

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 934**

21 Número de solicitud: 201000469

51 Int. Cl.:  
**A61B 5/11**

(2006.01)

12

## ADICIÓN A LA PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **08.04.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **19.04.2012**

Fecha de la concesión: **13.11.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **23.11.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**23.11.2012**

61 Número de solicitud de la patente principal:  
**P 200201710**

73 Titular/es:  
**UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
PABELLÓN DE BRASIL, PASEO DE LAS  
DELICIAS S/N  
41013 SEVILLA, ES y  
CIBER - BBN**

72 Inventor/es:  
**ROA ROMERO, Laura María;  
REINA TOSINA, Luis Javier;  
NARANJO HERNÁNDEZ, David y  
ESTUDILLO VALDERRAMA, Miguel Ángel**

74 Agente/Representante:  
**No consta**

54 Título: **ADICIÓN A LA PATENTE P200201710 POR "SISTEMA PORTABLE PARA LA MONITORIZACIÓN DEL MOVIMIENTO, ESTADO POSTURAL Y ACTIVIDAD FÍSICA DE HUMANOS DURANTE LAS 24 HORAS DEL DIA".**

57 Resumen:

El objeto de la presente invención consiste en la mejora de la arquitectura base descrita en la patente de invención P200201710 Sistema portable para la monitorización del movimiento, estado postural y actividad física de humanos durante las 24 horas del día, mediante la inclusión de un novedoso diseño genérico para sensores inteligentes aplicado de forma particular en las unidades inteligentes de acelerometría para la monitorización del movimiento y estado postural del usuario. La presente adición también introduce mejoras funcionales y estructurales en el dispositivo servidor personal y en el router de acceso a través de nuevos módulos para el posicionamiento mediante sistemas de navegación por satélite, la actualización online del firm/software, el añadido de servicios domóticos o la estandarización de la información médica para facilitar la interoperatividad del sistema y su integración. Por otro lado, un nuevo diseño del servidor personal agrega nuevas funcionalidades en una arquitectura multi-núcleo capaz de albergar un sistema operativo embebido que permita la dotación de servicios al sistema portable.

Tiene su aplicación en el área de las Tecnologías de la Información y las

Comunicaciones (TICs) en el contexto de la ingeniería biomédica y la tecnología médica, para el desarrollo de dispositivos electrónicos porta bies de monitorización continua de variables fisiológicas de las personas y de su estado de salud.

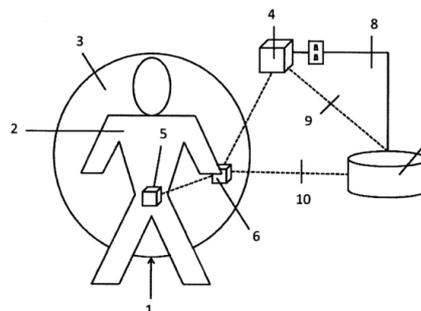


Fig. 1

ES 2 378 934 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Adición a la patente nº P 200201710 por: “Sistema portable para la monitorización del movimiento, estado postural y actividad física de humanos durante las 24 horas del día”.

5

### Objeto de la invención

El objeto de la presente invención consiste en la mejora de la arquitectura base descrita en la patente de invención P200201710 “Sistema portable para la monitorización del movimiento, estado postural y actividad física de humanos durante las 24 horas del día”, mediante la inclusión de un novedoso diseño genérico para sensores inteligentes aplicado de forma particular en las unidades inteligentes de acelerometría para la monitorización del movimiento y estado postural del usuario. La presente adición también introduce mejoras funcionales y estructurales en el dispositivo servidor personal y en el router de acceso a través de nuevos módulos para el posicionamiento mediante sistemas de navegación por satélite, la actualización on-line del firm/software, el añadido de servicios domóticos o la estandarización de la información médica para facilitar la interoperatividad del sistema y su integración. Por otro lado, un nuevo diseño del servidor personal agrega nuevas funcionalidades en una arquitectura multinúcleo capaz de albergar un sistema operativo embebido que permita la dotación de servicios al sistema portable.

Tiene su aplicación en el área de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en el contexto de la ingeniería biomédica y la tecnología médica, para el desarrollo de dispositivos electrónicos portables de monitorización continua de variables fisiológicas de las personas y de su estado de salud.

### Estado de la técnica

La monitorización remota del movimiento resulta de gran utilidad a la hora de mejorar la atención sanitaria de la población en general, y en especial, de dos grupos poblacionales especialmente importantes: las personas mayores y los pacientes con patologías crónicas. La medición del movimiento durante las actividades diarias en pacientes con patologías crónicas permite el cálculo de índices de actividad metabólica que pueden utilizarse para la prescripción personalizada de insulina, en el caso de pacientes diabéticos, o para estimar la generación de nitrógeno ureico, creatinina, y otros productos del metabolismo causantes del síndrome urémico, en el caso de pacientes con insuficiencia renal crónica. La estimación del gasto energético y de la actividad diaria también es de utilidad en el seguimiento de pacientes con problemas cardíacos, asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y en el seguimiento del post-operatorio [Ermes, J. Parkka, J. Mantyjarvi and I. Korhonen, “Detection of Daily Activities and Sports With Wearable Sensors in Controlled and Uncontrolled Conditions”, IEEE Trans. Infor. Tech. Biomed., vol. 12, no. 1, pp. 20-26, 2008]. Es interesante hacer notar que un porcentaje significativo de pacientes con patologías crónicas como las nombradas son personas con más de 65 años.

Las personas mayores además se enfrentan a otro importante problema, las caídas, las cuales tienen una demostrada relación con la morbilidad y la mortalidad en este grupo poblacional [Y. Zigel, D. Litvak and I. Gannot, “A Method for Automatic Fall Detection of Elderly People Using Floor Vibrations and Sound-Proof of Concept on Human Mimicking Doll Falls”, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 56, no. 12, pp. 2858-2867, 2009]. Además, representan una carga importante dentro del gasto público sanitario, que se va a ver incrementado notablemente en los próximos años debido a la inversión de la pirámide poblacional. Una detección temprana de la caída aumenta la tasa de supervivencia, reduce el gasto médico derivado y disminuye el tiempo medio de retorno a una vida independiente.

Las nuevas tecnologías de comunicación inalámbricas y los avances en sistemas microelectromecánicos (MEMS) han permitido el desarrollo de numerosos dispositivos portátiles para la monitorización autónoma del movimiento humano en el ámbito de la teleasistencia domiciliaria. La mayoría de estos dispositivos portables se basan en un diseño constituido por un acelerómetro, un procesador, una memoria y un módulo de comunicaciones, como en US 6.433.690, US 7.479.890 o WO 2009/138900. Otros diseños añaden al esquema anterior acelerómetros en la misma unidad sensora (US 7.248.172) o en dispositivos distribuidos por el cuerpo (WO 2008/091227). Existen también propuestas que agregan otros sensores como giróscopos (US 2009/076419), magnetómetros (US 7.423.537), barómetros (WO 2009/138941), sensores de presión en los pies (US 2009/076419) o detectores RFID distribuidos por el entorno de seguimiento (WO 2007/057692). Incluso podemos encontrar diseños que complementan la monitorización con sensores de variables fisiológicas como el ritmo respiratorio, la presión parcial de CO<sub>2</sub>, la temperatura (US 6.997.882) o sensores de ECG (US 2009/048540).

El marco de uso de estos dispositivos cubre aplicaciones de diversa índole, como la detección o clasificación de la actividad del sujeto portador (US 6.433.690), la clasificación de movimientos (US 6.864.796), la estimación del gasto energético o del consumo calórico (US 2009/048540), la evaluación del nivel de actividad física (ES 2.309.455) o el cómputo del número de pasos al caminar (US 2009/048540). También se aplican a la detección de eventos de alarma o atención, como pueden ser las caídas (US 2008/129518, EP 1.779.772, US 7.502.498), del inicio de una caída (US 7.150.048), de períodos de inmovilidad del sujeto portador (US 7.145.461) o estadios de muerte súbita (WO 2008/050252). La monitorización del movimiento resulta además de interés en numerosas aplicaciones aparte del contexto médico de aplicación mencionado, como puede ser el control de robots o aparatos de ayuda al movimiento bípedo (US 7.017.395) o la detección inicial de caída en dispositivos como discos duros (EP 1.742.071).

La monitorización remota del movimiento o de los eventos cinéticos normalmente se realiza a través de un centro de telemonitorización o teleasistencia. El enlace con dicho centro se realiza en muchos casos de forma inalámbrica a través de una estación base fija con acceso a una red fija de comunicación (WO 2008/129451), a través de un enlace WiFi (US 7.394.385) o mediante conexión directa (US 2009/292227). También es posible realizar la monitorización en la propia estación base, como se plantea en (ES 2.309.455). La portabilidad del sistema aumenta si se hace móvil la estación base utilizando un dispositivo electrónico portable con conexión móvil (US 7.248.172), aunque también se considera la tecnología GSM/GPRS/UMTS en la unidad sensora para la comunicación con el centro de telemonitorización (EP 1.779.772). Esta propiedad se complementa si se añade un módulo de localización terrestre al dispositivo sensor (EP 1.870.037) o a la estación base móvil (US 2008/129518).

La información capturada por los sensores debe ser tratada y procesada para extraer las características o eventos cinéticos de interés. Este procesado se realiza en algunos casos en la misma unidad sensora (US 2009/174565, WO 2009/138941), en otros en la estación base (US 6.810.349), en el centro de monitorización (ES 2.309.455) e incluso de forma off-line en un ordenador personal (US 7.141.026). En otros diseños se efectúa en primer lugar un procesado sencillo en la unidad sensora para extraer parámetros o filtrar señales, y un procesado más complejo en la estación base (US 7.423.537) o en un servidor remoto (US 7.198.607). Estas soluciones que prevén una importante carga de procesamiento fuera de la unidad sensora no resultan eficientes desde el punto de vista energético, ya que se produce un mayor consumo en las transmisiones de los dispositivos para soportar un flujo de datos más denso.

No existe una localización común en los sistemas de monitorización de movimiento mencionados, siendo frecuente su ubicación en la cintura (WO 2009/138900), aunque también en el pecho (ES 2.264.645), en la cadera (US 7.423.537), en la muñeca (WO 2004/100092), en el tobillo (US 7.107.180), en los pies y muslos (US 2009076419), en un colgante del cuello (US2009174565) o incluso implantados en el pecho (US2009292227). Numerosos estudios han mostrado que la calidad de la información relativa a las transiciones entre estados posturales y parámetros metabólicos o cinéticos puede ser optimizada si el sensor se coloca cerca del centro de gravedad del sujeto, es decir en la espalda, en el plano mediano, a la altura del sacro [C. V. C. Bouten, M. Koekkoek, M. Verduin, R. Kodde, and J. D. Janssen, "A triaxial accelerometer and portable data processing unit for the assessment of daily physical activity", IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 44, no. 3, pp. 136-147, 1997]. Esta posición normalmente no se considera debido a su difícil accesibilidad, lo que se traduce en una mayor probabilidad de generación de falsos positivos en la detección de caídas. Para disminuir este efecto a menudo se utilizan un número mayor de dispositivos sensores, lo que aumenta el coste del dispositivo y las transmisiones necesarias, disminuyendo la autonomía de los mismos (WO 2008/129452). Otros métodos tienen en cuenta la inmovilidad posterior al evento para reducir el número de falsos positivos, pero presentan el inconveniente de que posibles intentos de levantarse por parte del paciente puedan dejar la caída sin detectar. Además, un retraso en el envío de la alarma podría provocar una situación de ansiedad en el paciente al no recibir un mensaje de confirmación indicándole que la ayuda está en camino. Tampoco resulta eficiente la utilización de algoritmos de procesamientos complejos y pesados que afinen en los procesos de detección y clasificación, ya que esto repercute de forma negativa en la portabilidad y en el consumo de los dispositivos, debido al incremento de los recursos hardware y tiempo de procesamiento necesarios.

Por otra parte, como la operación de los dispositivos está supeditada en gran medida a la colocación del mismo por parte del usuario, éste queda sin monitorizar cuando se olvida del mismo o cuando realiza actividades para las que se tiene que desprender de él, como cuando está en la cama o en la ducha, circunstancias en las que se producen muchas caídas. Estas situaciones sólo son atendidas con implantes invasivos como en US 6.937.900 o con dispositivos impermeabilizados de utilización no transparente para el usuario (US 2009/0048540), por lo que podría olvidar ponérselo. Aún obviando esta circunstancia, la mayoría de los dispositivos no están capacitados para operar en todos los escenarios, como cuando el usuario está fuera de casa o fuera del área de cobertura de monitorización, y tampoco están preparados para trabajar en entornos multiusuario, como puede ser un centro de mayores o un hospital.

Resulta interesante añadir que existen también sistemas de monitorización no portables que basan su funcionamiento en el uso de dispositivos sensoriales distribuidos por la vivienda o el entorno de seguimiento, como pueden ser sistemas de detección de caídas mediante cámaras o dispositivos ópticos (US 2009/278934, WO 2004/047039, US 7.110.569) o mediante sensores de vibración y micrófonos en el suelo (WO 2009/113056). La principal desventaja de estos sistemas es que su aplicabilidad se reduce sólo al ámbito de despliegue de los sensores.

Resumiendo, a lo largo de las últimas décadas se han desarrollado numerosos sistemas de monitorización del movimiento humano, algunos de ellos han dado lugar a dispositivos comerciales. Sin embargo, muchos de estos sistemas están demasiado orientados a aplicaciones concretas, como la detección de muerte súbita en bebés (US 6.765.489), la determinación de si un usuario supera o no un umbral determinado de ejercicio (WO 2009/042965, WO 2009/140360), aplicaciones para deportistas (WO 2007/027706) e incluso sistemas de uso no orientado a personas (WO 2009/090584). Cabe destacar también un claro déficit en la posibilidad de personalización para adaptar el dispositivo a las características particulares de la persona, como pueden ser su edad, peso, sexo o estado de movilidad. Además, se echa en falta la consideración de procedimientos de comunicación bidireccional que permitan optimizar el funcionamiento del dispositivo y adaptar en cada momento su uso al medio y al contexto de aplicación. Muchos de los sistemas desarrollados adolecen de una clara falta de interoperatividad y, en la mayoría de los casos, ni siquiera han sido ideados para ser integrados en una arquitectura abierta.

## Descripción de las figuras

Para complementar la descripción de la solicitud de patente de adición y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la misma, se acompañan las figuras descritas a continuación con carácter ilustrativo y no limitativo:

Figura 1.- Representación esquemática del sistema portable para la monitorización del movimiento, estado postural y actividad física de una persona durante las 24 horas del día, que constituye el objeto de la presente invención.

Figura 2.- Diagrama de bloques simplificado correspondiente a la unidad inteligente de acelerometría.

Figura 3.- Diagrama similar al de la figura anterior pero correspondiente al servidor personal.

Figura 4.- Diagrama de bloques correspondiente al router de acceso al centro de gestión.

## Descripción de la invención

El objeto de la presente invención es la mejora del sistema planteado en la patente principal P200201710 (“Sistema portable para la monitorización del movimiento, estado postural y actividad física de humanos durante las 24 horas del día”), basado en una arquitectura modular y abierta, donde el uso del sensor es completamente transparente al usuario, ya que se integra en un parche biocompatible e impermeable en la espalda a la altura del sacro, que le proporciona cobertura en todos los entornos, con servicios ampliados para ambientes multiusuario.

La presente adición mejora la arquitectura base mediante la inclusión de un novedoso diseño genérico de los sensores inteligentes fundamentado en la ejecución paralela de módulos de procesamiento, que basan su funcionamiento en tres modos de operación. Este esquema de funcionamiento está especialmente diseñado para optimizar el sistema de monitorización en múltiples niveles: A) optimización del consumo global de potencia del sistema, minimizando las necesidades de comunicaciones y procesamiento, y maximizando la autonomía del dispositivo sensor; B) mejora en la robustez y en la portabilidad, gracias a un procesamiento distribuido más eficiente; C) personalización y adaptación inmediata al medio y al contexto, mediante módulos de optimización y una comunicación bidireccional con el sensor inteligente; D) interoperatividad, a través de una arquitectura abierta y modular que permite un fácil rediseño y la integración de nuevos sensores, tecnologías y servicios.

El novedoso diseño genérico para sensores inteligentes está aplicado de forma particular en las unidades inteligentes de acelerometría para la monitorización del movimiento y estado postural del usuario, y se fundamenta en un esquema modular que facilita la integración de nuevas tecnologías, el cual está formado por:

1) Dispositivo sensor: elemento encargado de la transducción de la señal biomédica monitorizada (aceleraciones, en este caso) a señales aptas para su transmisión y/o procesamiento, pudiendo incluir la unidad inteligente puede más de un dispositivo sensor. Las mejoras del diseño permiten perfeccionar los algoritmos de la unidad inteligente de acelerometría de manera que no son necesarios cuatro ejes en las componentes de aceleración del movimiento del usuario, por lo que se sustituyen los acelerómetros biaxiales correspondientes a la patente original por un acelerómetro triaxial. Este acelerómetro es el dispositivo sensor en el diseño genérico para sensores inteligentes utilizado en la unidad inteligente de acelerometría.

2) Unidad de procesamiento: donde un microcontrolador se encarga de la adquisición de las señales del dispositivo sensor y de su procesamiento. Su operación se descompone en uno o más módulos de procesamiento, de ejecución paralela, que tratarán de forma independiente las señales procedentes del dispositivo sensor para la detección de eventos de diferente naturaleza o para abstraer información relevante de dichas señales. La información relevante de cada módulo de procesamiento se estructura de forma secuencial en muestras de información, definidas en el tiempo mediante una frecuencia de muestreo configurable. La unidad de procesamiento gestiona también el funcionamiento global del dispositivo y los modos de operación de cada módulo de procesamiento.

3) Módulo de comunicaciones: con otro microcontrolador integrado donde se implementa un protocolo de comunicaciones de bajo consumo y con capacidades de transmisión en tiempo real. El disponer de dos microcontroladores en el sensor inteligente permite separar el procesamiento de la información de las comunicaciones, facilitando el rediseño y la integración de nuevas tecnologías, a la vez que se posibilita la actualización remota de la unidad de procesamiento y del módulo de comunicaciones. En la configuración presentada el sistema forma una topología en estrella donde los nodos esclavos son las unidades inteligentes y el nodo maestro es el servidor personal. El protocolo de comunicaciones está implementado en los microcontroladores de los transceptores de comunicaciones de las unidades inteligentes y del servidor personal. En este esquema el flujo de datos en el enlace desde el servidor personal hasta las unidades inteligentes está basado en el envío de comandos dirigidos a los módulos de procesamiento, ya sean comandos de configuración de operación de los módulos de procesamiento de la unidad inteligente, o comandos de actualización de los algoritmos de procesamiento internos del módulo para adaptar su operación al medio o al usuario. El flujo de datos en el enlace de comunicaciones desde las unidades inteligentes al servidor personal está basado en el envío de la información sensorial u otra información extraída de la misma de acuerdo con los modos de operación de los módulos de procesamiento de los dispositivos descritos en párrafos anteriores. El transceptor de cada unidad inteligente gestionará las comunicaciones de todos los módulos de procesamiento ejecutados en la unidad de procesamiento. El

transceptor del servidor personal es el encargado del envío de los comandos de configuración y de asignar los intervalos de transmisión y de escucha a cada módulo de procesamiento de las unidades inteligentes. Los transceptores se ponen en modo de bajo consumo cuando no tengan que transmitir o recibir datos, siendo el algoritmo de asignación de intervalos del servidor personal el encargado de maximizar en cada momento el tiempo en bajo consumo de todos los dispositivos transceptores (incluido el suyo), y proporcionar en cada momento la capacidad de transmisión requerida para cada módulo de procesamiento.

Los módulos de procesamiento de las unidades sensoras inteligentes basan su funcionamiento en tres modos de operación para reducir al máximo su consumo de energía:

#### Modo 1

##### *Transmisión continua de datos*

En este modo de funcionamiento la unidad sensora inteligente transmite en tiempo real la información definida para ese módulo de procesamiento, ya sea información procedente del dispositivo sensor u otra, resultado del módulo del procesamiento. Esta información se envía con una frecuencia de muestreo configurable. Se entra en este modo de funcionamiento después de la detección y envío de un evento de alarma hasta el momento en que ésta sea confirmada mediante un comando por el servidor personal. Esta confirmación puede ser retrasada para recabar más información del evento de alarma. También puede activarse este modo de funcionamiento de forma remota mediante el envío de un comando.

En este modo, las muestras de información generadas por el módulo de procesamiento se empaquetan en tramas de datos para su envío al servidor personal de acuerdo con el protocolo de comunicaciones descrito.

Podemos considerar dos submodos de operación en el modo de operación de transmisión continua de datos: 1) Submodo normal: establecido por defecto en la unidad sensora inteligente, donde no se presta atención a la ocurrencia de nuevos eventos de alarma. 2) Submodo de alarma: donde la detección de eventos sí genera el envío de alarmas.

#### Modo 2

##### *Transmisión basada en eventos*

Este es el modo de funcionamiento normal de las unidades sensoras inteligentes con objeto de reducir al máximo su consumo en comunicaciones. En este modo de operación no se envía ningún dato hasta que el dispositivo sensor no detecte un evento de atención relativo a las variables fisiológicas monitorizadas. Este evento puede ser la superación de uno o varios umbrales preestablecidos, ya sean máximos o mínimos, de las variables monitorizadas o de otras resultantes del procesamiento interno del módulo de procesamiento. La alarma que se genere incluye en su transmisión una ventana de muestras anteriores al evento de alarma de tamaño configurable para su análisis posterior en el servidor personal. Este tipo de transmisión se puede activar también de forma remota en otra unidad sensora mediante un comando.

En este modo, sólo se transmiten datos cuando el módulo de procesamiento detecte un evento. En ese momento se inicia el envío de una cantidad prefijada y configurable de muestras de información previas al evento que han sido almacenadas en la memoria de la unidad de procesamiento. Estas muestras son empaquetadas en una o varias tramas de alarma para su envío al servidor personal de acuerdo con el protocolo de comunicaciones descrito.

#### Modo 3

##### *Espera activa*

En este modo no se envía ningún dato, pero continúa su almacenamiento en un buffer. Este modo de operación se puede establecer de forma remota, una vez reconocido el evento de alarma, para no saturar al sistema con redundantes transmisiones de alarma mientras se está atendiendo al paciente.

De acuerdo con la arquitectura planteada, en la unidad inteligente de acelerometría se pueden ejecutar los módulos de procesamiento basados en información acelerométrica siguientes:

- Módulo de procesamiento para la detección de eventos de energía, en el que los eventos detectados se corresponden con situaciones que presentan una elevada carga energética en un corto período de tiempo.
- Módulo de procesamiento para la estimación del nivel de actividad. Cada muestra de información de este módulo se corresponde con una variable que representa el nivel de actividad física del portador del sensor, estimado en el período transcurrido entre la muestra actual y la anterior. En este módulo los eventos detectados están asociados a situaciones de atención relacionadas con la realización o ausencia de actividad en determinadas franjas

horarias de la vida diaria del portador de la unidad inteligente de acelerometría. Las situaciones de atención son configurables mediante comandos. La unidad de procesamiento tiene implementado un reloj en tiempo real que se utiliza en el establecimiento de las distintas franjas horarias configuradas.

- 5 - Módulo de procesamiento para la estimación del gasto energético o consumo calórico. Cada muestra de información de este módulo se corresponde con una variable que representa el gasto energético o consumo calórico del portador del sensor estimado en el período transcurrido entre la muestra actual y la anterior. En este módulo los eventos detectados están asociados a situaciones de atención relacionadas con la superación de un determinado umbral en la estimación del gasto energético o consumo calórico, ya sea por encima o por debajo,  
10 en determinadas franjas horarias de la vida diaria del portador de la unidad inteligente de acelerometría. Las situaciones de atención son configurables mediante comandos.

15 La presente adición a la Patente 200201710 también introduce mejoras funcionales y estructurales en el dispositivo servidor personal y en el router de acceso a través de:

- nuevos módulos de optimización de los algoritmos de detección de eventos de energía, de estimación del nivel de actividad y del gasto energético ó consumo calórico. Se ejecutan en tiempo real en el servidor personal o en el centro de gestión a partir de información captada por las unidades sensoras inteligentes para adaptar el funcionamiento de los  
20 módulos de procesamiento correspondientes a la aplicación particular de uso, al usuario y al medio o situación en la que se encuentre éste.

- la actualización remota del firm/software de la unidad de procesamiento y del microcontrolador del transceptor de las unidades inteligentes.  
25

- la monitorización del nivel de energía restante del sistema de alimentación de la unidad inteligente para la generación de eventos de alarma cuando se alcance un nivel por debajo de un parámetro configurable mediante comandos. También se incluyen módulos de monitorización del nivel de carga y del estado de las baterías en el servidor personal y en el router de acceso. Un sistema de control se encargará de la gestión y del mantenimiento del nivel de energía de  
30 los elementos integrantes del sistema (unidades sensoras inteligentes, servidor personal y router de acceso) activando según el caso mecanismos de salvaguarda de energía: señales de aviso al usuario y/o al centro de gestión en caso de detección de un nivel bajo de energía, ampliación de los períodos entre transmisiones/recepciones, disminución de la frecuencia de muestreo, desactivación de módulos prescindibles, etc.

- la consideración en el sistema portable de una arquitectura multinúcleo, que integrando al DSP (Procesador Digital de Señales) de la patente original, permita la mejora del dispositivo servidor personal y facilite la instalación de un sistema operativo embebido de libre distribución y la dotación de nuevos servicios al sistema portable.  
35

- la estandarización de la información enviada al centro de gestión, atendiendo a los organismos de normalización europeos e internacionales para así facilitar la interoperatividad del sistema portable y la integración de la información por él generada en los centros hospitalarios.  
40

- la inclusión en el servidor personal de un módulo navegación global por satélite activable bajo demanda, ya sea por el sistema GPS, GLONASS, el futuro Galileo, o una combinación de ellos. De este modo, cuando se desee, se pueden conocer rápidamente las coordenadas de situación, y por tanto la ubicación del sistema portable, y obviamente de su usuario asociado. En caso de que el usuario quiera localizarse bajo techo donde la comunicación vía satélite no sea posible, se utiliza un sistema de posicionamiento indirecto, como por ejemplo la triangulación mediante balizas emplazadas en distintos lugares del entorno del paciente. Este posicionamiento es hallado por el servidor personal y se transmite al centro de gestión a través del router de acceso.  
45

- la integración de nuevas tecnologías inalámbricas de comunicaciones en el enlace entre las unidades inteligentes y el servidor personal atendiendo a las mejoras conseguidas en tecnologías ULP (Ultra Low Power) de muy bajo consumo (Wibree, Ultra WideBand (UWB) e IntraBody Communications (IBC) son opciones en este sentido), o que permitan la compleción de redes de área personal inalámbricas tanto intra- como extra-corporales, para poder así  
50 integrar dispositivos sensores inteligentes tanto implantados como externos.

- el diseño de la unidad inteligente de acelerometría para ser implantada bajo la piel y así evitar la saturación en la banda ISM de frecuencias. En este caso la unidad está envuelta en un material biocompatible, la recarga de la batería se realiza por acoplo magnético con una tecnología análoga a la de los marcapasos actuales, y la comunicación con el  
55 servidor personal se realiza por medio de tecnologías de comunicaciones intracorporales.

- el establecimiento de una funcionalidad doble del servidor personal en función del escenario de aplicación. En caso de que el servidor personal se encuentre en un escenario fuera del dominio de cobertura del router de acceso, debe encargarse de comunicar directamente con el centro de gestión. Para tal fin se dota al servidor personal de un  
60 módulo transceptor de telefonía móvil que entra en funcionamiento cuando el usuario se encuentre en entornos abiertos donde no se detecte el router de acceso, para alertar al centro de gestión de cualquier evento de interés captado por las unidades inteligentes. El segundo escenario se establece cuando el usuario regrese a su hogar o equivalente, donde el servidor personal delega automáticamente esta tarea al router de acceso y adopta su funcionalidad original.

- la incorporación al router de acceso al centro de gestión la capacidad de monitorizar sensores domóticos para dotar de seguridad técnica al domicilio o lugar de residencia del usuario ante posibles eventos de peligro como fugas, humos o incendios. Este módulo de control domótico en el router de acceso incluye una funcionalidad para la monitorización del estado de la conexiones con la red eléctrica y la red telefónica de acceso al centro de gestión, que lanzará en su caso mecanismos de respuesta adecuados: aviso al usuario, búsqueda de una conexión alternativa con el centro de gestión, etc.

### Modo de realización de la invención

A la vista de la figuras reseñadas, y más concretamente de la figura 1, puede observarse como en el sistema portable que la patente de mejora propone (1) participa el sujeto (2) a ser monitorizado y una red inalámbrica de área personal (3), conectada al exterior mediante una unidad de acceso (4). En la realización más simple del sistema éste incorpora una sola unidad inteligente (5) de acelerometría, con su correspondiente servidor personal (6), mientras que la unidad de acceso al sistema portable (1) ha sido referenciada con (4) y está conectada al centro de gestión (7) a través de una conexión fija (8) o de telefonía móvil (9). A su vez, el centro de gestión está conectado con el servidor personal (6) a través de un enlace de telefonía móvil (10).

La unidad inteligente de acelerometría (figura 2) se materializa en un dispositivo implementado de acuerdo con el diseño genérico para unidades inteligentes descrito anteriormente. Según este diseño, la unidad de procesamiento está formada por un microcontrolador de 8 bits (11) alimentado con 3 voltios a través de una batería (12), al igual que el resto de elementos de esta unidad sensora inteligente. Este microcontrolador hace uso de las memorias internas ROM (13a) y RAM (13b) del mismo para el almacenamiento del firmware y las variables de procesamiento. El módulo de comunicaciones se implementa en un transceptor (14) basado en el estándar de comunicaciones IEEE 802.15.4 con un microcontrolador integrado donde se implementa un protocolo de comunicaciones construido sobre dicho estándar. Una antena (15) transmitirá y recibirá la señal en la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical) de frecuencias. Finalmente, el dispositivo sensor está constituido por un único acelerómetro triaxial (16). En la unidad de procesamiento se ejecutan tres módulos de procesamiento: un módulo de procesamiento para la detección de impactos basado en la detección de eventos de energía, un módulo de procesamiento para la estimación del nivel de actividad y un módulo de procesamiento para la estimación del gasto energético o consumo calórico. Cada uno de los módulos de procesamiento opera en uno de los tres modos de operación descritos en el diseño genérico para unidades inteligentes: modo 1 (transmisión continua de datos), modo 2 (transmisión basada en eventos) y modo 3 (espera activa).

El protocolo de comunicaciones utilizado entre las unidades sensoras y el servidor personal está basado en la técnica de acceso al medio por división en el tiempo (TDMA - Time Division Medium Access), a partir de una estructura de supertrama que define el servidor personal para la transmisión de la información. Esta supertrama está compuesta por N intervalos temporales de la misma duración, los cuales son utilizados por los módulos de procesamiento de las unidades inteligentes para transmitir las muestras. El número de intervalos temporales N de la supertrama es un parámetro configurable por el servidor personal, y éste lo modifica según las necesidades de transmisión en cada instante de tiempo. En el primer intervalo temporal de la supertrama, el servidor personal envía una trama de baliza para que todos los dispositivos se sincronicen con la supertrama. En esta trama de baliza se informa a los dispositivos de la duración total de la supertrama y de los intervalos temporales asignados a cada módulo de procesamiento para la realización de sus transmisiones/recepciones, así como los comandos de configuración de los módulos de procesamiento de las unidades sensoras. Las muestras de información se encapsulan en tramas de datos o tramas de alarma para su envío como datos del estándar IEEE 802.15.4. Estas tramas son enviadas en los intervalos temporales de la supertrama asignados a los módulos de procesamiento.

En la unidad de procesamiento de la unidad inteligente de acelerometría se ejecuta un módulo de procesamiento para la detección de eventos de energía basados en información acelerométrica. La detección de eventos de energía se orienta a una aplicación para la detección de caídas en personas mayores, considerando los eventos de energía como posibles impactos de caída. En esta aplicación para la detección de caídas, el módulo de procesamiento realiza una primera detección (detección de eventos de energía o impactos), dejando que el servidor personal efectúe un procesamiento más profundo de la información sensorial para discriminar de una forma más precisa y fiable entre un evento de caída real y otros tipos de impacto (discriminación de caídas). En el algoritmo de detección de eventos de energía del módulo de procesamiento, las aceleraciones son pre-procesadas por un filtro supresor de continua que elimina las componentes de baja frecuencia y otras componentes relacionadas con la fuerza de gravedad, innecesarias en la detección de impactos. Se realiza también una estimación de la energía asociada con los datos de aceleración en cada uno de los ejes, analizando si se han superado unos umbrales personalizados de aceleración y energía.

Si el módulo de procesamiento se encuentra en el modo 2 de operación, la detección de un evento de impacto activaría el envío de las aceleraciones de los tres ejes sin filtrar, almacenadas durante los 2 segundos previos al impacto, y empaquetadas en tramas de alarma. Después del evento de impacto se entraría en el modo 1 de operación durante 2 segundos para enviar las aceleraciones posteriores al evento de alarma. Se reduce así el consumo del dispositivo ya que sólo se envían las aceleraciones correspondientes a 4 segundos cada vez que se detecta un impacto. Este tiempo es suficiente para recoger toda la información del evento de impacto para que así el servidor personal pueda decidir si se ha producido una verdadera caída.

En la unidad de procesamiento de la unidad inteligente de acelerometría se ejecuta también un módulo de procesamiento para la estimación del nivel de actividad física realizada por el portador del dispositivo. El módulo está

programado para lanzar un evento de alarma si no se detecta actividad física durante un intervalo temporal definido. Las muestras de información se corresponden con la estimación del nivel de actividad realizada con una frecuencia de muestreo programable.

5 En la unidad de procesamiento de la unidad inteligente de acelerometría se ejecuta también un módulo de procesamiento para la estimación del gasto energético o consumo calórico del portador del dispositivo. Las muestras de información se corresponden con la estimación del gasto energético o consumo calórico estimado con una frecuencia de muestreo programable.

10 La información capturada o generada por los módulos de procesamiento de la unidad de acelerometría inteligente es enviada al servidor personal (6) en función del modo de operación particular de cada uno de ellos. De acuerdo con la figura 3, este servidor personal consta de un microcontrolador multinúcleo (17), que al menos dispone de un procesador digital de señal (DSP) alimentado por una batería (18), al igual que el resto del servidor personal. Está formado también por módulos lógicos embebidos (19), una memoria borrrable para el código (20), un módulo interfaz (21) compuesto por botonera (22) e interfaz visual-acústica (23), un módulo GPS (24) para la localización del usuario, un módulo de radiofrecuencia para su comunicación con los dispositivos pertenecientes al sistema portable mediante un transceptor ISM (25) junto a su correspondiente antena (26), y otro módulo de radiofrecuencia para su comunicación directa con el centro de gestión mediante un módulo de telefonía móvil (27). La información recibida de las unidades inteligentes es procesada por el DSP del servidor personal usando algoritmos matemáticos de procesamiento para discriminar, en el caso de la detección de caídas, entre verdaderos eventos de caída y otros eventos de impacto previamente detectados por la unidad inteligente de acelerometría.

20 Como el algoritmo de detección de caídas del servidor personal sólo analiza 4 segundos de información acelerométrica, éste discrimina una caída mucho antes que los sistemas que utilizan la ausencia de movimiento después del evento de caída. En este algoritmo se organiza la información acelerométrica en segmentos de 90 muestras, sobre los cuales se aplica un doble estudio con umbrales adaptados a la persona y al medio.

30 El router de acceso al centro de gestión (figura 4) está compuesto por un microcontrolador (28), una memoria borrrable de alta capacidad (29), una interfaz de usuario similar a la del servidor personal (30), un transceptor inalámbrico (31) y una antena (32) para su conexión con el servidor personal, y un punto de acceso mediante tecnología móvil (33) o terrestre (34) para su comunicación con el centro de gestión, todos ellos alimentados por una batería (35). El router de acceso facilita además la comunicación bidireccional entre el centro de gestión y el sistema portable, permitiendo desde el primero y de forma remota la actualización del firmware de los dispositivos integrantes en el sistema portable. En el diseño del router de acceso, al igual que el resto de los elementos del sistema portable, se persigue el menor coste, mínimo tamaño y facilidad de manejo.

40

45

50

55

60

65

**REIVINDICACIONES**

1. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día”, **caracterizada** porque comprende:

- una unidad inteligente de acelerometría (5) adaptada para fijarse a un usuario, que obtiene y preprocesa las aceleraciones de dicho usuario;
- un servidor personal (6), que está en comunicación con la unidad inteligente de acelerometría (5) para gestionar el funcionamiento global del sistema; y
- una unidad de acceso (4), que permite la comunicación del servidor personal (6) con un centro de gestión (7) externo.

2. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con la reivindicación 1, donde la unidad inteligente de acelerometría (5) comprende:

- un acelerómetro triaxial (16);
- un microcontrolador (11) que recibe y pre-procesa las señales de aceleración recibidas de dicho acelerómetro triaxial (16) para realizar una determinación previa acerca de si se ha producido un evento de alarma;
- un transceptor (14) y una antena (15), que reciben la información del microcontrolador (11) y la envían al servidor personal (6); y
- una batería (12), que alimenta los elementos anteriores.

3. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2 anteriores, donde el servidor personal (6) comprende:

- un microcontrolador (17) que adquiere las señales de la unidad inteligente de acelerometría (5) y determina si se ha producido un evento de caída;
- un módulo de interfaz (21) para la interacción con el usuario;
- unos medios de comunicación (25, 26, 27) con un centro de gestión (7) para comunicar eventos de alarma relativos al usuario y con la unidad inteligente de acelerometría (5);
- una batería (18), que alimenta los elementos anteriores.

4. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con la reivindicación 3, donde los medios de comunicación comprenden:

- un transceptor (25) y una antena (26) para la comunicación con la unidad inteligente de acelerometría (5) y con la unidad de acceso (4);
- un módulo de telefonía móvil (27), que permite establecer comunicación directa con el centro de gestión (7) cuando el usuario se encuentra lejos de la unidad de acceso (4).

5. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-4, donde el servidor personal (6) además comprende un módulo de localización (24) del usuario.

6. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con la reivindicación 5, donde el módulo de localización (24) del usuario emplea el sistema GPS, GLONASS, Galileo o una combinación de los mismos.

7. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con la reivindicación 5, donde el módulo

de localización (24) del usuario emplea un sistema de posicionamiento indirecto basado en balizas emplazadas en el entorno del usuario.

8. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7 anteriores, donde la comunicación entre la unidad inteligente de acelerometría (5) y el servidor personal (6) se lleva a cabo por medio de uno de los siguientes sistemas: Ultra Low Power (ULP), Ultra WideBand (UWB) o IntraBody Communications (IBC).

9. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8 anteriores, donde la unidad de acceso (4) comprende:

- un microcontrolador (28);
- una memoria borrable de alta capacidad (29);
- una módulo interfaz (30) para la comunicación con el usuario;
- un transceptor inalámbrico (31) y una antena (32) para la comunicación con el servidor personal (6);
- unos medios de comunicación (33, 34) que permiten la comunicación con el centro de gestión (7) a través de una red de telefonía móvil o terrestre; y
- una batería (35) que alimenta los elementos anteriores.

10. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9 anteriores, **caracterizado** porque el procedimiento de funcionamiento comprende los pasos de:

- realizar, por parte de la unidad inteligente de acelerometría (5), una pre- detección de eventos de alarma;
- comunicar datos acerca de los eventos de alarma pre-detectados al servidor personal (6);
- analizar en el servidor personal (6) los datos recibidos para discriminar eventos de alarma correspondientes a caídas del usuario; y
- informar de la detección de una caída del usuario desde el servidor personal (6) al centro de gestión (7).

11. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con la reivindicación 10, que además comprende los pasos de:

- mantener normalmente un modo de transmisión de datos basado en eventos donde la unidad inteligente de acelerometría (5) no comunica ningún dato al servidor personal (6) hasta que haya pre-detectado un evento de alarma;
- pasar a un modo de comunicación continua de datos de la unidad inteligente de acelerometría (5) al servidor personal (6) cuando se haya pre-detectado un evento de alarma; y
- pasar a un modo de espera activa, donde se almacenan los datos en la unidad inteligente de acelerometría (5) sin enviarlos al servidor personal (6), mientras se está atendiendo al paciente.

12. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con la reivindicación 11, donde los eventos de alarma se corresponden con situaciones en que la carga energética estimada en un corto período de tiempo supera determinados umbrales.

13. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con la reivindicación 11, donde los eventos de alarma se corresponden situaciones en que la realización o ausencia de actividad en determinadas franjas horarias en la vida diaria del usuario supera determinados umbrales.

14. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con la reivindicación 11, donde los even-

tos de alarma se corresponden con situaciones en que una estimación del gasto energético o consumo calórico en determinadas franjas horarias en la vida diaria del usuario supera determinados umbrales.

5 15. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-14, que además comprende el paso de monitorizar el nivel de energía restante en la batería (12) de la unidad inteligente de acelerometría (5).

10 16. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-15 anteriores, donde el paso de comunicación entre la unidad inteligente de acelerometría (5) y el servidor personal (6) está basada en la técnica de acceso al medio por división en el tiempo (TDMA) a partir de una estructura de supertrama.

15 17. Adición a la patente 200201710 “Sistema Portable para la Monitorización del Movimiento, Estado Postural y Actividad Física de Humanos durante las 24 Horas del día” de acuerdo con la reivindicación 16, donde el servidor personal (6) define un número N de intervalos temporales de la supertrama en función de las necesidades de comunicación en cada instante de tiempo.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

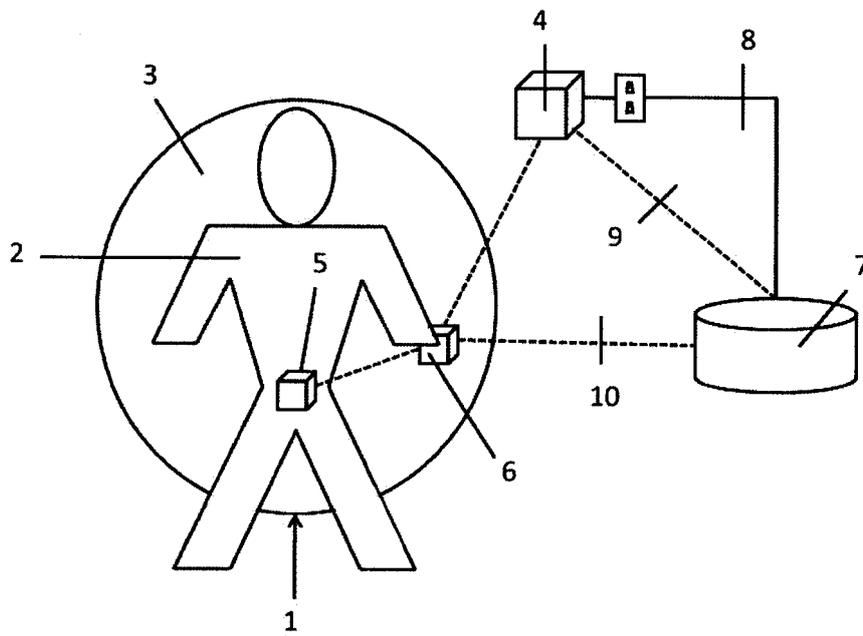


Fig. 1

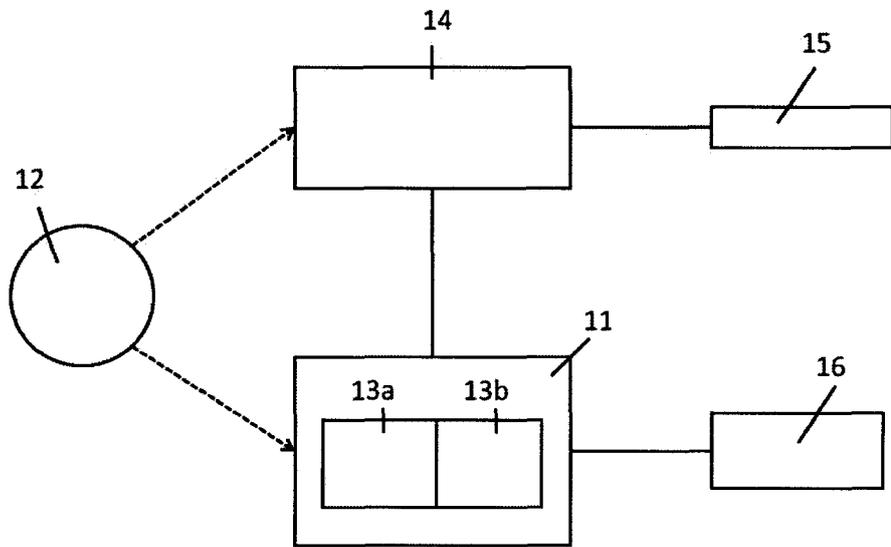


Fig. 2

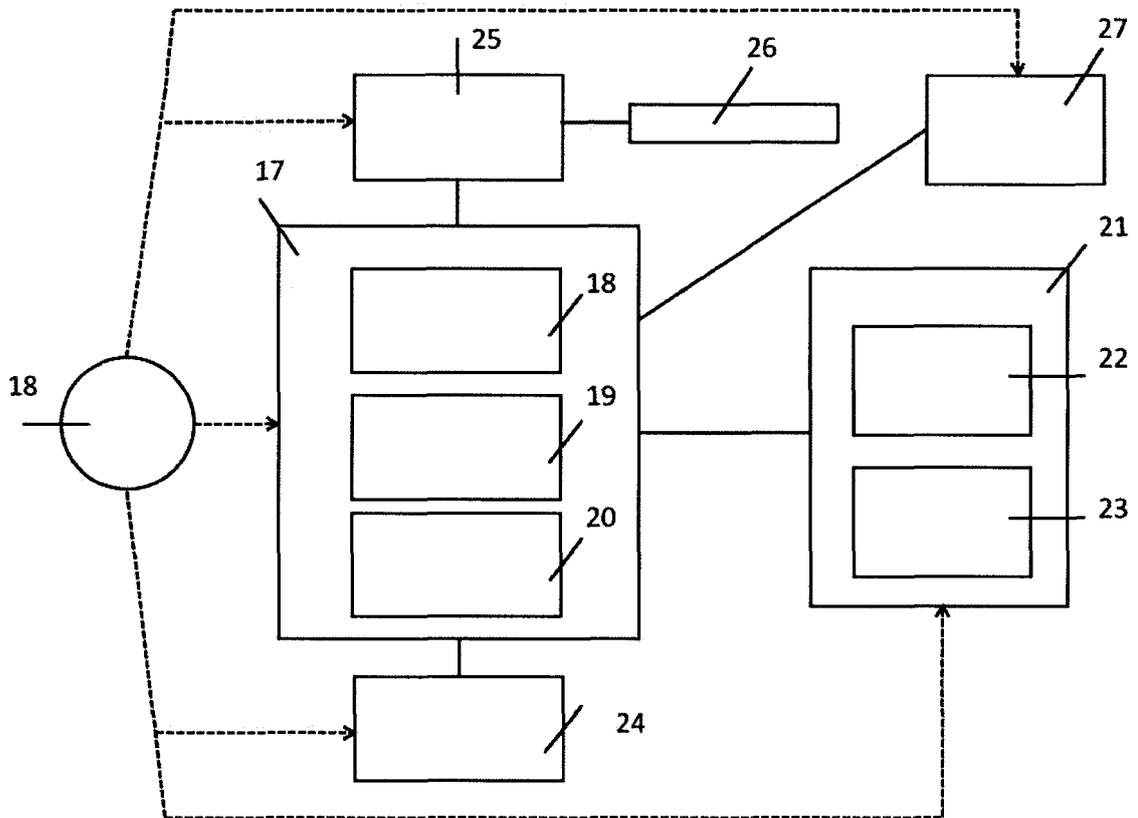


Fig. 3

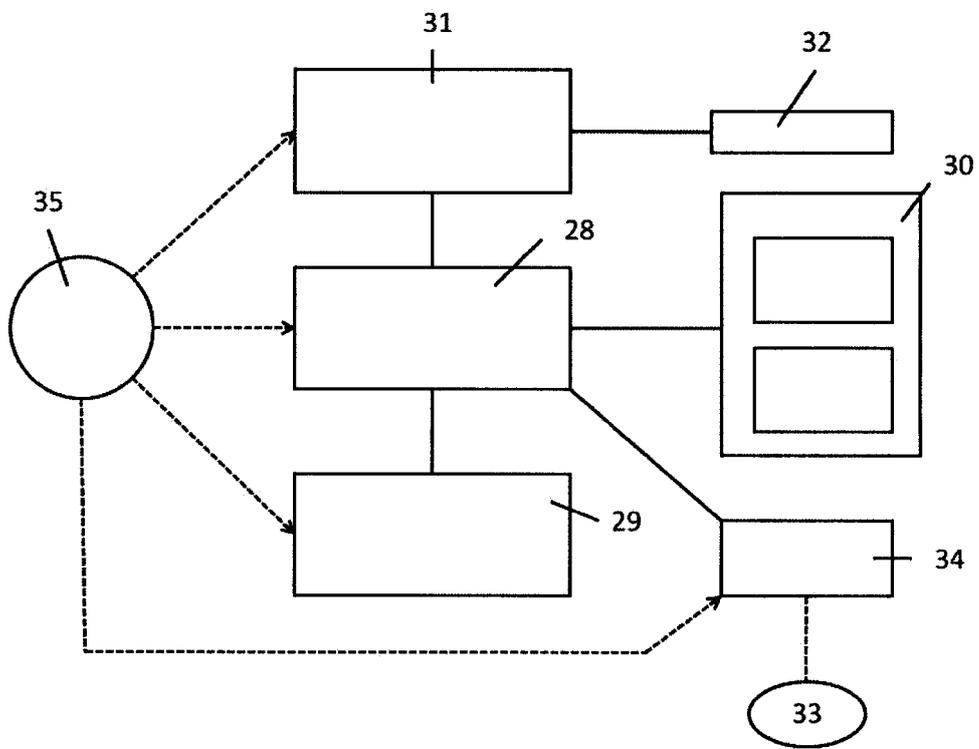


Fig. 4



②① N.º solicitud: 201000469

②② Fecha de presentación de la solicitud: 08.04.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **A61B5/11** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	ESTUDILLO-VALDERRAMA, M.A.; ROA, L.M.; REINA-TOSINA, J.; NARANJO-HERNANDEZ, D.; "Design and Implementation of a Distributed Fall Detection System - Personal Server," Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on, vol. 13, no. 6, pp. 874-881, Nov. 2009. doi: 10.1109/TITB.2009.2031316	1-3,8-11,15-17 4-7,12-14
X Y A	ESTUDILLO-VALDERRAMA, M.A.; ROA, L.M.; REINA-TOSINA, J.; NARANJO-HERNANDEZ, D.; "Distributed processing methodology for biomedical sensor networks: An optimal approach" Information Technology and Applications in Biomedicine, 2009. ITAB 2009. 9th International Conference on, pp. 1-4, 4-7 Nov. 2009. doi: 10.1109/ITAB.2009.5394464	1-3,8-11,15 4 5-7,12-14,16-17
Y	US 2005093709 A1 (FRANCO, JR et al.) 05.05.2005	5-7
X Y	NARANJO, D.; ROA, L.M.; REINA-TOSINA, L.J.; ESTUDILLO, M.A.; "Optimization procedure for the impact detection thresholds in an Accelerometer Smart Sensor," Information Technology and Applications in Biomedicine, 2009. ITAB 2009. 9th International Conference on, pp. 1-4, 4-7 Nov. 2009. doi: 10.1109/ITAB.2009.5394354 URL: <a href="http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5394354&amp;isnumber=5394290">http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5394354&amp;isnumber=5394290</a>	1,10 12-14

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  
29.03.2012

Examinador  
M. L. Alvarez Moreno

Página  
1/6

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

A61B

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

INVENES, EPODOC, WPI, Inspec

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.03.2012

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 4-7, 12-14	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-3, 8-11, 15-17	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-17	<b>NO</b>

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	ESTUDILLO-VALDERRAMA, M.A.; ROA, L.M.; REINA-TOSINA, J.; NARANJO-HERNANDEZ, D.; "Design and Implementation of a Distributed Fall Detection System - Personal Server," Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on, vol. 13, no. 6, pp. 874-881, Nov. 2009. doi: 10.1109/TITB.2009.2031316	
D02	ESTUDILLO-VALDERRAMA, M.A.; ROA, L.M.; REINA-TOSINA, J.; NARANJO-HERNANDEZ, D.; "Distributed processing methodology for biomedical sensor networks: An optimal approach" Information Technology and Applications in Biomedicine, 2009. ITAB 2009. 9th International Conference on, pp.1-4, 4-7 Nov. 2009. doi: 10.1109/ITAB.2009.5394464	
D03	US 2005093709 A1 (FRANCO, JR et al.)	05.05.2005
D04	NARANJO, D.; ROA, L.M.; REINA-TOSINA, L.J.; ESTUDILLO, M.A.; "Optimization procedure for the impact detection thresholds in an Accelerometer Smart Sensor," Information Technology and Applications in Biomedicine, 2009. ITAB 2009. 9th International Conference on, pp. 1-4, 4-7 Nov. 2009. doi: 10.1109/ITAB.2009.5394354 URL: <a href="http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5394354&amp;isnumber=5394290">http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5394354&amp;isnumber=5394290</a>	

**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****Reivindicación independiente 1**

El documento D01 muestra un sistema portable para la monitorización del movimiento. De igual forma, el documento D02 muestra otras características del mismo sistema descrito en el documento D01. Según puede verse en la Figura 1 de ambos documentos, el sistema consta de una unidad inteligente de acelerometría, un servidor personal en comunicación con la unidad anterior, y una unidad de acceso que permite la comunicación del servidor personal con un centro de gestión externo (THCC).

El sistema divulgado en ambos documentos contiene todas las características del sistema definido en la reivindicación 1. A la vista de cualquiera de los documentos D01 o D02, la reivindicación 1 carece de novedad según el artículo 6 de la Ley de Patentes.

**Reivindicación dependiente 2**

El documento D01 muestra (Apartado II.A Fall Detection System) que la unidad inteligente de acelerometría comprende: un acelerómetro triaxial, un microcontrolador PIC que incorpora un algoritmo con capacidad de detectar eventos de alarma (impactos) y un transceptor Zigbee para comunicar la información al servidor personal. La unidad inteligente realiza un procesamiento de los datos acelerométricos antes de enviárselos al servidor personal que realiza un segundo procesamiento. Asimismo incorpora una batería (Apartado II.B Distributed Processing Features) pues uno de los objetivos perseguidos es conseguir una larga duración de las baterías (Minimal device power consumption). Aunque el documento D01 no muestra expresamente la existencia de una antena, la utilización de tecnología inalámbrica Zigbee para las comunicaciones implica la existencia de una antena. Por otra parte el documento D02 (figura 2) muestra los elementos funcionales que puede incorporar un dispositivo inteligente del sistema.

A la vista de cualquiera de los documentos D01 o D02, la reivindicación 2 carece de novedad según el artículo 6 de la Ley de Patentes.

**Reivindicación dependiente 3**

El documento D01 muestra (Figura 2) que el servidor personal comprende un microcontrolador, un módulo de interfaz para la interacción con el usuario y unos medios de comunicación para comunicarse con la unidad de acelerometría y con un centro de gestión. El microcontrolador se encarga de (Apartado II.A Fall Detection System) recibir las señales de la unidad inteligente de acelerometría y determinar (mediante un segundo procesamiento de los datos) si se ha producido un evento de caída. Asimismo incorpora la batería correspondiente (página 878, último párrafo - página 879, primer párrafo). Por otra parte el documento D02 (figura 2) muestra los elementos funcionales que puede incorporar un dispositivo inteligente del sistema. A la vista de cualquiera de los documentos D01 o D02, la reivindicación 3 carece de novedad según el artículo 6 de la Ley de Patentes.

**Reivindicación dependiente 4**

El documento D01 muestra que los medios de comunicación comprenden transceptores inalámbricos (Zigbee y Bluetooth) para la comunicación con la unidad inteligente de acelerometría y con la unidad de acceso. Como se ha indicado anteriormente, la incorporación de tecnología inalámbrica implica la existencia de la antena correspondiente. La figura 1 muestra que el servidor personal se comunica con la unidad de acceso, y que esta debe disponer de los medios de comunicación apropiados para comunicarse a través de la WAN con el centro de gestión. En un sistema informático distribuido, la decisión de incorporar una funcionalidad concreta en un elemento u otro de la red no requiere actividad inventiva. Esto significa que, en función de la capacidad de comunicación y de procesamiento de que se le desee dotar, la incorporación de medios de comunicación directos entre el servidor personal y el centro de control no requiere actividad inventiva.

De igual forma, el documento D02 muestra (apartado II.D Hardware Design for the Fall Detection) que la comunicación con el centro de gestión (RPVC) puede realizarse mediante cualquiera de los medios de comunicación de que se disponga; poniendo como ejemplo la utilización de un enlace Bluetooth hacia la pasarela correspondiente, o el empleo de un transceptor WAN (ej. GSM) para realizar una comunicación directa. La utilización de módulos de telefonía para establecer comunicación directa ya es conocida. A la vista de cualquiera de los documentos D01 o D02 la reivindicación 4 carece de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

**Reivindicaciones dependientes 5-7**

Ninguno de los documentos anteriores muestra que el sistema incorpore medios de localización para detectar la ubicación del usuario. En cualquier caso, los dispositivos para detectar posicionamiento son ampliamente conocidos. El documento D03, que describe un sistema para monitorizar pacientes, muestra que para detectar posicionamiento puede utilizarse algún dispositivo GPS o algún otro sistema que utilice triangulación. Las reivindicaciones 5 a 7 carecen de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

**Reivindicación dependiente 8**

El documento D01 ya sugiere (Apartado V.B. Future Works) la utilización de nuevas tecnologías inalámbricas de bajo consumo (ULP) para la comunicación entre la unidad inteligente de acelerometría y el servidor personal. De igual forma, el documento D02 (Apartados I. Introduction y II.C. Smart Device Hardware Design) indica que ya se están utilizando tecnologías ULP (Wibree, Intrabody Communications) para la creación de redes de área personal inalámbrica en el contexto Biomédico (BSN). A la vista de cualquiera de los documentos D01 o D02 la reivindicación 8 carece de novedad según el artículo 6 de la Ley de Patentes.

**Reivindicación independiente 9**

El documento D01 muestra que el servidor personal (Figura 2; Apartado IV.A. System Prototyping) comprende microcontrolador, memoria, módulo de interfaz de comunicación con el usuario, módulos de comunicación apropiados (que implican transceptores/antena) y batería. De igual forma el documento D02 (figura 2) muestra los mismos bloques funcionales. Aunque en ninguno de los dos documentos se detalla expresamente la arquitectura de la unidad de acceso, los bloques definidos en la reivindicación 9 son los mismos elementos funcionales generales que los indicados en ambos documentos: microcontrolador, memoria, interfaz de comunicación con usuario, transceptor inalámbrico, medios de comunicación apropiados, batería. En el caso de la unidad de acceso, los medios de comunicación apropiados (figura 1 de ambos documentos) se corresponden con los necesario para su comunicación mediante WAN con el centro de gestión, y mediante tecnología Zigbee para su comunicación con el servidor personal. A la vista de cualquiera de los documentos D01 o D02 la reivindicación 9 carece de novedad según el artículo 6 de la Ley de Patentes.

**Reivindicación dependiente 10**

El documento D01 muestra (Apartado II.B Distributed Processing Features) que la unidad inteligente de acelerometría detecta posibles eventos de alarma, los comunica al servidor personal, dicho servidor los analiza para discriminarlos y posteriormente informa al centro de gestión (THCC) de la detección de una caída. De igual forma, el documento D02 muestra las mismas acciones. A la vista de cualquiera de los documentos D01 o D02 la reivindicación 10 carece de novedad según el artículo 6 de la Ley de Patentes.

**Reivindicación dependiente 11**

El documento D01 (Apartado II.B. Distributed Processing Features) muestra que el flujo de datos en el enlace ascendente es controlado por la unidad inteligente. La unidad inteligente procesa los datos de acelerometría y únicamente cuando detecta que hay un evento de impacto (transmisión basada en eventos) comienza a transmitir. En caso de detección se envía una pequeña ventana temporal de datos al servidor (transmisión continua temporal). Una vez finalizado el anterior envío se vuelve al estado anterior (no envío) de procesamiento de los datos que se vayan recibiendo del acelerómetro. En cualquier momento el servidor personal, que está a cargo del enlace descendente, puede comunicarse con la unidad inteligente de acelerometría para la notificación de todo tipo de ajustes personalizados (tasa de muestreo, rango dinámico, umbrales...); lo cual implica que dicha unidad debe encontrarse en espera activa. El documento D02 (Apartado II.B. Distributed Processing Features) muestra este mismo funcionamiento de la unidad inteligente. La reivindicación 11 carece de novedad según el artículo 6 de la Ley de Patentes.

**Reivindicaciones dependientes 12 a 14**

El documento D01 indica (Apartado V.B. Future Works) que el algoritmo de detección de impactos permite calcular el consumo calórico; lo cual permite detectar periodos de anormales de ausencia de actividad y generar alarmas basadas en inactividad. El sistema (Apartado IV.D. PSE Personalization) ejecuta técnicas de optimización de diversos umbrales de la actividad típica diaria que va a ser monitorizada. El documento D04 muestra el procedimiento de optimización de los umbrales de detección de impacto para el sistema descrito en los documentos D01 y D02. Los datos que se analizan (Apartado II.A. Optimization procedure with experimental data) son los obtenidos mediante la repetición de diferentes actividades diarias. Se analizan los valores de energía durante una ventana temporal y se compara con los umbrales seleccionados. Puede verse que la medición de valores que permitan estimar el consumo energético y la actividad o inactividad en periodos concretos, para su comparación con unos umbrales determinados ya está anticipada. A la vista del documento D04 las reivindicaciones 12 a 14 carecen de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

**Reivindicación 15**

El documento D01 se centra principalmente en analizar la arquitectura del servidor personal. Se muestra que dispone de (Apartado III.A. PSE Design Architecture) un módulo de supervisión y control que alerta de algún posible mal funcionamiento (p. ej. bajo nivel de batería). Asimismo se indica que (Apartado IV.A. System Prototyping) dispone de un módulo de supervisión y control que, entre otras funciones, monitoriza la batería y su proceso de carga. De igual forma, el documento D02 (Apartado II.C. Smart Device Hardware Design Architecture) indica que el módulo de supervisión y control alerta de posible mal funcionamiento de cualquier dispositivo del sistema (p. ej. bajo nivel de batería). La reivindicación 15 carece de novedad según el artículo 6 de la Ley de Patentes.

**Reivindicación 16 y 17**

El documento D01 muestra (Apartado IV.A. System Prototyping) que el estándar de comunicación entre la unidad de acelerometría y el servidor personal es el IEEE 802.15.4. Además se indica (IV.B. Consumption and Real-Time Operation) que el servidor personal define una serie de intervalos de transmisión y recepción en la estructura de supertrama. Siendo la longitud configurable por el servidor personal. Las reivindicaciones 16 y 17 carecen de novedad según el artículo 6 de la Ley de Patentes.