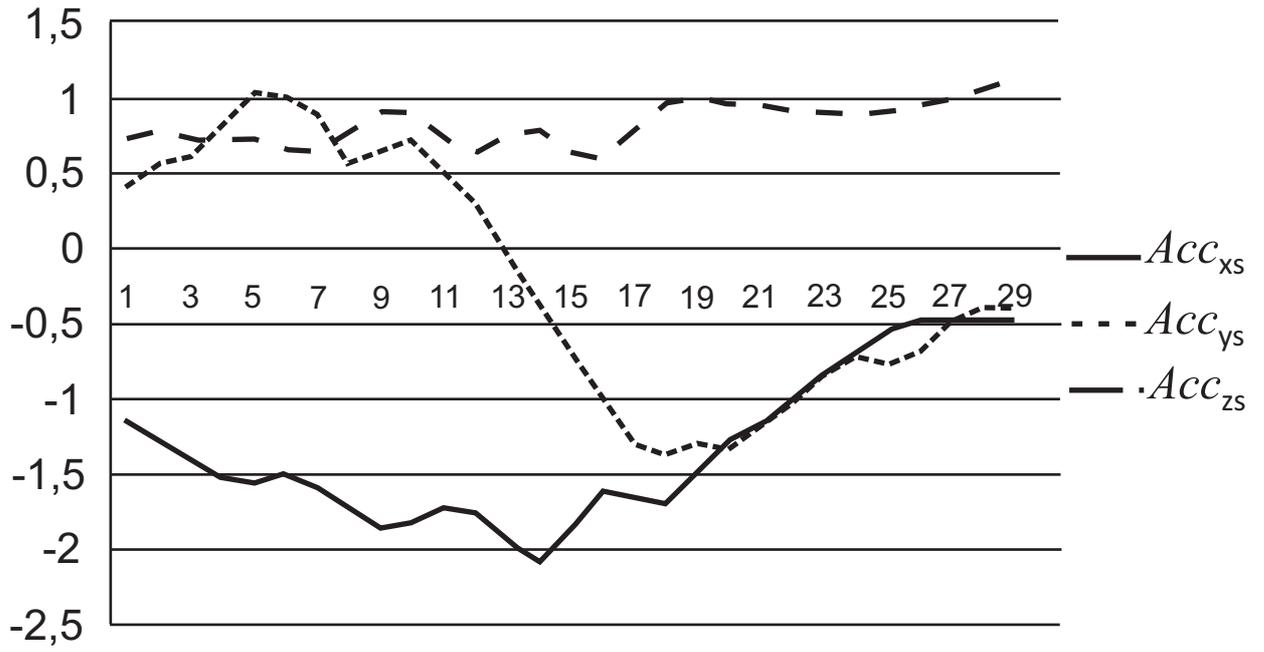


Fig.25B

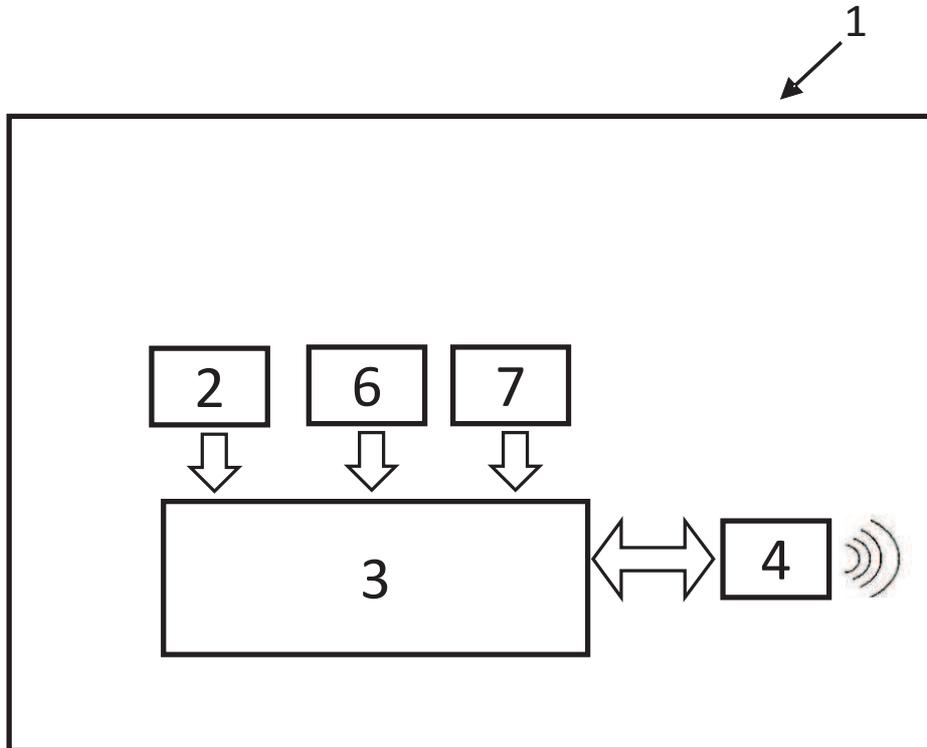


Fig.26



- ②① N.º solicitud: 201430836
②② Fecha de presentación de la solicitud: 02.06.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2011057287 A1 (INVENSENSE INC et al.) 12.05.2011, todo el documento, en especial párrafos [0037]-[00113]; figuras 1,5-6,10-11,13,15,17.	1-34
A	US 2009265671 A1 (SACHS DAVID et al.) 22.10.2009, resumen; [0034]-[0136].	1-34
A	US 2011199292 A1 (KILBRIDE PAUL E) 18.08.2011, resumen; [0029]-[0041].	1-34
A	US 6590536 B1 (WALTON CHARLES A) 08.07.2003, resumen; columnas 4-14.	1-34
A	EP 2590055 A2 (SAMSUNG ELECTRO MECH) 08.05.2013, resumen; [0043]-[0079].	1-34

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
09.10.2015

Examinador
B. Pérez García

Página
1/5

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G06F3/01 (2006.01)

G06F3/03 (2006.01)

G06K9/00 (2006.01)

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

G06F, G06K

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 09.10.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2, 11, 19, 28	SI
	Reivindicaciones 1, 3-10, 12-18, 20-27, 29-34	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-34	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2011057287 A1 (INVENSENSE INC et al.)	12.05.2011
D02	US 2009265671 A1 (SACHS DAVID et al.)	22.10.2009
D03	US 2011199292 A1 (KILBRIDE PAUL E)	18.08.2011
D04	US 6590536 B1 (WALTON CHARLES A)	08.07.2003
D05	EP 2590055 A2 (SAMSUNG ELECTRO MECH)	08.05.2013

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera el documento D01 el documento del estado de la técnica anterior más próximo al objeto de la solicitud. Este documento afecta a la novedad o a la actividad inventiva de la totalidad de las reivindicaciones de la solicitud, tal y como se detalla a continuación.

Reivindicación 1:

El documento D01 describe el siguiente dispositivo (se citan entre paréntesis referencias del propio documento D01):

Dispositivo portable de control mediante gestos ([0064], [00106], [00112], Fig. 10) que comprende una unidad de control (1014, 1508) y un módulo de medición de la aceleración (1016, 1504) en al menos tres ejes diferentes, estando la unidad de control ([0067], [0096]; Fig. 10) configurada para, utilizando los datos de aceleración provenientes del módulo de medición de la aceleración ([0041], [0079], [0096]; Fig. 10), identificar un gesto de comando ([0066], [0072]; Fig. 6) realizado por el usuario que porta el dispositivo portable (1000) y obtener a partir de dicho gesto de comando una orden para control de un dispositivo ([0066]; Fig. 11); caracterizado por que la unidad de control está adicionalmente configurada para detectar una señal de disparo (1106, 1108 "wake up signal") ejecutada por el usuario previamente a la realización del gesto de comando ([0049], [0082], [0086]; Fig. 11) y, a partir de dicha detección, iniciar la identificación del gesto de comando.

A la vista de lo anterior, todas las características descritas en la reivindicación 1 están ya anticipadas en el documento D01, por lo que dicha reivindicación no cumple con el requisito de novedad que establece el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 2:

La reivindicación dependiente 2 especifica distintas características que pueden asociarse a la señal de disparo. En concreto, se trata de la posibilidad de que la señal de disparo empleada para arrancar el procedimiento de identificación gestual incluya información sobre la selección del dispositivo ([0093], [00106], [00112]) hacia el cual va dirigida la orden final (reivindicación 2).

La principal diferencia entre la solicitud y el sistema descrito en D01 se encuentra en cómo se estructura la selección del dispositivo al que enviar la orden gestual para que la ejecute. En la solicitud se reservan determinados gestos para la identificación del dispositivo externo hacia el cual se ha de enviar por vía inalámbrica una determinada orden; por lo que previamente ambos dispositivos (portable y externo) "deben de estar pareados, bien a través de una aplicación (...) o bien empleando por ejemplo el perfil Bluetooth". En D01 igualmente se citan señales inalámbricas del tipo "Bluetooth, Wi-Fi, ..., infrarrojo u otras señales RF" para controlar distintos dispositivos externos ([00105]-[00106]), estos protocolos también requieren el apareamiento de ambos dispositivos (portable y externo) con antelación a la transmisión de la orden. Es decir, no se produce un efecto técnico diferenciador entre D01 y esta reivindicación.

A la vista del estado de la técnica anterior, se considera que la reivindicación 2 no satisface el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 3:

La reivindicación 3 añade la posibilidad de que la señal de disparo incluya información sobre la función del dispositivo ([0092]-[0093]; Fig. 13) sobre la cual se va a generar la correspondiente orden. Por tanto esta característica no presenta novedad (Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986).

Reivindicación 4:

La reivindicación dependiente 4 especifica la característica de obtener una orden a partir del gesto y de información adicional de la señal de disparo ([0066], [0086]; Fig. 6). Por tanto esta característica no presenta novedad (Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986).

Reivindicación 5:

La reivindicación dependiente 5 especifica las características que permiten, utilizando una conexión inalámbrica, la comunicación de una orden desde el dispositivo portable hasta un dispositivo externo. La descripción de D01 ([0080], [00105]-[00106]) indica igualmente la posibilidad de emplear una conexión inalámbrica entre el dispositivo portable y el dispositivo externo para transmitir una orden hasta este último.

Por ello, esta reivindicación no cumple con el requisito de novedad que establece el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 6:

La reivindicación dependiente 6 especifica que la orden gestual puede ejecutarse en el propio dispositivo portable ([0059]-[0060]; Fig. 13), por lo que dicha reivindicación no cumple con el requisito de novedad que establece el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 7:

La reivindicación dependiente 7 especifica que el dispositivo portable es vestible en la extremidad superior del usuario ([00112]), por lo que dicha reivindicación no cumple con el requisito de novedad que establece el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicaciones 8, 9 y 10:

Las reivindicaciones dependientes 8, 9 y 10 (9 y 10 son dependientes de 8) especifican la utilización de un sistema de corrección de giros para independizar el efecto de la rotación de la extremidad superior del usuario sobre su eje ([0046]-[0048]; Figs. 16, 17), así como el uso de una matriz de rotación con ángulo inicial \square en la corrección del efecto de esa rotación del miembro superior ([0046], [0070]) y el empleo de un giróscopo cuyos datos se utilizan en la unidad de control para realizar la corrección de giros ([0046]-[0048]; Fig. 17).

A la vista de lo anterior, las características descritas en la reivindicaciones 8, 9 y 10 están ya anticipadas en el documento D01, por lo que dichas reivindicaciones no cumplen con el requisito de novedad que establece el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 11:

La reivindicación dependiente 11 especifica la realización de un procedimiento de estandarización (o normalización empleando media y desviación típica) de la fuerza del gesto ([0050], [0065]).

La principal diferencia entre la solicitud y lo divulgado en D01 radica en la capacidad de ejecutar el procesado de los datos correspondientes a cada gesto mientras éste último se está realizando. Sin embargo, esta característica dependerá fundamentalmente de capacidad de la unidad de control para realizar el procesado de los datos en tiempo real. En la descripción de D01 ([0069]), se menciona ya esta posibilidad respecto de los datos suministrados por giróscopo y acelerómetro en relación con la determinación de la dirección de la gravedad, por lo que puede resultar evidente para un experto en la materia aplicar también el procesado en tiempo real en el caso de la normalización de los datos correspondientes a los gestos.

A la vista del estado de la técnica anterior, se considera por tanto que la reivindicación 2 no satisface el requisito de actividad inventiva que establece el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 12:

La reivindicación dependiente 12 especifica la posibilidad de realizar una comprobación de la validez o no del gesto, bien por saturación del acelerómetro, por ser aquél demasiado largo, o ser demasiado corto ([0071]). Por ello, esta reivindicación no cumple con el requisito de novedad que establece el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicaciones 13 y 14:

Las reivindicaciones dependientes 13 y 14 especifican respectivamente la detección del inicio y del final de un gesto incluyendo la realización de un filtrado (o procesado de los datos de los sensores inerciales) de la componente de aceleración correspondiente a la gravedad ([0049], [0069]). Por ello, esta reivindicación no cumple con el requisito de novedad que establece el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 15:

La reivindicación dependiente 15 especifica la identificación de un gesto concreto a partir de datos de referencia obtenidos en una etapa de entrenamiento previa ([0045], [0074]; Fig. 1, Fig. 5). Por ello, esta reivindicación no cumple con el requisito de novedad que establece el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 16:

La reivindicación dependiente 16 especifica que la señal de disparo puede ser un gesto ([0086]; Fig. 13). Por ello, esta reivindicación no cumple con el requisito de novedad que establece el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicación 17:

La reivindicación dependiente 17 especifica que el dispositivo portable incorpora un magnetómetro empleado en la señal de disparo ([00106]). Es común en el estado de la técnica que los dispositivos móviles incorporen magnetómetros para la realización de funciones del tipo compás (brújula). En este caso, en D01 se divulga la utilización de estos magnetómetros para establecer la conexión con un dispositivo externo (mediante una señal de disparo). Por ello, esta reivindicación no cumple con el requisito de novedad que establece el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Reivindicaciones 18 a 34:

Las reivindicaciones 18 a 34 reivindican un método de control de un dispositivo portable con las mismas características previstas en las anteriores reivindicaciones 1 a 17. Por ello ([0037]), aplican exactamente los mismos razonamientos para las reivindicaciones del método de control que para las del dispositivo correspondiente.

En conclusión, a la vista del estado de la técnica anterior, la solicitud no satisface los requisitos de patentabilidad que establecen en el Art. 4.1 de la Ley 11/1986.