

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 958 227**

21 Número de solicitud: 202331053

51 Int. Cl.:

G01P 3/52 (2006.01)

G01L 5/14 (2006.01)

G16H 50/30 (2008.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

19.12.2023

43 Fecha de publicación de la solicitud:

05.02.2024

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

29.04.2024

Fecha de concesión:

04.06.2024

45 Fecha de publicación de la concesión:

11.06.2024

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (60.0%)
c/ Ramiro de Maeztu 7
28040 Madrid (Madrid) ES y
FUNDACIÓN IMDEA MATERIALES (40.0%)**

72 Inventor/es:

**SÁNCHEZ DEL RÍO SÁEZ, José;
SÁNCHEZ VILLALUENGA, Tomás;
BRUNETE GONZÁLEZ, Alberto;
WANG, De-yi;
XU, Jie y
AO, Xiang**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

54 Título: **Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta, y sistema que lo comprende**

57 Resumen:

La presente invención tiene por objeto un dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), y un sistema que lo comprende. Cuando un usuario (7) recibe un impacto en el cuerpo, el dispositivo (1) es capaz de, entre otras funcionalidades, de detectar dicho impacto, identificar el tipo y en qué parte del cuerpo ha sucedido. También monitorea las constantes vitales (71) y la localización geográfica. El dispositivo (1) está configurado para comunicar inalámbricamente la información recopilada del impacto y del estado del usuario (7) a las puertas de enlace remoto (3) del sistema (2) que están a su alcance, y dichas puertas de enlace comunican dicha información a un centro de control (4, 4.1, 4.2) del sistema (2), donde dicha información puede analizarse de una forma visual y comprensible.

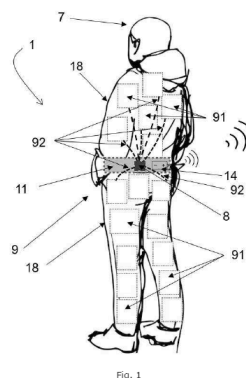


Fig. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 958 227 B2

DESCRIPCIÓN

Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta, y sistema que lo comprende

5

Objeto de la Invención

La presente invención tiene por objeto un dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta, y un sistema que lo comprende.

10

En el caso de que un usuario del dispositivo reciba un impacto en el cuerpo, el dispositivo es capaz de, entre otras funcionalidades, de detectar dicho impacto, de identificar el tipo de impacto y en qué parte del cuerpo ha tenido lugar. El dispositivo también monitorea las constantes vitales del usuario y su localización geográfica. En el caso de cumplirse determinados parámetros establecidos, como la detección de un impacto de determinada magnitud o superior, o un determinado estado físico del usuario, el dispositivo está configurado para comunicar inalámbricamente la información recopilada del impacto y del estado del usuario a las puertas de enlace remoto del sistema que están a su alcance, y dichas puertas de enlace comunican dicha información a un centro de control del sistema, donde dicha información puede analizarse de una forma visual y comprensible.

15

20

Todas estas funciones se realizan mediante la combinación de diferentes tecnologías como el Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT), nanogeneradores de energía triboeléctrica (TENGs), GPS / GNSS, o el protocolo de comunicación LPWAN / LoRaWAN.

25

El dispositivo objeto de la invención es autónomo y tiene un tamaño que lo hace apto para ser portado por un individuo (“llevable” o “ponible”) mientras realiza una actividad físicamente exigente. El sistema realiza su función con un reducido consumo eléctrico y una reducida carga útil (“payload”) de cada comunicación, características técnicas que optimizan su autonomía.

30

El dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta, y el sistema que lo comprende, tiene especial aplicación en ámbitos como el de la identificación y comunicación de cuerpos sin vida o heridos en el

35

campo de batalla sustituyendo a la actual chapa militar, en el ámbito de los deportes de contacto, o en el de la atención sanitaria para detectar caídas.

Estado de la Técnica

- 5 En el ámbito militar, actualmente los soldados disponen de una chapa identificativa colgada al cuello por una cadena en cuya chapa se encuentra grabada la información personal necesaria para su identificación. Aunque la información grabada en las chapas depende del ejército del país al que pertenezca cada soldado, el protocolo de actuación establecido es global. El procedimiento dictado por este protocolo se basa en que en el caso de que un
- 10 soldado encuentre el cuerpo de un compañero caído en combate, este debe arrancar la chapa identificativa del soldado y entregarla a un superior. De esta manera se puede identificar al soldado caído y notificarse.

- Este protocolo es rudimentario, analógico y con mucho margen de fallo, ya que se insta a la
- 15 suerte que tenga un soldado de encontrar el cuerpo sin vida o malherido de un compañero, el cual puede estar escondido. Recuperar esta chapa también puede resultar muy peligroso si el cuerpo sin vida está al alcance del enemigo, provocando que el soldado que implementa el protocolo también sea abatido.

- 20 Resultaría muy conveniente en una situación como la descrita que cada soldado en combate pueda disponer de un dispositivo que pueda indicar a sus superiores que ha sido herido o abatido, de un modo infalible en tiempo real. Con un dispositivo de este tipo, no sólo se evita poner en riesgo a otro soldado para recuperar la chapa de identificación del compañero caído, sino que en ocasiones se podría evitar su fallecimiento, ya que al recibirse la información en
- 25 el en centro de control en el momento que el soldado es herido, se puede activar lo antes posible un protocolo de asistencia y/o evacuación.

- Debido a la naturaleza de las operaciones militares, para un sistema que se encarga de monitorear y comunicar información de un soldado es de vital importancia que la comunicación
- 30 con el centro de control pueda ser efectiva a la mayor distancia posible.

Debido a que las comunicaciones inalámbricas pueden ser interceptadas por terceras partes como el enemigo, interesa que un sistema como el descrito cumpla su función minimizando la frecuencia en que realiza una comunicación y minimizando la carga útil de cada una de

ellas, y así no poner en riesgo al portador del dispositivo por delatarse su geolocalización cuando emite.

5 Igualmente, en el ámbito de los deportes de contacto como boxeo, lucha libre o kick-boxing sería de gran utilidad un dispositivo que permita identificar dónde se producen los impactos en el rival, la magnitud de los impactos recibidos, así como el estado del deportista tras recibirlos.

10 En el ámbito de la salud, sobre todo para personas con movilidad reducida, sería de gran utilidad un dispositivo que pudieran llevar consigo y que en el caso de sufrir una caída sin tener a alguien cerca que pueda ayudarlas, este dispositivo detecte la caída y qué parte del cuerpo se ha golpeado, y esta información pueda notificarse a un centro de control de asistencia, junto con la información de su estado de salud y su geolocalización para poder recibir ayuda.

15 También sería una gran ventaja técnica si un sistema como el descrito tuviera un reducido consumo eléctrico, y que el sistema completo o el mayor número de sus componentes no dependiera de la energía de una batería para operar. De esta forma se maximiza la autonomía del dispositivo, en circunstancias en las que no es fácil reponer o recargar la batería del
20 dispositivo mientras está en uso.

La geolocalización y el monitoreo de las constantes vitales son dos campos conocidos con sistemas que los combinan con aplicación en diversas áreas de actividad, como la salud, la logística, la seguridad o la militar. Estos sistemas permiten el preciso seguimiento de la
25 ubicación y del estado del individuo que es monitoreado, así como la vigilancia continua de sus constantes vitales. Junto a su uso en redes de comunicaciones adaptadas a dichas áreas, es posible monitorear de forma centralizada gran número de individuos al mismo tiempo.

30 Existen dispositivos portables, “ponibles” o “llevables” de evaluación de la salud de un individuo efectuando la medición de constantes vitales como el pulso y la saturación de oxígeno en sangre junto con ciertos patrones fisiológicos basados en el comportamiento del cuerpo humano. Actualmente este tipo de señales vitales producidas por el cuerpo humano pueden ser transducidas mediante sensores de pulso o de electrocardiograma (ECG),
35 dependiendo de la zona del cuerpo donde se lleve colocado.

También existen ponibles que realizan la geolocalización mediante análisis por trilateración de la información recibida de una red satelital espacial, con el uso de varios sistemas satelitales para componer una respuesta fiable. Otros sistemas de geolocalización con una mayor precisión utilizan sistemas diferenciales. Estos sistemas proporcionan precisiones en la localización de hasta centímetros a cambio de la necesidad de disponer de una antena terrestre encargada de rectificar los errores producidos por las órbitas satelitales y afinar la posición aportada por el GPS.

Se conocen ponibles que implementan las redes de comunicación LPWAN como redes de bajo consumo y área de cobertura amplia idóneas para el envío de pequeños paquetes de datos en espacios extensos. Estas redes surgen como alternativa a las redes LTE, 3G, 4G y GSM para incentivar y desarrollar el Internet de las Cosas (IoT), con características que permiten prolongar el uso de la batería de los dispositivos conectados. Dentro de ellas existen varias tecnologías como pueden ser NB-IoT, LoRa o Sigfox.

La tecnología LoRa, basada en el protocolo de comunicación LoRaWAN, permite un rango de cobertura extenso, una gran capacidad de movilidad y un coste bastante bajo en comparación con otras redes de su clase. LoRaWAN está diseñada para proporcionar cobertura de red amplia a un bajo costo y con capacidad de dar movilidad a la red, sin necesidad de que el punto de enlace que proporciona la red sea una antena fija o anclada. La principal desventaja de este sistema de comunicación es la pérdida de cobertura asociada a las zonas urbanas, la cual se ve mermada debido a la multitud de obstáculos existentes.

En el estado de la técnica es conocido el documento nº 1:

“IoT-based healthcare monitoring system for war soldiers using machine learning”, en Procedia Computer Science, 133:1005–1013, 2018, de la International Conference on Robotics and Smart Manufacturing (RoSMa2018), de los autores Aashay Gondalia, Dhruv Dixit, Shubham Parashar, Vijayanand Raghava, Animesh Sengupta, y Vergin Raja Sarobin, que describe un método de localización y seguimiento de constantes vitales de forma continua para soldados. Este documento propone una tecnología maestro-esclavo mediante la utilización de los protocolos Zigbee y LoRaWAN por la cual los soldados envían datos al dispositivo maestro, que es portado por el jefe del escuadrón. En la propuesta de este documento es el maestro el que envía los datos de todo el escuadrón mediante LoRaWAN a un ordenador que está conectado a la puerta de enlace. Este mecanismo presenta una interesante arquitectura en cuanto al uso de redes IoT, pero genera varios problemas técnicos. El principal es que este sistema depende de un dispositivo maestro, lo que

aumenta las posibilidades de pérdida de datos. Por otro lado, LoRaWAN permite una carga útil de datos por mensaje muy reducida, por lo que mediante este método todos los datos de un escuadrón deben ser enviados en muchos mensajes, lo que aumenta la posibilidad de pérdida de información y la exposición al enemigo del jefe del escuadrón y de la información.

Además, como se describe en el documento nº 2:

“lot-based health monitoring via lorawan”, IEEE EUROCON 2017 -17th International Conference on Smart Technologies, pages 519–524, 2017, de los autores Afef Mdhaffar, Tarak Chaari, Kaouthar Larbi, Mohamed Jmaiel, y Bernd Freisleben, LoRaWAN no está diseñado para un envío de datos continuo. Este protocolo cuando realiza un envío de datos esporádico mediante dispositivos fijos y puertas de enlace también fijas consigue una cobertura de red de hasta 33 Km en zonas rurales, y más reducidos en zonas urbanas.

La utilización de TENGs en ropas y material textil como dispositivo ponible tiene una aplicación cada vez más extendida. Sin embargo, hasta el momento no se conoce su aplicación como detector de impactos en un individuo y la naturaleza de este impacto en función de la señal generada y detectada (y si le atraviesa o no y en su caso, la trayectoria de la bala).

En este sentido, en el documento nº 3:

“Textile-Triboelectric nanogenerators (T-TENGs) for ponible energy harvesting devices”, en Chemcial Engineering Journal. 451. Part 3, 1. 01/2023, de los autores Ryan Walden, Irthasa Aazem, Aswathy Babu, Suresh C. Pillai,

se describen TENGs integrados en ropa y medios textiles lavables. Entre las aplicaciones contempladas se divulga de una forma genérica su uso conjunto con sensores electrónicos en el ámbito de la salud, pero como repositorios o generadores de energía para los sensores y así evitar su dependencia de baterías.

De las enseñanzas de este documento se cree que un experto en la materia no podría desarrollar un sistema que detecte e identifique la recepción de un impacto en un individuo, que identifique el tipo de proyectil, en qué parte del cuerpo se ha recibido y si el proyectil ha penetrado y/o atravesado el cuerpo del usuario, si es mortal o no, utilizando transductores de detección o sensores que no necesiten alimentación eléctrica para realizar su función.

Descripción de la invención

Con objeto de resolver los problemas técnicos descritos y proporcionar al estado de la técnica un sistema con las ventajas técnicas expuestas, la presente invención divulga un dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta, y un sistema que lo comprende.

El dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta de la invención, comprende:

- al menos una unidad de monitorización de las constantes vitales del usuario, configurada y dispuesta en el usuario para monitorizar el pulso arterial del usuario y/o la frecuencia cardiaca del usuario y/o la saturación de oxígeno en sangre del usuario,
- al menos una unidad de entrada de datos,
- al menos un pulsador para seleccionar funciones disponibles,
- al menos una unidad de telecomunicación conectable inalámbricamente con al menos una puerta de enlace remoto mediante al menos un protocolo de comunicación,
- al menos una unidad de detección de impactos,
- al menos una unidad de control del dispositivo que comprende un circuito integrado programable conectada al menos a una de las unidades anteriores y configurada para controlar el funcionamiento de cada unidad a las que pueda estar conectada y ejecutar las funciones que tenga programadas y seleccionadas,
- al menos una batería que suministra energía a las unidades que la necesitan,

La al menos una unidad de telecomunicación está configurada para emitir información relativa al usuario que porta el dispositivo y generada por las unidades del dispositivo al ejecutar las funciones para las que están configuradas.

Además, toda unidad del dispositivo está conectada a una unidad de control. Cuando el dispositivo comprende más de una unidad de control, una de dichas unidades de control es la unidad de control principal encargada del control general del dispositivo controlando al resto de unidades de control, y encargada de ejecutar las funciones que el dispositivo tenga programadas y seleccionadas.

El aspecto novedoso de la invención radica en que la unidad de detección de impactos comprende una pluralidad de sensores de impactos configurados para detectar impactos. Además, cada sensor de impactos está configurado para generar un pulso eléctrico cuando un cuerpo impacta sobre cualquier punto de su superficie configurada para detectar impactos, y la amplitud y la anchura del pulso eléctrico generado es proporcional a la energía del impacto, a cuánta superficie del sensor recibe impacto y al tiempo que dura el impacto. Cada

sensor de impactos cubre un fragmento de la superficie total del usuario que porta el dispositivo en la que se desea monitorizar impactos.

Los sensores de impactos están dispuestos de forma que las superficies configuradas para detectar impactos de cada uno de los sensores no se solapan entre sí, y los están dispuestos espacialmente cubriendo sustancialmente la superficie del usuario que porta el dispositivo en la que se desea monitorizar si se recibe un impacto. Cada sensor de impactos dispone de una conexión alámbrica propia a una unidad de control.

Una unidad de control que tiene conectados sensores de impactos está configurada para recibir y procesar los pulsos eléctricos transmitidos por cada uno de los sensores de impactos conectados a dicha unidad de control,

Cada unidad de control preferentemente es un microcontrolador de bajo consumo.

Entre otros elementos, el dispositivo puede además comprender pilotos indicadores de las funciones que se realizan como ayuda al usuario y verificación de funciones seleccionadas.

Preferentemente, los pilotos indicadores serán del tipo LED.

La conectividad entre las distintas unidades del dispositivo puede ser inalámbrica o alámbrica. Cuando la conectividad es inalámbrica por encontrarse en diferentes partes del usuario con cualquiera de las tecnologías existentes, preferentemente Bluetooth o LoRa.

El dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta puede además comprender una unidad de geolocalización vía satélite.

La al menos una unidad de entrada está configurada para conectarse a un dispositivo externo configurado para comunicarse con al menos una unidad de entrada del dispositivo y recibir información de dicho dispositivo externo. La unidad de entrada está configurada para enviar la información recibida de un dispositivo externo a una unidad de control que controla el dispositivo. Dicha unidad de control está configurada para almacenar y procesar la información recibida de la unidad de entrada.

La información que la unidad de control está configurada para almacenar y procesar comprende parámetros operativos y de configuración de las unidades del dispositivo y del funcionamiento del dispositivo. La unidad de control está configurada para configurar el funcionamiento de las unidades del dispositivo y el funcionamiento de dispositivo en función de dichos parámetros.

Preferentemente existirá una unidad de entrada con conectividad USB.

La información que la unidad de control está configurada para almacenar y procesar comprende información que identifica al usuario que va a portar el dispositivo, y al menos un

valor umbral de cada una de las constantes vitales que se pueden monitorizar en el usuario por debajo o por encima de las cuales el dispositivo está configurado para generar una respuesta.

5 Adicionalmente, la información que la unidad de control está configurada para almacenar y procesar puede comprender:

- Información sobre estados vitales del usuario configurables, cada estado vital comprendiendo al menos una condición vital. Cada condición vital de cada estado vital comprende un valor umbral de una constante vital y si para cumplir la condición vital la constante vital ha de ser superior o inferior al valor umbral. Cada estado vital también comprende el número mínimo de condiciones vitales que se han de cumplir para que el usuario cumpla el estado vital.
- Información de cada sensor de impactos que comprende el dispositivo que identifica y diferencia a cada sensor de impactos del resto.
- Información sobre la localización espacial en el usuario que porta el dispositivo de cada sensor de impactos que comprende el dispositivo, y la superficie del usuario que cubre.
- La amplitud umbral y la anchura umbral de los pulsos eléctricos que cada sensor de impactos debe enviar para que el dispositivo genere una respuesta. Dichos valores umbral se obtienen empíricamente mediante ensayos controlados de impactos en los que se mide la respuesta de cada tipo de sensor que va a comprender la unidad de detección de impactos respecto a los diferentes tipos de impacto para los que el dispositivo va a estar configurado.
- La amplitud y la anchura del pulso eléctrico que cada sensor de impactos envía cuando recibe el impacto de un tipo de proyectil o cuerpo para el que el dispositivo está configurado para generar una respuesta. Dicho pulso queda asociado al cuerpo o proyectil que lo ha generado y lo identifica.
Dicho pulso eléctrico se ha obtiene empíricamente mediante ensayos controlados en los que se impacta a cada sensor de impactos del dispositivo con los proyectiles o cuerpos para los que el dispositivo está configurado, o bien mediante ensayos equivalentes en los que se impacta el sensor con la fuerza o la energía umbral para el que se desea que el dispositivo genere una respuesta.
- La energía generada por al menos un determinado impacto de al menos un determinado cuerpo o proyectil con una determinada superficie de impacto para el que se configura cada sensor de impactos al impactar sobre dicho sensor.
Dichas energía y superficie de impacto se almacenan asociadas al valor empírico de la amplitud y a la anchura del pulso eléctrico generado por cada sensor al recibir un

determinado impacto de dicho cuerpo o proyectil en ensayos en los que la energía del impacto y la superficie de impacto están controlados.

- Al menos una ecuación que relaciona la energía generada por el impacto de al menos un proyectil o cuerpo para el que se configura cada sensor de impactos al impactar sobre dicho sensor en función del pulso eléctrico que genera dicho proyectil o cuerpo al impactar sobre dicho sensor de impactos. Cada ecuación de energía se calcula en función de los valores empíricos de los pulsos eléctricos generados por cada sensor de impactos al recibir impactos en ensayos en los que la energía de impacto está controlada.
- La velocidad y fuerza de impacto de al menos un determinado cuerpo o proyectil con al menos una determinada masa para el que se configura cada sensor de impactos al impactar sobre dicho sensor. Las velocidades y fuerzas de impacto se almacenan asociadas al valor empírico de la amplitud y de la anchura del pulso eléctrico generado por cada sensor al recibir un determinado impacto de dicho cuerpo o proyectil en ensayos en los que la masa, la velocidad y la fuerza de impacto están controlados.
- Al menos una ecuación que relaciona la velocidad de impacto y/o la fuerza de impacto de al menos un proyectil o cuerpo para el que se configura cada sensor al impactar sobre dicho sensor en función del pulso eléctrico que genera dicho proyectil o cuerpo al impactar sobre cada sensor de impactos. Cada ecuación de velocidad y/o fuerza se calcula en función de los valores empíricos de los pulsos eléctricos generados por cada sensor de impactos al recibir impactos en ensayos en los que la masa, la velocidad y/o la fuerza del impacto están controlados.
- El valor umbral de amplitud y de anchura del pulso eléctrico que cada sensor de impactos envía cuando un proyectil atraviesa el sensor de impactos. Dichos valores umbral se obtienen empíricamente mediante ensayos controlados de impactos en cada sensor en los que la fuerza de impacto de al menos un proyectil se incrementa hasta que consigue atravesar el sensor, donde dichos valores umbral se almacenan asociados al sensor de impactos que lo generó.
- El umbral de amplitud y de anchura del pulso eléctrico que cada sensor de impactos envía cuando un proyectil para el que está configurado para generar una respuesta atraviesa el sensor de impactos. Este valor umbral de cada proyectil en cada sensor se obtiene empíricamente mediante ensayos controlados de impactos de los proyectiles para los que el dispositivo va a estar configurado para generar una respuesta en cada sensor de impactos. Cada pulso umbral se almacena asociado al tipo de proyectil que lo genera y al sensor que lo genera.

- Las posibles combinaciones de dos sensores de impactos del dispositivo que por sus localizaciones espaciales en el dispositivo pueden ser atravesados por un mismo proyectil que atraviere al usuario que lo porta.

5 Los valores de orientación espacial de las rectas que unen los centros geométricos de las superficies de cada dos sensores de impacto del dispositivo que por sus localizaciones espaciales en el dispositivo pueden ser atravesados por un mismo proyectil que atraviere al usuario que lo porta, y el valor absoluto de la distancia entre dichos centros geométricos.

- La energía de entrada del proyectil desde el lugar donde salió (como por ejemplo un rifle, una pistola o elemento similar) de al menos un proyectil para el que se configura el dispositivo y que atraviesa al usuario atravesando dos sensores de impacto.

10 Dicha energía de entrada se almacena asociada a la energía depositada en el cuerpo por el proyectil al atravesar el cuerpo del usuario, que es la diferencia entre la energía generada por el proyectil al impactar en el primer sensor de impactos y la energía generada por el proyectil al impactar en el segundo sensor de impactos. También se
15 almacena asociada a la energía total del proyectil en el tramo en el que atraviesa al usuario, siendo esta la energía media generada por los dos impactos calculada como el valor medio de la energía generada por el proyectil al impactar en cada uno de los sensores de impactos.

20 La energía de impacto del proyectil en cada sensor se almacena asociada al valor del pulso eléctrico generado por dicho proyectil al impactar en cada sensor.

La relación entre la energía de entrada del proyectil, entre la energía depositada en el cuerpo del usuario por el proyectil al atravesar el cuerpo del usuario y entre la energía total del proyectil en el tramo en el que atraviesa al usuario se calcula empíricamente
25 mediante ensayos en los que la energía de entrada y la energía de impacto del proyectil en cada sensor son medibles con una distancia de disparo del proyectil al dispositivo, con una masa del proyectil y una pérdida de energía del proyectil al atravesar un cuerpo humano controlados. De esta forma se obtienen unos resultados a partir de los cuales se construye una curva que representa la energía de entrada del proyectil desde el lugar donde salió en función de la energía depositada en el cuerpo
30 por el proyectil al atravesar el cuerpo del usuario en un primer eje y en función de la energía total del proyectil en el tramo en el que atraviesa al usuario en un segundo eje.

La relación entre la energía generada en cada sensor por el impacto del proyectil y la amplitud y la anchura del pulso eléctrico generado por el impacto también se obtiene
35 empíricamente en ensayos en los que la energía del impacto está controlada.

La información almacenada en una unidad de control que tiene conectada al menos un sensor de impactos comprende la amplitud umbral y la anchura umbral de los pulsos eléctricos que cada sensor de impactos debe enviar para los que el dispositivo está configurado para generar una respuesta.

5

La información almacenada en una unidad de control que tiene conectada al menos un sensor de impactos puede además comprender información almacenada de cada sensor de impactos al que está conectado que identifica y diferencia a cada sensor de impactos del resto. También comprende su localización espacial en el usuario que porta el dispositivo y la superficie del usuario que cubre.

10

La información almacenada en una unidad de control que tiene conectada al menos un sensor de impactos puede además comprender la amplitud y la anchura de los pulsos eléctricos que cada sensor de impactos conectado puede enviar cuando recibe el impacto de un tipo de proyectil o cuerpo para el que el dispositivo está configurado para generar una respuesta. En este sentido puede también comprender la amplitud umbral y la anchura umbral de los pulsos eléctricos que cada sensor debe enviar para cada tipo de proyectil o cuerpo para que el dispositivo genere dicha respuesta.

15

La información almacenada en una unidad de control que tiene conectada al menos un sensor de impactos puede además comprender el umbral de amplitud y anchura del pulso eléctrico que cada sensor de impactos envía cuando un proyectil para el que el dispositivo está configurado para generar una respuesta atraviesa el sensor de impactos.

20

La información almacenada en una unidad de control que tiene conectada al menos un sensor de impactos puede además comprender las posibles combinaciones de dos sensores de impactos del dispositivo que por sus localizaciones espaciales en el dispositivo pueden ser atravesados por un mismo proyectil que atraviere al usuario que lo porta.

25

En el Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta de la invención, al menos una unidad de control está configurada para evaluar el pulso eléctrico generado por un sensor de impactos al que está conectado, comparando dicho pulso con la información almacenada sobre pulsos eléctricos.

30

Además, dicha unidad de control está configurada para activar en el dispositivo un primer modo de alerta como respuesta a un pulso eléctrico recibido con un valor igual o superior al de uno de los valores de pulsos eléctricos umbral almacenados. Dicha unidad de control está

35

configurada para almacenar la información del pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta, y comunicarla a otras unidades del dispositivo a las que está conectada.

5 Una unidad de control que tiene sensores de impacto conectados puede estar configurada para identificar al sensor de impactos que transmite un pulso eléctrico. El modo de llevarlo a cabo es comparar la señal eléctrica recibida por el sensor de impacto con la información almacenada sobre los distintos sensores conectados a la unidad de control. Además, dicha unidad de control está configurada para almacenar y comunicar a otras unidades del dispositivo a las que está conectada la identidad del sensor de impactos que ha enviado un pulso y su localización espacial en el usuario que porta el dispositivo y la superficie del usuario que cubre.

15 Además, una unidad de control que tiene sensores de impactos conectados puede estar configurada para identificar el tipo de proyectil o cuerpo que ha impactado en uno de dichos sensores de impactos, comparando el pulso eléctrico recibido por el sensor de impactos con la información almacenada sobre la amplitud y la anchura de los pulsos eléctricos generados por los tipos de proyectil o cuerpos para los que el dispositivo está configurado para identificar. Dicha unidad de control está configurada para almacenar y comunicar a otras unidades del dispositivo a las que está conectada la identidad del proyectil o cuerpo que ha impactado.

20 Además, una unidad de control que tiene sensores de impacto conectados puede estar configurada para identificar si el tipo de proyectil que ha impactado en uno de dichos sensores de impactos ha atravesado el sensor de impactos y por tanto ha penetrado en el usuario. Para ello, compara el pulso eléctrico recibido por el sensor de impactos que ha activado el primer modo de alerta con la información almacenada sobre la amplitud y la anchura de los pulsos eléctricos generados en cada sensor de impactos cuando los tipos de proyectil para los que el dispositivo está configurado atraviesan el sensor de impactos. En estos casos, dicha unidad de control está configurada para almacenar y comunicar a otras unidades del dispositivo a las que está conectada que un proyectil ha atravesado un sensor conectado a dicha unidad de control.

En el dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta de la invención, además una unidad de control puede estar configurada para activar un segundo modo de alerta si:

- el pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta iguala o supera el valor del pulso umbral almacenado en el que el proyectil que ha impactado atraviesa el sensor de impactos que ha enviado dicho pulso, y
- si durante un plazo configurable una unidad de control recibe de un segundo sensor de impactos un pulso eléctrico con un valor igual o superior al valor del pulso umbral en el que atraviesa el segundo sensor de impactos un proyectil del tipo que ha atravesado el primer sensor de impactos, y
- si identifica a los dos sensores de impactos atravesados como una de las combinaciones de sensores de impactos que pueden ser atravesados por un mismo proyectil que atraviesa al usuario, comparando la combinación formada por el par de sensores atravesados con las que están almacenadas.

En estos casos, dicha unidad de control está configurada para almacenar la información del segundo pulso eléctrico que ha activado el segundo modo de alerta y la del sensor que enviado dicho pulso, y para comunicar dicha información a otras unidades del dispositivo a las que está conectada.

En una realización preferente de la invención, los sensores de impactos del dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta no consumen energía mientras están en estado de espera para detectar un impacto. La superficie de cada sensor de impactos configurada para detectar impactos está compuesta sustancialmente de un material triboeléctrico. De esta forma, el pulso transmitido por un sensor de impactos a su unidad de control cuando detecta un impacto consiste en la electricidad triboeléctrica generada en el sensor por haber recibido el impacto de un cuerpo o proyectil que lo ha golpeado, o porque el usuario ha impactado contra un cuerpo golpeándolo. En consecuencia, los sensores de impactos no dependen de una fuente de energía para realizar su función.

La superficie de cada sensor de impactos configurada para detectar impactos en una realización preferente de la invención está compuesta sustancialmente por nanogeneradores triboeléctricos, también denominados TENG (TriboElectric NanoGenerators).

Según el entorno y el propósito de uso del dispositivo, los sensores fabricados a base de TENG pueden ser de un único electrodo o de dos, de separación por contacto vertical, de deslizamiento lateral, o de capa triboeléctrica independiente, entre otras opciones.

Los TENGs son capaces de generar electricidad gracias a la yuxtaposición en el material de dos capas triboeléctricas, una capa electronegativa y una capa electropositiva. Las capas triboeléctricas pueden ser capas textiles y blandas o capas duras.

Entre las capas textiles, son ventajosamente indicadas para esta invención las textiles del tipo grafeno con polietileno de alto peso molecular como capa negativa y de algodón como capa positiva. Otro textil indicado para la capa negativa sería el nylon. En las realizaciones con capas textiles blandas, los TENGs pueden ir cosidos a otros elementos del dispositivo.

En cuanto a las capas triboeléctricas duras, son ventajosamente indicadas para la capa negativa las compuestas por PDMS (polímero orgánico basado en silicio), y por PVA (acetato de polivinilo) para la capa positiva, puros o modificados con nanopartículas de grafeno. En las realizaciones con capas duras, los TENGs pueden ir pegados a otros elementos del dispositivo.

Los TENGs pueden desarrollarse con cualidades que pueden ser ventajosas según la aplicación que se pretenda para el dispositivo; pueden ser ignífugos, y/o resistentes a la humedad.

Otro aspecto del dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta de la invención, es que una unidad de control puede estar configurada para activar en el dispositivo un primer modo de alerta como respuesta a una actuación del usuario sobre al menos un pulsador del dispositivo. Para activar el primer modo de alerta necesita seguir una secuencia de actuación configurable diferente de una única pulsación instantánea a un pulsador del dispositivo, de forma que el modo de alarma no se active por error. Además, la unidad de control está configurada para almacenar y comunicar a otras unidades del dispositivo a las que está conectada que el primer modo de alerta se ha activado por actuación del usuario.

Otro aspecto del dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta de la invención, es que una unidad de control puede estar configurada para activar durante un primer plazo configurable al menos una unidad de monitorización de las constantes vitales del usuario como respuesta a una primera secuencia de actuación del usuario sobre al menos un pulsador del dispositivo y desactivarla finalizado el primer plazo configurable. Dicha unidad de monitorización de las constantes vitales está configurada para comunicar a la unidad de control que la ha activado las constantes vitales del usuario monitorizadas. Adicionalmente, dicha unidad de control está configurada para desactivar a la al menos una unidad de monitorización activada tras recibir las constantes vitales durante un segundo plazo de actividad configurable igual o inferior al primer plazo

configurable. Tras un tercer plazo de inactividad configurable e inferior al primer plazo configurable, dicha unidad de control está configurada para volver a activar a la al menos una unidad de monitorización si el primer plazo configurable no ha expirado.

5 Dicha unidad de control está además configurada para desactivar dicha unidad de monitorización de las constantes vitales del usuario como respuesta a una secuencia de actuación del usuario sobre al menos un pulsador del dispositivo, desactivando también cualquier proceso periódico activo de monitorización de las constantes vitales.

10 En realizaciones de la invención de esta naturaleza, una unidad de control está configurada para activar una unidad de telecomunicación mientras la unidad de monitorización de las constantes vitales está activa y comunicarle la información que recibe de la unidad de monitorización para que la emita inalámbricamente. La unidad de telecomunicación emite dicha información estructurada en mensajes con una carga útil o “payload” configurable. En estos casos, la unidad de control que gestiona la unidad de telecomunicación está configurada
15 para desactivar dicha unidad de telecomunicación que estaba emitiendo información sobre las constantes vitales del usuario una vez que ha desactivado la unidad de monitorización.

Una unidad de control como la descrita puede estar configurada para evaluar las constantes vitales recibidas de al menos una unidad de monitorización de las constantes vitales, comparándolas con al menos un valor umbral configurado y almacenado. Dicha unidad de
20 control está configurada para activar en el dispositivo un primer modo de alerta como respuesta a la recepción de un valor de al menos una constante vital por debajo del al menos un valor umbral durante un cuarto plazo configurable. Además, dicha unidad de control está configurada para almacenar que el primer modo de alerta se ha activado porque hay al menos
25 una constante vital por debajo de al menos un valor umbral.

Un dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta como el descrito, con todas o algunas de las características técnicas anteriormente descritas, cuando en el dispositivo se activa el primer modo de alerta, la unidad
30 de control encargada del control del modo de alerta está configurada para activar durante un primer plazo configurable al menos una unidad de monitorización de las constantes vitales del usuario a la que está conectada, si no había ninguna activada antes de activarse el primer modo de alerta. Además, dicha unidad de control está configurada para recibir las constantes vitales detectadas por dicha unidad de monitorización y almacenarlas temporalmente.

35

Cuando en el dispositivo se activa el primer modo de alerta, la unidad de control encargada del control del modo de alerta puede además evaluar las constantes vitales recibidas comparándolas con al menos un valor umbral configurado y almacenado de cada constante vital. En estos casos también está configurada para almacenar si cada constante vital recibida se encuentra o no por debajo de cada uno de los valores umbral que están configurados.

Cuando en el dispositivo se activa el primer modo de alerta, la unidad de control encargada del control del modo de alerta puede además evaluar si el usuario cumple con los estados vitales configurados, comparando si los valores detectados de las constantes vitales coinciden con los de cada condición vital de cada estado vital y si se cumple el número mínimo de condiciones vitales necesario para cumplirse un estado vital, y para almacenar si se cumple o no cada estado vital.

Además, cuando en el dispositivo se activa el primer modo de alerta, la unidad de control encargada del control del modo de alerta puede activar durante un plazo configurable una unidad de geolocalización a la que está conectada si no estaba activada antes de activarse el primer modo de alerta. Dicha unidad de geolocalización está configurada para detectar la geolocalización del dispositivo y para enviar a la unidad de control información sobre la geolocalización detectada,

Además, la unidad de control encargada del control del modo de alerta está configurada para recibir la información enviada por la unidad de geolocalización y para almacenar la geolocalización del dispositivo y la información horaria a la que la unidad de control la ha solicitado al activarse el primer modo de alerta.

Cuando en el dispositivo se activa el primer modo de alerta, la unidad de control encargada del control del modo de alerta puede además identificar un valor aproximado de la energía generada por el impacto recibido. Esto puede realizarlo comparando la amplitud y la anchura del pulso eléctrico enviado por el sensor de impactos que ha activado el primer modo de alerta con la amplitud y la anchura de los pulsos almacenados en el dispositivo, seleccionando así el valor almacenado de la energía asociado al pulso almacenado con valores más aproximados a los del pulso y del sensor que ha activado el primer modo de alerta.

Por otro lado, la unidad de control encargada del control del modo de alerta puede también calcular un valor aproximado de la energía generada por el impacto recibido mediante la resolución de una ecuación que relaciona la energía generada por un impacto recibido por el sensor que ha activado el primer modo de alerta en función del pulso eléctrico que genera en

dicho sensor dicho impacto. Esto lo puede realizar aplicando en dicha ecuación el valor del pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta,
Además, dicha unidad de control está configurada para almacenar el valor de la energía calculada.

5

Cuando en el dispositivo se activa el primer modo de alerta, la unidad de control encargada del control del modo de alerta puede además identificar un valor aproximado de la velocidad y/o fuerza del impacto recibido. Esto es posible comparando la amplitud y la anchura del pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta con la amplitud y la anchura de los pulsos almacenados en el dispositivo, seleccionando el valor almacenado de la velocidad y/o fuerza asociado al pulso almacenado con valores más aproximados a los del pulso y del sensor que ha activado el primer modo de alerta.

10

Al igual que con la energía, la unidad de control encargada del control del modo de alerta puede calcular un valor aproximado de la velocidad y/o fuerza generada por el impacto recibido mediante la resolución de una ecuación que relaciona la velocidad y/o fuerza generada por un impacto recibido por el sensor que ha activado el primer modo de alarma en función del pulso eléctrico que genera en dicho sensor dicho impacto. Esto lo puede realizar aplicando en dicha ecuación el valor del pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta,

15

Además, dicha unidad de control está configurada para almacenar el valor de la velocidad y/o fuerza calculada.

20

Además, la unidad de control encargada del control del modo de alerta, en el instante en que activa el segundo modo de alerta está configurada para recibir la información horaria de la unidad de geolocalización activada a la que está conectada. Esta información horaria recibida coincide con la información horaria a la que se ha activado el segundo modo de alerta, almacenando dicha información.

25

Cuando en el dispositivo se activa el primer modo de alerta, la unidad de control encargada del control del modo de alerta puede además calcular un valor aproximado de la velocidad de penetración de un proyectil en el cuerpo del usuario, utilizando la fórmula física de la velocidad en función de la distancia recorrida por el proyectil en el tiempo en el que lo ha recorrido.

30

En este caso, la unidad de control obtiene una aproximación de la distancia recorrida por el proyectil identificando el valor de la distancia absoluta existente entre los dos centros geométricos de los sensores de impacto que han sido atravesados por el proyectil. La otra variable necesaria, el tiempo del proyectil en atravesar al usuario, la obtiene restando a la

35

información horaria almacenada del segundo modo de alerta la información horaria almacenada del primer modo de alerta.

Como en los cálculos explicados con anterioridad, dicha unidad de control está configurada para almacenar la velocidad de penetración calculada.

5

Cuando en el dispositivo se activa el primer modo de alerta, la unidad de control encargada del control del modo de alerta puede además identificar un valor aproximado de la energía de entrada del proyectil que ha atravesado al usuario desde el lugar donde salió de la siguiente forma:

- 10
 - identifica en primer lugar la energía generada por el proyectil al impactar en el sensor que ha generado el primer modo de alerta. Esto lo realiza comparando el pulso eléctrico que ha generado el primer modo de alerta con los pulsos eléctricos almacenados en el dispositivo que tienen asociados la energía de impacto que los ha generado y relacionados con el sensor del primer modo de alerta. De esta forma,
- 15
 - selecciona el valor de energía de impacto del pulso almacenado más aproximado al valor del pulso del primer modo de alerta.
- Identificando en segundo lugar la energía generada por el proyectil al impactar en el sensor que ha generado el segundo modo de alerta. Esto lo realiza comparando el pulso eléctrico que ha generado el segundo modo de alerta con los pulsos eléctricos almacenados en el dispositivo que tienen asociados la energía de impacto que los ha
- 20
 - generado relacionados con el sensor del segundo modo de alerta. Así puede seleccionar el valor de energía de impacto del pulso almacenado más aproximado al valor del pulso del segundo modo de alerta.
- Con los valores anteriores calcula la energía depositada en el cuerpo por el proyectil al atravesar el cuerpo del usuario, que es la diferencia entre la energía generada por el proyectil al impactar en el primer sensor de impactos y la energía generada por el proyectil al impactar en el segundo sensor de impactos.
- 25
 - Calcula también la energía total del proyectil en el tramo en el que atraviesa al usuario, como el valor medio de la energía de impacto generada por el proyectil en los dos
- 30
 - impactos contra un sensor.
- En base a estos dos últimos valores identifica la energía de entrada del proyectil desde el lugar donde salió comparando los valores calculados de energía depositada en el cuerpo por el proyectil y de energía total del proyectil con los valores almacenados, y seleccionando la energía de entrada asociada a los valores almacenados de energía
- 35
 - depositada en el cuerpo por el proyectil y de energía total del proyectil más aproximados a los valores calculados.

Dicha unidad de control está configurada para almacenar la energía de entrada del proyectil desde el lugar donde salió que ha identificado.

Cuando en el dispositivo se activa el primer modo de alerta, la unidad de control encargada del control del modo de alerta puede además calcular un valor aproximado de la velocidad de entrada del proyectil que ha atravesado al usuario desde el lugar donde salió, utilizando la fórmula física de la energía cinética en función de la masa y el cuadrado de la velocidad.

En este caso, la unidad de control identifica una aproximación de la energía de entrada del proyectil que ha atravesado al usuario desde el lugar donde salió como se ha explicado en párrafo anterior.

La unidad de control está también configurada para identificar una aproximación de la masa del proyectil que ha sido disparado, comparando la amplitud y la anchura de los pulsos que han generado el primer y segundo modo de alerta con los pulsos almacenados que tienen asociados la masa de los proyectiles que los han generado. La unidad de control selecciona así el valor de la masa del proyectil del pulso almacenado en el dispositivo más aproximado a los pulsos de los modos de alerta. Como en cálculos anteriores, la unidad de control encargada del control del modo de alerta almacena la velocidad de entrada del proyectil desde el lugar donde salió.

Cuando en el dispositivo se activa el primer modo de alerta, la unidad de control encargada del control del modo de alerta además puede identificar un valor aproximado de la trayectoria que ha seguido el proyectil que ha atravesado al usuario que porta el dispositivo. Esta operación la realiza comparando los valores almacenados en el dispositivo que identifican a los dos sensores de impacto que han sido atravesados con los valores almacenados de las combinaciones de dos sensores de impacto que por su localización espacial en el dispositivo pueden ser atravesados por un mismo proyectil. De entre todos ellos selecciona los valores almacenados asociados con la orientación espacial de la recta que une los centros geométricos de las superficies de los dos sensores de impacto que coinciden con los sensores de impacto que han sido atravesados.

Cuando en el dispositivo se activa un modo de alerta, la unidad de control encargada del control del modo de alerta, tras haber realizado todos los cálculos para los que el dispositivo ha sido configurado de entre todos los posibles explicados con anterioridad, y realizables en el tipo de evento que ha generado el modo de alarma, puede además:

- Activar una unidad de telecomunicación a la que está conectada, si no había ninguna activada antes de activarse el primer modo de alerta para emitir de forma inalámbrica

la información almacenada en el dispositivo relativa al modo o modos de alerta activados. La información se emite estructurada en mensajes de alerta con una carga útil o “payload” configurable. El número de mensajes emitidos y la información contenida en cada uno de los mensajes emitidos es configurable.

- 5 • Cuando la unidad de telecomunicación ha finalizado la emisión relativa al modo o modos de alerta activados, desactiva la unidad de geolocalización que había sido activada. Desactivaría también la unidad de telecomunicación y la unidad de monitorización de las constantes vitales si habían sido activadas tras activarse el primer modo de alerta, cuando dicha.

10

La unidad de control encargada del control del modo de alerta, después de un primer ciclo de captura y emisión de los parámetros almacenados relacionados con el modo o modos de alerta activados, posteriormente puede también actuar durante un número de ciclos según uno de los dos siguientes modos de actuación:

- 15 • Activando durante un primer plazo configurable al menos una unidad de monitorización de las constantes vitales del usuario a la que está conectada, si no había ninguna activada antes de activarse el primer modo de alerta. De esta forma recibe las constantes vitales del usuario detectadas almacenándolas. Además, compara estas constantes vitales con al menos un valor umbral configurado de cada constante vital,
- 20 y almacenando si cada constante vital recibida se encuentra o no por debajo de cada uno de los valores umbral. Se sustituyen los valores almacenados con anterioridad. Opcionalmente puede activar con una frecuencia de ciclos configurable una unidad de geolocalización a la que está conectada para recibir la geolocalización y almacenarla sustituyendo la almacenada con anterioridad.

25 Activa una unidad de telecomunicación a la que está conectada, si no había ninguna activada antes de activarse el primer modo de alerta, y emite de forma inalámbrica la información almacenada relativa al modo o modos de alerta activados. Al igual que en el primer ciclo, la información se emite estructurada en mensajes de alerta con una carga útil o “payload” configurable. El número de mensajes emitidos y la información

30 contenida en cada mensaje emitido también es configurable.

Por último, desactiva dichas unidades que habían sido activadas en el presente ciclo.

- Activa una unidad de telecomunicación a la que está conectada, si no había ninguna activada antes de activarse el primer modo de alerta, para emitir de forma inalámbrica información almacenada relativa al modo o modos de alerta activados. Igual que en el
- 35 modo anterior, la información se emite estructurada en mensajes de alerta con una

carga útil o “payload” configurable, y el número de mensajes emitidos y la información contenida en cada mensaje emitido es configurable.

Por último, desactiva dicha unidad de telecomunicación, si lo estaba al iniciarse el presente ciclo.

5

El número de ciclos de emisión de datos, bien obteniendo nueva información del usuario según el primer modo, bien reenviando la información originalmente obtenida, es configurable por el usuario que porta el dispositivo o por el gestor del dispositivo.

La frecuencia de repetición de los ciclos, es decir, el tiempo que transcurre entre dos ciclos programados, es configurable. La configuración puede comprender una frecuencia constante, o una frecuencia variable según diferentes criterios. Por ejemplo, puede configurarse que conforme un ciclo es más distante del primero, o cada ciertos ciclos desde el primer ciclo, la frecuencia entre ciclos aumente. Del mismo modo, también se podría configurar de forma que conforme el nivel de carga de la batería decrece, la frecuencia entre ciclos aumente. Los criterios anteriores son especialmente apropiados en aplicaciones del dispositivo en los que no sea fácil recargar o sustituir la batería durante su uso, e interese que dispositivo esté operativo el mayor tiempo posible. En particular, un modo conservador sería muy útil en su aplicación para informar de impactos y de las constantes vitales de un soldado como consecuencia del impacto sufrido en el campo de batalla.

Con el mismo objetivo, también puede configurarse que el modo de actuación que ejecuta la unidad de control sea siempre el mismo o una secuencia alternando los modos de actuación según un criterio que puede comprender una alternancia configurable, el tiempo transcurrido desde el primer ciclo, o la energía restante en la batería.

Igualmente, puede configurarse qué mensajes son enviados en cada ciclo, según los criterios mencionados anteriormente.

Un dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta con todas o algunas de las funcionalidades descritas hasta ahora, también podría desactivar en el dispositivo un modo de alerta activado, como respuesta a una actuación del usuario sobre al menos un pulsador del dispositivo. Para evitar que el modo de alarma se desactive por error, es necesario que el usuario siga una secuencia de actuación configurable diferente de una única pulsación instantánea a un único pulsador del dispositivo.

En relación a la información que el dispositivo puede emitir mediante la unidad de telecomunicación, cuando está solamente activado el primer modo de alerta, puede comprender cualquiera de los siguientes parámetros previamente almacenados en el

dispositivo: la identidad del usuario que porta el dispositivo, las constantes vitales detectadas, valores umbral de las constantes vitales no superados, el cumplimiento o no de algún estado vital configurado, identidad del sensor de impactos que ha recibido un impacto, identidad del modo de alerta que ha sido activado, identidad de la causa que ha activado el primer modo de alerta, identidad del sensor de impactos que ha generado el pulso eléctrico que ha activado un modo de alerta, valor del pulso eléctrico que ha generado un modo de alerta, localización espacial en el cuerpo del usuario del sensor que ha recibido el impacto, identidad del tipo de cuerpo o proyectil que ha impactado en el sensor de impactos que ha activado un modo de alerta, si el proyectil que ha impactado ha atravesado el sensor que ha activado el primer modo de alerta, y en consecuencia ha penetrado en el usuario, geolocalización del usuario, Información horaria de la activación del primer y segundo modo de alerta, energía del impacto recibido, o la velocidad de impacto y/o fuerza de impacto del cuerpo que ha impactado contra el sensor / usuario, etc.

15 Cuando en el dispositivo se ha activado el segundo modo de alerta, la información emitida por la unidad de telecomunicación además puede comprender cualquiera de los siguientes parámetros almacenados en el dispositivo: distancia aproximada recorrida por el proyectil al atravesar al usuario, velocidad de penetración aproximada del proyectil que ha atravesado al usuario, trayectoria aproximada del proyectil en el cuerpo del usuario, energía de entrada aproximada del proyectil desde el lugar donde salió, o la velocidad de entrada aproximada del proyectil desde el lugar donde salió.

A continuación, se describirán algunas realizaciones de estructuras del contenido de los mensajes que el dispositivo puede emitir en el caso de que un modo de alerta se haya activado. Como se ha explicado ya, según las necesidades puede enviarse una diferente cantidad de mensajes en el primer ciclo, así como variar entre ciclos el número de mensajes.

El mensaje que puede ser prioritario enviar en caso de una política conservadora de energía, sería un primer mensaje de alerta incluyendo la identidad del usuario que porta el dispositivo como elemento básico, al que se le añadiría alguno o todos los parámetros siguientes almacenados en el dispositivo: el cumplimiento o no de algún estado vital configurado, identidad del modo de alerta que ha sido activado, identidad de la causa que ha activado el primer modo de alerta, geolocalización del usuario, o la Información horaria de la activación del primer modo de alerta.

35

La identidad del usuario sería el parámetro fundamental a enviar, ya que constituye la firma de la persona que está experimentando un tipo de alerta para el que dispositivo está configurado para generar una respuesta. De no enviarse, no sería posible para un gestor remoto de más de un dispositivo reconocer qué usuario ha experimentado una alerta.

5

Una vez enviado el mensaje anterior, puede ser conveniente enviar un segundo mensaje de alerta, que junto a la identidad del usuario que porta el dispositivo, proporcione información adicional del usuario, como por ejemplo: constantes vitales detectadas, valores umbral de las constantes vitales no superados, identidad del sensor de impactos que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta, valor del pulso eléctrico que ha generado el primer modo de alerta, localización espacial en el cuerpo del usuario del sensor que ha recibido el primer impacto, identidad del tipo de cuerpo o proyectil que ha impactado en el sensor de impactos que ha activado un modo de alerta, si el proyectil que ha impactado ha atravesado el sensor que ha activado el primer modo de alerta, y en consecuencia ha penetrado en el usuario, energía del impacto recibido, o la velocidad de impacto y/o fuerza de impacto del cuerpo que ha impactado contra el sensor / usuario.

En el caso de que el segundo modo de alerta esté también activado, puede ser conveniente que un segundo mensaje enviado, junto a la identidad del usuario que porta el dispositivo, proporcione información adicional del usuario con una estructura con parámetros adicionales, como por ejemplo: constantes vitales detectadas, identidad del sensor de impactos que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta, localización espacial en el cuerpo del usuario del sensor que ha recibido el primer impacto, identidad del tipo de cuerpo o proyectil que ha impactado en el sensor de impactos que ha activado un modo de alerta, energía del impacto recibido, velocidad de impacto y/o fuerza de impacto del cuerpo que ha impactado contra el sensor / usuario, la identidad del sensor de impactos que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el segundo modo de alerta, valor del pulso eléctrico que ha generado el segundo modo de alerta, localización espacial en el cuerpo del usuario del sensor que ha recibido el segundo impacto, energía del impacto recibido, velocidad de impacto y/o fuerza de impacto del proyectil al penetrar en el usuario al atravesar el sensor que ha activado el primer modo de alerta, distancia aproximada recorrida por el proyectil al atravesar al usuario, velocidad de penetración aproximada del proyectil que ha atravesado al usuario, trayectoria aproximada del proyectil en el cuerpo del usuario, energía de entrada aproximada del proyectil desde el lugar donde salió, velocidad de entrada aproximada del proyectil.

35

Continuando con el objetivo de que el dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta tenga un bajo consumo con un buen alcance, se contempla que en realizaciones detalladas de la invención con las características técnicas descritas hasta este momento, la unidad de telecomunicación comprenda la tecnología de comunicación de redes inalámbricas LoRa, y pueda emitir la información a al menos una puerta de enlace remoto mediante el protocolo de comunicación LoRaWAN.

La utilización del protocolo LoRa confiere al sistema un alcance de hasta 20 km en campo abierto y en zonas interurbanas hasta 5 km si existe una alta densidad de obstáculos intermedios como edificios.

Además, gracias al envío esporádico de los mensajes de alerta, cada cierto periodo a partir de que un modo de alerta haya sido activado, se logra maximizar las propiedades del protocolo LoRaWAN en el caso de que muchos usuarios a la vez estén usando el dispositivo de la invención, permitiendo que la puerta de enlace remoto reciba correctamente mensajes emitidos por dispositivos distantes hasta 20 km.

El dispositivo puede también utilizarse con otros sistemas de comunicaciones como Wi-Fi, SigFox o Bluetooth, disminuyendo el radio de cobertura de recepción por parte de una puerta de enlace remoto de los mensajes emitidos por el dispositivo, aunque aumentando la cantidad de información que puede transmitirse con éxito.

En las realizaciones preferidas en las que el dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario incorpora el protocolo LoRaWAN, puede también resultar conveniente optimizar la carga útil de cada mensaje que se envía. Se propone para ello que la carga útil de los mensajes emitidos por la unidad de telecomunicación no exceda de los 12 bytes, valor equivalente a 96 bits.

El diseño de los mensajes con una arquitectura de carga útil de 96 bits (12 bytes), prolonga la autonomía operativa del dispositivo, y además le confiere funcionalidad en cualquier parte del globo, al cumplir con los diferentes estándares existentes para el protocolo LoRaWAN en la mayoría de países.

Con el propósito de adaptar los mensajes descritos con anterioridad a la carga útil de 96 bits, se propondrán a continuación algunas realizaciones preferentes, de entre las múltiples

combinaciones que en función de las necesidades y del uso que se vaya a dar al dispositivo pueden elegirse.

En el caso del primer mensaje de alerta, una realización preferente sería ajustar a 2 el número de estados vitales configurados: un primer estado vital de herido y un segundo estado vital de fallecido. De esa forma, los parámetros emitidos en el primer mensaje de alerta y sus respectivas cargas útiles de esta realización preferente serían:

- identidad del usuario que porta el dispositivo, con una carga útil de 24 bits,
- el cumplimiento o no del estado vital de herido y del estado vital de fallecido, con una carga útil total de 2 bits.

Cada estado vital tendría una carga útil de 1 bit, que en el caso de cumplirse se emitiría con el valor "1". De esta forma, siendo el estado vital de herido, pero no cumplirse el estado vital de fallecido, el mensaje se enviaría con esos dos bits con la estructura "1/0". El valor enviado para fallecido sería "1/1". Esto permite el envío de un tercer estado vital en el caso de que se haya activado una alerta, pero las constantes vitales del usuario se encuentren dentro de los parámetros normales, que sería el "0/0", al no cumplir el usuario ni la condición de herido ni la de fallecido.

- identidad del modo de alerta que ha sido activado, con una carga útil de 1 bit,
- identidad de la causa que ha activado el primer modo de alerta, con una carga útil de 2 bits,
- geolocalización del usuario, con una carga útil máxima de 50 bits,
- Información horaria de la activación del primer modo de alerta, con una carga útil de 17 bits.

Como se ha explicado anteriormente, el número de emisiones del primer mensaje de alerta es configurable, así como su periodicidad, según un criterio que puede comprender una secuencia temporal creciente en el tiempo, o la energía restante en la batería.

Una vez enviado el mensaje anterior, cuando resulta conveniente enviar un segundo mensaje de alerta que proporcione información adicional del usuario, cuando solo el primer modo de alerta está activado, una realización preferente de los parámetros emitidos en el segundo mensaje de alerta y las cargas de dichos parámetros serían:

- identidad del usuario que porta el dispositivo, con una carga útil de 24 bits,
- constantes vitales detectadas, con una carga útil máxima de 16 bits, con una carga útil de 7 bits por cada constante vital detectada,
- valores umbral de las constantes vitales no superados, con una carga útil de 4 bits,

- identidad del sensor de impactos que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta, con una carga útil de 7 bits,
- valor del pulso eléctrico que ha generado el primer modo de alerta, con una carga útil de 14 bits,
- 5 • localización espacial en el cuerpo del usuario del sensor que ha recibido el primer impacto, con una carga útil de 7 bits,
- identidad del tipo de cuerpo o proyectil que ha impactado en el sensor de impactos que ha activado un modo de alerta, con una carga útil de 5 bits,
- 10 • si el proyectil que ha impactado ha atravesado el sensor que ha activado el primer modo de alerta, y en consecuencia ha penetrado en el usuario, con una carga útil de 1 bit,
- energía del impacto recibido, con una carga útil de 6 bits,
- velocidad de impacto y/o fuerza de impacto del cuerpo que ha impactado contra el sensor / usuario, con una carga útil de 6 bits cada valor,
- 15 La unidad de control encargada del control del modo de alerta y que está conectada a la unidad de telecomunicación que emite los mensajes de alerta preferentemente envía este segundo mensaje tras enviar el primer mensaje de alerta. El número de emisiones del segundo mensaje de alerta es configurable, así como su periodicidad, según los criterios explicados anteriormente.
- 20 Una vez enviado el primer mensaje, cuando resulta conveniente enviar un segundo mensaje de alerta que proporcione información adicional del usuario, y el segundo modo de alerta esté también activado, una realización preferente de los parámetros emitidos en el segundo mensaje de alerta y las cargas de dichos parámetros serían:
- 25 • identidad del usuario que porta el dispositivo, con una carga útil de 24 bits,
- constante vital detectada, con una carga útil de 7 bits,
- identidad del sensor de impactos que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta, con una carga útil de 7 bits,
- identidad del tipo de proyectil que ha impactado en el sensor de impactos que ha
- 30 activado un modo de alerta, con una carga útil de 5 bits,
- velocidad de impacto o fuerza de impacto del proyectil al penetrar en el usuario al atravesar el sensor que ha activado el primer modo de alerta, con una carga útil de 6 bits,
- identidad del sensor de impactos que ha generado el pulso eléctrico que ha activado
- 35 el segundo modo de alerta, con una carga útil de 7 bits,

- distancia aproximada recorrida por el proyectil al atravesar al usuario, con una carga útil de 7 bits
 - velocidad de penetración aproximada del proyectil que ha atravesado al usuario, con una carga útil de 6 bits
 - 5 • trayectoria aproximada del proyectil en el cuerpo del usuario, con una carga útil máxima de 20 bits,
 - energía o velocidad de entrada aproximada del proyectil desde el lugar donde salió, con una carga útil de 7 bits,
- 10 Una vez enviado el primer mensaje, y haberse enviado el segundo mensaje que solo cubre información relativa al primer modo de alerta, estando también el segundo modo de alerta activado, cuando resulta conveniente enviar un tercer mensaje de alerta que proporcione información adicional del usuario relativa al segundo modo de alerta, una realización preferente de los parámetros emitidos en el segundo mensaje de alerta y las cargas de dichos
- 15 parámetros serían:
- identidad del usuario que porta el dispositivo, con una carga útil de 24 bits,
 - identidad del sensor de impactos que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el segundo modo de alerta, con una carga útil de 7 bits,
 - valor del pulso eléctrico que ha generado el segundo modo de alerta, con una carga
 - 20 útil de 14 bits,
 - localización espacial en el cuerpo del usuario del sensor que ha recibido el segundo impacto, con una carga útil de 7 bits,
 - distancia aproximada recorrida por el proyectil al atravesar al usuario, con una carga útil de 7 bits
 - 25 • velocidad de penetración aproximada del proyectil que ha atravesado al usuario, con una carga útil de 6 bits
 - trayectoria aproximada del proyectil en el cuerpo del usuario, con una carga útil máxima de 24 bits,
 - energía de entrada aproximada o velocidad de entrada aproximada del proyectil desde
 - 30 el lugar donde salió, con una carga útil de 7 bits,
- La unidad de control que está conectada a la unidad de telecomunicación que emite los mensajes de alerta preferentemente emitiría el tercer mensaje de alerta tras enviar el segundo mensaje de alerta.
- Igualmente que los anteriores, el número de emisiones del tercer mensaje de alerta es
- 35 configurable, así como su periodicidad.

Las mismas realizaciones preferentes descritas admitirían variantes con los mismos parámetros elegidos, pero modificando la carga útil de cada uno de ellos sin superar los 96 bits. También en función de las necesidades y la utilización a la que se destine el dispositivo, otra combinación de parámetros en los mensajes puede ser la preferente, no superando los

5

En el caso de realizaciones del dispositivo comprendiendo la funcionalidad de monitorear las constantes vitales del usuario con independencia de que se haya activado un modo de alerta generado por un impacto, una arquitectura preferida para los mensajes en los que se envían las constantes vitales y la carga útil de los parámetros sería:

10

- identidad del usuario que porta el dispositivo, con una carga útil de 24 bits,
- constantes vitales del usuario, con una carga útil máxima de 72 bits,

Cada mensaje que envía la unidad de telecomunicación posee un contenido de información sobre constantes vitales detectadas en el intervalo temporal desde el envío del mensaje anterior, hasta haber recibido como máximo 72 bits nuevos de información sobre constantes vitales detectadas.

15

Las distintas realizaciones descritas hasta este momento, preferentemente se pueden utilizar con la unidad o unidades de detección de impactos estando dispuestas embebidas en al menos una prenda textil que viste al usuario.

20

La al menos una prenda textil estaría diseñada para para cubrir las zonas del cuerpo del usuario en las que se desea detectar un potencial impacto, en función del propósito al que se desee destinar al dispositivo.

En el caso de detección de impactos en el campo de batalla, o bien en juegos de guerra, sería conveniente que los sensores de impactos estuvieran dispuestos en todo el cuerpo. Para ello, una realización podría ser una prenda que cubra el tronco y extremidades superiores, como una chaqueta o guerrera, y un pantalón. En este caso, el dispositivo podría incluir una sola unidad de telecomunicación con una unidad de control embebida en una de las dos prendas en la zona de la cintura, facilitando la conectividad alámbrica de los sensores de impactos dispuestos en la zona inferior y en la zona superior del cuerpo al estar cerca de ambos. De esta forma la detección de impactos se puede lograr con una sola unidad de control con un cableado externo reducido. La realización también sería posible con una prenda única que cubra todo el cuerpo. La unidad de telecomunicación podría estar alojada en un elemento independiente ajustable a la cintura, como un cinturón o una riñonera.

25

30

35

La mencionada unidad de telecomunicación con una unidad de control estaría así encargada de procesar la emisión de mensajes, a la vez de que recibiría y procesaría las señales emitidas por los sensores de impactos, realizando el análisis y los cálculos pertinentes ya descritos relativos al impacto, activando un modo de alarma en el caso de cumplirse las condiciones configuradas para los mismos.

En el caso de que se desee monitorizar las constantes vitales, tanto por elección del usuario durante su actividad o en condiciones en las que se ha activado un modo de alerta, la realización preferente es ubicar esta unidad embebida en un conjunto funcional en la muñeca.

De esta forma, utilizando tecnología LED en la zona en contacto del dispositivo en la muñeca, mediante la emisión de luz y la recepción de la misma reflejada en la piel del usuario, sería posible detectar el pulso cardiaco y la saturación en sangre del usuario. Podría añadirse una unidad adicional de monitorización de las constantes vitales en una cinta sujeta en la caja torácica que detectaría los latidos del corazón, o bien limitar a esta cinta torácica el método de detectar las constantes vitales. También sería posible incorporar dos unidades de monitorización de constantes vitales de muñeca, una en cada extremidad.

La opción de incorporar dos unidades de monitorización de las constantes vitales permite aumentar la autonomía de esta función y, por ejemplo, destinar una de ellas a una monitorización periódica voluntaria de las constantes vitales, reservando la segunda unidad de monitorización para casos en los que un suceso active un modo de alerta en el dispositivo. Tanto las unidades de monitorización de las constantes vitales en muñeca como tórax, de un modo preferente se comunicarían con la unidad de telecomunicación y con la unidad de control que controla el dispositivo de forma inalámbrica, por ejemplo mediante el protocolo Bluetooth, Zigbee o LoRa.

En el caso de que el dispositivo disponga de un conjunto funcional en la muñeca, en una realización preferente incorporaría también la unidad de geolocalización, en el caso de que el dispositivo la incorpore. Su ubicación en la muñeca facilita una buena recepción de la señal de la red de satélites. En estos casos, también de modo preferente se ubicarían en el conjunto funcional de la muñeca la unidad de entrada de datos y al menos un pulsador (preferentemente al menos dos) que permita al usuario interactuar con el dispositivo. Desde la muñeca sería muy cómodo para el usuario activar manualmente el modo de alerta, por ejemplo, en un caso en el que necesitara asistencia ante un suceso diferente a un impacto o a una constante vital por debajo del umbral, como una fractura ocasionada por una caída, o por recibir un golpe contundente.

La unidad de entrada preferentemente conectaría con dispositivos externos que le suministren la información de configuración del dispositivo y datos del usuario por el protocolo USB a TTL. No obstante, otras realizaciones serían posibles, como por ejemplo mediante tecnología “Contactless”. Este conjunto funcional de muñeca necesitaría una unidad de control propia para operarlo, y una batería.

En las realizaciones preferentes que se están describiendo, el dispositivo incorporaría dos unidades de control, una en el conjunto funcional de la muñeca, y otra en la unidad de telecomunicación, siendo preferentemente la unidad de control alojada en la unidad de telecomunicación la que ejerza la función de ser la unidad de control que controla el dispositivo. La función de controlar el dispositivo será junto con la emisión de los mensajes las dos de mayor consumo en el dispositivo. Una ubicación en la cintura, ya sea por ejemplo en una riñonera o embebida en una prenda, permite que en esa zona se pueda portar una batería de mayor tamaño que en la muñeca, facilitando así la autonomía funcional de todo el dispositivo.

En relación con el circuito integrado programable que comprende cada unidad de control, de modo preferente se opta por un microcontrolador, pero también podrían ser factibles realizaciones con otros tipos de circuitos integrados o chips, como una FPGA. En particular, se contempla el chip STM32 LoRa como el preferente para una unidad de control alojada en la unidad de telecomunicación. Al menos una de las unidades de control se contempla que preferentemente además comprenda una memoria EEPROM para almacenar información operativa del dispositivo.

Es también parte de la invención un sistema comunicado de detección de impactos y monitorización del estado de usuarios que lo porten, que comprende:

- Al menos un dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y de monitorización del estado del usuario según se ha descrito ya.
- Una primera interfaz de software implementable en un ordenador conectable con la al menos una unidad de entrada del al menos un dispositivo portable de la invención que forme parte del sistema. Esta primera interfaz tiene como misión la introducción de información en el al menos un dispositivo portable de la invención.
- Al menos una puerta de enlace remoto que comprende al menos una antena, configurada para recibir de forma inalámbrica los mensajes emitidos por la al menos una unidad de telecomunicación del al menos un dispositivo portable de la invención.

La puerta de enlace está también configurada para transmitir dichos mensajes a al menos un centro de control con el que se puede comunicar por al menos una tecnología de comunicación de redes, directamente o a través de dispositivos y protocolos de comunicación intermedios.

- 5 • Al menos un centro de control conectable y comunicable con la al menos una puerta de enlace remoto mediante al menos una tecnología de comunicación de redes, directamente o a través de dispositivos y protocolos de comunicación intermedios. El centro de control tiene como misión procesar los mensajes emitidos por la al menos una puerta de enlace remoto. Un centro de control comprende un ordenador con al
- 10 menos una tecnología de comunicación de redes a larga distancia o adaptable a medios externos de transmisión de datos que comprenden una tecnología de comunicación de redes a larga distancia no disponibles en el ordenador.
- Una segunda interfaz de software implementable en el al menos un ordenador del al menos un centro de control configurada para procesar los mensajes emitidos por los
- 15 dispositivos portables y retransmitidos por la al menos una puerta de enlace remoto:

El sistema divulgado está configurado para que mediante la primera interfaz de software se pueda configurar el al menos un dispositivo portable comunicado de detección de impactos introduciendo información que comprende la identificación del usuario y parámetros

20 operativos.

La al menos una puerta de enlace remoto del sistema comprende al menos las tecnologías de comunicación de redes inalámbricas comprendidas en las unidades de telecomunicación de los dispositivos portables comunicados de detección de impactos,

25 Además, cada puerta de enlace recibe todos los mensajes emitidos por todos los dispositivos portables que estén a su alcance.

Respecto a la segunda interfaz de software implementada en el centro de control, está configurada para procesar los mensajes emitidos por los dispositivos portables de la

30 invención, de forma que muestra de un modo comprensible y visual información relativa a los modos de alarma activados en los dispositivos portables del sistema. Entre otra información, puede comprender el estado del usuario que porta un dispositivo, impactos registrados por el dispositivo, naturaleza del impacto, cálculos realizados relacionados con los impactos, geolocalización del usuario, etc. La segunda interfaz, de un modo preferente monitorizaría el

35 estado de los usuarios pertenecientes al sistema mediante plataformas de internet de las

cosas (IoT), como Ubidots, y de tecnología en la nube. De esta forma se podría monitorizar a los usuarios en cualquier parte del planeta.

Un sistema comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta de la invención, puede comprender al menos una puerta de enlace remoto configurada para ser portable por una sola persona mientras realiza una actividad física exigente.

Para que una puerta de enlace remoto sea portable, además de la tecnología para recibir los mensajes emitidos por los dispositivos portados por los usuarios, requiere de medios de transmisión de datos a larga distancia mediante tecnologías de comunicación de redes inalámbricas. En una realización preferentemente, esta tecnología sería vía satélite. Además, una puerta de enlace remoto portable comprende una batería que suministra energía a las unidades de la puerta de enlace que la necesitan para recibir los mensajes emitidos por los dispositivos de detección impactos y para transmitirlos.

En el sistema de la invención, como realización preferente se contempla que la al menos una puerta de enlace remoto comprenda la tecnología de comunicación de redes LoRa y está configurada para recibir información mediante el protocolo de comunicación LoRaWAN de las unidades de telecomunicación de los dispositivos portados por los usuarios.

Con unas puertas de enlace remoto portables incorporando también el protocolo LoRa, se consigue que el sistema sea mucho más funcional en usos como el militar en el campo de batalla, al facilitar tener una puerta de enlace cerca de los operativos desplegados a una distancia en la que el protocolo LoRa es efectivo.

Breve descripción de las figuras

Para una mejor comprensión de la invención, se han incluido las siguientes figuras.

Figura 1: representa de forma esquemática una posible realización de un dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta implementado en un usuario.

Figura 2: representa esquemáticamente una posible realización de un sistema comunicado de detección de impactos y monitorización del estado de los usuarios que portan un dispositivo portable de detección de impactos de la invención.

Descripción detallada

La presente invención se refiere, tal y como se ha mencionado anteriormente, a un dispositivo
 5 (1) portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario
 (7) que lo porta, y un sistema (2) que lo comprende.

En la Figura 1 se observa a un usuario (7) portando un dispositivo (1) portable y comunicado
 de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7).

10 Se trata de una realización preferida en la que se observa el dispositivo (1) portado por un
 usuario (7). El dispositivo (1) dispone de una unidad de detección de impactos (9) que cubre
 sustancialmente todo el cuerpo del usuario (7). Dicha unidad de detección de impactos (9) se
 encuentra embebida en dos prendas textiles (18) que viste al usuario (7). Una prenda (18) le
 15 cubre el tronco y extremidades superiores, siendo una prenda (18) exterior del tipo chaqueta
 o guerrera. La segunda prenda (18) es un pantalón, que le cubre desde la cintura hasta los
 tobillos.

Se trata de una realización especialmente indicada para la detección de impactos en el campo
 20 de batalla, o bien en juegos de guerra. El dispositivo (1) incluye una unidad de
 telecomunicación (11) embebida en la prenda (18) que cubre la parte superior del cuerpo del
 usuario (7) pero accesible desde el exterior, en la zona de la cintura por la parte interior, por
 lo que la unidad de telecomunicación (11) no es visible en la figura. Su ubicación en la cintura
 facilita que la unidad de control (8) de la unidad de telecomunicación (11) realice una doble
 25 función: ser la unidad de control (8) de la unidad de detección de impactos (9) procesando las
 señales generadas por los sensores de impacto (91) y gestionar la emisión de los potenciales
 mensajes de alerta, o de las constantes vitales monitorizadas.

Ubicar la unidad de control (8) de la unidad de detección de impactos (9) en la cintura permite
 30 una óptima conectividad alámbrica (92) de los sensores de impactos (91) dispuestos en la
 zona inferior y en la zona superior del cuerpo al estar cerca de ambas zonas. De esta forma
 la detección de impactos se puede lograr con una sola unidad de control (8), la unidad de
 control (8) de la unidad de telecomunicación (11). La ubicación en la cintura también hace
 posible que el cableado (92) visible de los sensores de impactos (91) hasta su punto de
 35 conexión a la unidad de control (8) sea reducido.

Puede observarse que la unidad de detección de impactos (9) comprende una pluralidad de sensores de detección de impactos (91). Dichos sensores (91) también se encuentran embebidos en las prendas textiles (18) que visten al usuario (7), en una capa intermedia entre la capa textil exterior y el forro interior. De esta forma la prenda (18) proporciona protección a los sensores de detección de impactos (91). Con el mismo objetivo, las conexiones alámbricas (92) entre los sensores de impactos (91) y la unidad de control (8) también estarían sustancialmente localizadas en una capa intermedia de las prendas (18). Las conexiones alámbricas (92) son las encargadas de transmitir los pulsos generados por los sensores de impactos (91) a la unidad de control (8) que está configurada para recibir las señales de los sensores de detección de impactos (91) y procesarlas.

En función del propósito de uso del dispositivo (1), el número de sensores de impactos (91) y la superficie del usuario (7) que cubre cada uno de ellos puede variar. En aquellos escenarios en los que se pretenda calcular y obtener los datos sobre un proyectil que ha impactado y ha atravesado al usuario (7), resulta conveniente maximizar el número de sensores de impactos (91), minimizando en consecuencia el tamaño de cada uno de ellos. De esta forma se consigue obtener información mucho más precisa acerca de la localización del impacto, la trayectoria del proyectil al atravesar al usuario, etc. En estos tipos de configuraciones, la arquitectura diseñada de los mensajes y de las unidades de control permitirían implementar más de 100 sensores de impactos (91). En un escenario menos exigente como, por ejemplo, detectar si una persona se ha caído el suelo y qué zonas del cuerpo han recibido un impacto, el número de sensores (91) se puede reducir, simplificando la conectividad de la unidad de detección de impactos (9), haciendo al dispositivo (1) más cómodo de usar y más económico.

En la realización representada, la superficie de cada sensor de impactos (91) configurada para detectar impactos está compuesta sustancialmente por nanogeneradores triboeléctricos, también denominados TENG. De esta forma, se consigue que los sensores de impactos (91) no consuman energía mientras están en estado de espera para detectar un impacto, ya que el pulso transmitido por un sensor de impactos (91) a su unidad de control (8) cuando detecta un impacto consiste en la electricidad triboeléctrica generada en el sensor (91) por haber recibido el impacto de un cuerpo o proyectil que lo ha golpeado, o porque el usuario (7) ha impactado contra un cuerpo golpeándolo. Es decir, los sensores (91) de la realización no dependen de una fuente de energía para realizar su función. En esta realización se ha elegido unos TENGs con una capa electronegativa gruesa compuesta sustancialmente de material PDMS de 8 mm de grosor, y con una capa electropositiva fina compuesta sustancialmente de material PVA de un grosor que puede oscilar entre 0.1-0.5 mm. Para lograr una mayor

sensibilidad ante impactos de los TENGs, las capas comprenden también nanohorns de carbono.

El dispositivo (1) representado incorporaría dos unidades de control (8), una en un conjunto funcional localizado en la muñeca, y otra en la unidad de telecomunicación (11). Esta segunda unidad de control (8) sería la destinada a ser la unidad de control (8) que controla el dispositivo (1). Se encargaría de procesar la emisión de mensajes, a la vez de que recibiría y procesaría las señales emitidas por los sensores de impactos (91), realizaría el análisis y los cálculos pertinentes a la detección de los impactos y evaluar si son de la suficiente entidad para activar un modo de alarma. En relación con el circuito integrado programable que comprende cada unidad de control (8), en la realización representada se ha optado por un microcontrolador STM32 LoRa.

La función de controlar el dispositivo (1) junto con la emisión de los mensajes son las dos de mayor consumo en el dispositivo (1). La ubicación de la unidad de control (8) que realiza ambas funciones en la cintura, y que sea la misma unidad de control (8), permite que la batería (14) que le suministra energía tenga un tamaño que optimice la autonomía operativa del dispositivo (1), y que sea mayor que el tamaño que puede tener la batería (14) del conjunto funcional ubicado en la muñeca, que en la figura no está visible.

El conjunto funcional de la muñeca, no visto en la figura 1, comprende la unidad de monitorización de las constantes vitales del usuario (7). Se elige un pulsioxímetro que ubica unos pilotos LED en el exterior de la carcasa del conjunto funcional, en la zona inferior que está en contacto con la muñeca. Mediante la emisión de luz y la recepción de la misma reflejada en la piel del usuario (7), y en función de la diferente tonalidad de la piel es capaz de detectar el pulso cardíaco y la saturación de oxígeno en la sangre del usuario (7).

La realización del dispositivo (1) representada no contempla unidades de monitorización de las constantes vitales adicionales, dado que su principal cometido es la de informar a un centro de control (4, 4.1, 4.2) que el usuario (7) del dispositivo (1) ha recibido un impacto de un proyectil que lo ha herido de gravedad y de que como consecuencia del mismo su estado vital se encuentra comprometido. Por ello, se contempla que la unidad de monitorización esté por defecto desactivada hasta que el usuario (7) recibe un impacto grave, y solo desde ese momento periódicamente vuelva a monitorizar las constantes vitales para ver si su estado vital cambia, y poder desarrollar una estrategia de evacuación si con ello fuera posible salvar su vida. Añadir una unidad de monitorización adicional encarecería el coste total del dispositivo

(1), y además enviar constantemente al centro de control (4, 4.1, 4.2) las constantes vitales podría comprometer la localización del usuario (7), y en consecuencia su vida. No obstante, el conjunto funcional incorpora la posibilidad de que el usuario (7) manualmente active y desactiva la unidad de monitorización de las constantes vitales para poder comprobarlas.

5

El conjunto funcional de la muñeca incorporaría también la unidad de geolocalización y dos pulsadores para que el usuario (7) pueda interactuar con el dispositivo (1) y seleccionar diferentes funciones, como por ejemplo activar manualmente el modo de alerta en un caso en el que necesitara asistencia ante un suceso diferente a un impacto o a una constante vital por debajo del umbral, cancelar un modo de alerta activado, desactivar la emisión de mensajes, o poder monitorizar sus constantes vitales. La existencia de dos botones permite configurar secuencias complejas de activación / desactivación de funciones del dispositivo (1), de forma que no se produzcan accidentalmente.

10

15 El conjunto funcional de la muñeca incorporaría también la unidad de entrada de datos. Esto daría conectividad al conjunto funcional con un dispositivo inteligente que tenga implementado la primera interfaz de software (5), a través de la cual se pueda personalizar cada dispositivo (1) con los datos del usuario (7) y configurarlo para las funcionalidades a las que se vaya a destinar en las próximas operaciones. La unidad de entrada proporciona conectividad con el dispositivo que implementa la primera interfaz de software (5) mediante el protocolo protocolo USB a TTL.

20

La unidad de control (8) del conjunto funcional de la muñeca se comunica con la unidad de control (8) de la unidad de telecomunicación (11) de forma inalámbrica, mediante el protocolo Bluetooth o el protocolo LoRa. Dicho conjunto debido a su localización necesita incorporar una batería (14), pero ello no compromete su tamaño. El conjunto funcional podría realizar todas sus funciones con suficiente autonomía operativa teniendo una apariencia y tamaño aproximado al de un reloj deportivo.

25

30 En la Figura 2 se puede observar esquemáticamente una posible realización de un sistema (2) comunicado de detección de impactos y monitorización del estado de los usuarios (7) que portan un dispositivo (1) portable de detección de impactos de la invención. En dicha figura se muestra el proceso del sistema (2) desde que un modo de alerta se ha activado en el dispositivo (1) portado por el usuario.

35

En la parte izquierda de la figura se representa a un usuario (7) portando un dispositivo (1) portable y comunicado de detección de impactos y monitorización de su estado, tal y como se representa en la Figura 1 y ya se ha descrito con detalle. Dicho dispositivo (1) tiene activado un modo de alerta, y la unidad de telecomunicación (11) localizada en la cintura está emitiendo los mensajes de alerta según la configuración elegida para el dispositivo (1).

Dichos mensajes de alerta se emiten inalámbricamente a través de una antena con la tecnología LoRa mediante el protocolo LoRaWAN. Dicho usuario (7) tiene en su radio de cobertura (hasta 20 km en campo abierto sin obstáculos como edificios) dos puertas de enlace remoto (3).

Las dos puertas de enlace remoto (3), representadas en la parte central de la figura, reciben dichos mensajes y están configuradas para retransmitirlos por internet a una plataforma de Internet de las cosas (IoT) en la nube (24). De esta forma, la información puede estar accesible en cualquier dispositivo en cualquier parte del planeta que tenga algún tipo de acceso a internet, con credenciales de acceso a la plataforma de IoT en la nube (24) en la que la información está disponible, y que tenga instalada la segunda interfaz de software (6) del sistema (2).

En la figura se representan dos diferentes realizaciones de la puerta de enlace remoto (3). La primera realización de puerta de enlace remoto (3), localizada en la parte superior, es portátil. Esta configuración amplía el radio de cobertura del sistema (2) y hace posible que en una zona de combate extensa se reciban con éxito los mensajes de los usuarios desplegados. El conjunto es portable por una sola persona, o en un vehículo. La portabilidad de esta configuración obliga a que junto a la tecnología LoRa para que la puerta de enlace remoto (3) reciba los mensajes emitidos por los dispositivos (1) de los usuarios, exista una tecnología adicional de telecomunicación portátil de dichos mensajes a la plataforma de IoT en la nube (24). En esta realización se ha optado por una unidad portátil de telecomunicación por internet vía satélite (25). Dicha unidad portátil de telecomunicación vía satélite (25) retransmite los mensajes de alerta recibidos por la puerta de enlace remoto (3) a un satélite (26) que les da entrada en internet. Este formato aporta independencia de otro tipo de redes móviles locales quizás no disponibles en la zona de despliegue o que pueden ser anuladas con mayor facilidad por el enemigo. Un tipo de puerta de enlace remoto (3) como la descrita podría ser portada por un usuario que además de portar el dispositivo (1) de la invención llevara una puerta de enlace remoto (3), o podría ser también portada por un vehículo de apoyo a los usuarios desplegados. La portabilidad de la puerta de enlace exige que disponga de una fuente de

energía propia. En el caso de ir transportada en un vehículo, sería dicho vehículo quien la alimentara. En el caso de ser un usuario quien la porta, necesitaría también portar una batería (14).

- 5 La segunda realización de puerta de enlace remoto (3) sería una versión fija. En este caso, la puerta de enlace está conectada a un centro de control (4). Dicho centro de control (4) comprende un ordenador que implementa la segunda interfaz de software (6). De esta forma, el centro de control (4) sin depender de internet puede analizar localmente posibles mensajes emitidos por los dispositivos (1) de los usuarios en el radio de cobertura de la puerta de enlace.
- 10 Contando el centro de control (4) con una conexión a internet estándar (27), el centro de control (4) puede transmitir a la plataforma de IoT los mensajes recibidos localmente. De la misma forma, el centro de control (4) es capaz recibir la información alojada en la plataforma IoT en la nube (24) subida por otras puertas de enlace remoto (3).
- 15 En relación con el centro de control (4, 4.1, 4.2) del sistema (2), en la realización representada se muestran tres variantes (4, 4.1, 4.2). La primera realización de centro de control (4) es la ya explicada localizada en la zona central inferior de la figura, de ubicación fija en la que exista una conexión a internet estándar (27) y que comprende una puerta de enlace remoto (3), realizando a la vez ambas funciones.
- 20 Las otras dos realizaciones de centro control (4.1, 4.2) se representan en la zona derecha de la figura. La segunda realización de centro de control (4.1), localizada en la zona inferior de la figura, es un centro de control (4.1) convencional que puede tener cualquier ubicación en el planeta. El centro de control (4.1) comprende un dispositivo inteligente que implementa la
- 25 segunda interfaz de software (6) y que tiene una conexión a internet estándar (27). De esta forma, el segundo centro de control (4.1) puede descargar de la plataforma IoT en la nube (24) la información de los usuarios del dispositivo (1) ubicados en cualquier parte del planeta y monitorizar su localización y su estado vital.
- 30 La tercera realización de centro de control (4.2) es portátil, lo que le aporta grandes ventajas cuando es necesario monitorizar el estado de los usuarios en el campo de batalla en zona enemiga, o bien en circunstancias en las que las conexiones a internet pueden estar comprometidas o anuladas. El hecho de incorporar una batería (14) lo hace también autónomo y le brinda operatividad en el caso de fallos en el suministro eléctrico.

35

Cualquiera de los elementos que forman parte del dispositivo (1) o del sistema (2) de la invención sobre los que no se ha divulgado detalles particulares, es porque dichos elementos elegidos son comúnmente conocidos en el estado de la técnica, y dentro de los estándares comerciales de su tipo. En consecuencia, cualquiera de ellos sería aptos para la invención, y ninguno contribuiría de una forma particular a los efectos técnicos de la invención que se han divulgado.

Lista de referencias numéricas

- 10 1. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario que lo porta de la invención.
2. Sistema comunicado de detección de impactos y monitorización del estado vital de usuarios que lo porten.
3. Puerta de enlace remoto o Gateway.
- 15 4. Centro de Control.
5. Primera Interfaz de Software.
6. Segunda Interfaz de Software.
7. Usuario.
8. Unidad de Control.
- 20 9. Unidad de Detección de impactos.
11. Unidad de telecomunicación.
14. Batería.
18. Prenda textil que embebe al menos una unidad de detección de impactos.
24. Plataforma de Internet de las Cosas (IoT) en la nube.
- 25 25. Unidad portátil de telecomunicación por internet vía satélite.
26. Unidad satelital de telecomunicación por internet vía satélite.
27. Unidad terrestre de telecomunicación por internet estándar.
91. Sensor de Impactos.
92. Conexión alámbrica de un sensor de impactos a su Unidad de Control.

30

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), que comprende:

- 5
 - al menos una unidad de monitorización de las constantes vitales del usuario (7), configurada y dispuesta en el usuario (7) para monitorizar el pulso arterial del usuario (7) y/o la frecuencia cardiaca del usuario (7) y/o la saturación de oxígeno en sangre del usuario (7),
 - al menos una unidad de entrada de datos,
- 10
 - al menos un pulsador para seleccionar funciones disponibles,
 - al menos una unidad de telecomunicación (11) conectable inalámbricamente con al menos una puerta de enlace remoto (3) mediante al menos un protocolo de comunicación,
 - al menos una unidad de detección de impactos (9),
- 15
 - al menos una unidad de control (8) del dispositivo (1) que comprende un circuito integrado programable conectada al menos a una de las unidades anteriores y configurada para controlar el funcionamiento de cada unidad a las que pueda estar conectada y ejecutar las funciones que tenga programadas y seleccionadas,
- 20
 - al menos una batería (14) que suministra energía a las unidades que la necesitan,

donde la al menos una unidad de telecomunicación (11) está configurada para emitir información relativa al usuario (7) que porta el dispositivo (1) generada por las unidades del dispositivo (1) al ejecutar las funciones para las que están configuradas,

- 25 donde toda unidad del dispositivo (1) está conectada a una unidad de control (8), donde si el dispositivo (1) comprende más de una unidad de control (8), una de dichas unidades de control es la unidad de control (8) principal encargada del control general del dispositivo (1) controlando al resto de unidades de control, y encargada de ejecutar las funciones que el dispositivo (1) tenga programadas y seleccionadas,

- 30 **caracterizado** porque la unidad de detección de impactos (9) comprende una pluralidad de sensores de impactos (91) configurados para detectar impactos,

- donde cada sensor de impactos (91) está configurado para generar un pulso eléctrico cuando un cuerpo impacta sobre cualquier punto de su superficie configurada para detectar impactos, y la amplitud y la anchura del pulso eléctrico generado es proporcional a la energía del impacto, a cuánta superficie del sensor (91) recibe impacto y al tiempo que dura el impacto,
- 35

donde cada sensor de impactos (91) cubre un fragmento de la superficie total del usuario (7) que porta el dispositivo (1) en la que se desea monitorizar impactos, donde los sensores de impactos (91) están dispuestos de forma que las superficies configuradas para detectar impactos de cada uno de los sensores (91) no se solapan entre sí,

donde los sensores de impactos (91) están dispuestos espacialmente cubriendo sustancialmente la superficie del usuario (7) que porta el dispositivo (1) en la que se desea monitorizar si se recibe un impacto,

donde cada sensor de impactos (91) dispone de una conexión alámbrica (92) propia a una unidad de control (8),

donde una unidad de control (8) que tiene conectados sensores de impactos (91) está configurada para recibir y procesar los pulsos eléctricos transmitidos por cada uno de los sensores de impactos (91) conectados a dicha unidad de control (8);

donde los sensores de impactos (91) no consumen energía mientras están en estado de espera para detectar un impacto,

donde la superficie de cada sensor de impactos (91) configurada para detectar impactos está compuesta sustancialmente de un material triboeléctrico,

donde el pulso transmitido por un sensor de impactos (91) a su unidad de control (8) cuando detecta un impacto consiste en la electricidad triboeléctrica generada en el sensor (91) por haber recibido el impacto de un cuerpo o proyectil que lo ha golpeado, o porque el usuario (7) ha impactado contra un cuerpo golpeándolo,

de forma que cada sensor de impactos (91) no depende de una fuente de energía para realizar su función;

donde la composición de la superficie de cada sensor de impactos (91) configurada para detectar impactos comprende nanogeneradores triboeléctricos, también denominados TENG, y;

donde la capa electronegativa del material triboeléctrico está sustancialmente compuesta de material PDMS de al menos 5 mm de grosor, y con una capa electropositiva compuesta sustancialmente de material PVA de un grosor que puede oscilar entre 0.1-1 mm,

donde la capa electronegativa y la capa electropositiva comprenden también nanohorns de carbono.

2. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1) según la reivindicación anterior, que además comprende una unidad de geolocalización vía satélite.

3. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al menos una unidad de entrada de datos está configurada para conectarse a un dispositivo externo configurado para comunicarse con al menos una unidad de entrada de datos del dispositivo (1) y recibir información de dicho dispositivo externo, donde cada unidad de entrada de datos está configurada para enviar la información recibida de un dispositivo externo a una unidad de control (8) que controla el dispositivo (1), donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar y procesar la información recibida de la unidad de entrada de datos, donde la información que la unidad de control (8) está configurada para almacenar y procesar comprende parámetros operativos y de configuración de las unidades del dispositivo (1) y del funcionamiento del dispositivo (1), donde dicha unidad de control (8) está configurada para configurar el funcionamiento de las unidades del dispositivo (1) y el funcionamiento de dispositivo (1) en función de dichos parámetros, donde la información que la unidad de control (8) está configurada para almacenar y procesar comprende información que identifica al usuario (7) que va a portar el dispositivo (1), y al menos un valor umbral de cada una de las constantes vitales que se pueden monitorizar en el usuario (7) por debajo o por encima de las cuales el dispositivo (1) está configurado para generar una respuesta.

4. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, donde la información que la unidad de control (8) está configurada para almacenar y procesar además puede comprender:

- información sobre estados vitales del usuario (7) configurables, donde un estado vital comprende al menos una condición vital, donde cada condición vital de cada estado vital comprende un valor umbral de una constante vital y si para cumplir la condición vital la constante vital ha de ser superior o inferior al valor umbral, y el número mínimo de condiciones vitales que se han de cumplir para que el usuario (7) cumpla el estado vital,
- información de cada sensor de impactos (91) que comprende el dispositivo (1) que identifica y diferencia a cada sensor de impactos (91) del resto,
- información sobre la localización espacial en el usuario (7) que porta el dispositivo (1) de cada sensor de impactos (91) que comprende el dispositivo (1), y la superficie del usuario (7) que cubre,

- la amplitud umbral y la anchura umbral de los pulsos eléctricos que cada sensor de impactos (91) debe enviar para que el dispositivo (1) genere una respuesta,
- la amplitud y la anchura del pulso eléctrico que cada sensor de impactos (91) envía cuando recibe el impacto de un tipo de proyectil o cuerpo para el que el dispositivo (1) está configurado para generar una respuesta, donde dicho pulso queda asociado al cuerpo o proyectil que lo ha generado y lo identifica,
- la energía generada por al menos un determinado impacto de al menos un determinado cuerpo o proyectil con una determinada superficie de impacto para el que se configura cada sensor de impactos (91) al impactar sobre dicho sensor (91),
- al menos una ecuación que relaciona la energía generada por el impacto de al menos un proyectil o cuerpo para el que se configura cada sensor de impactos (91) al impactar sobre dicho sensor (91) en función del pulso eléctrico que genera dicho proyectil o cuerpo al impactar sobre dicho sensor de impactos (91),
- la velocidad y fuerza de impacto de al menos un determinado cuerpo o proyectil con al menos una determinada masa para el que se configura cada sensor de impactos (91) al impactar sobre dicho sensor (91),
- al menos una ecuación que relaciona la velocidad de impacto y/o la fuerza de impacto de al menos un proyectil o cuerpo para el que se configura cada sensor (91) al impactar sobre dicho sensor (91) en función del pulso eléctrico que genera dicho proyectil o cuerpo al impactar sobre cada sensor de impactos (91),
- el valor umbral de amplitud y el valor umbral de anchura del pulso eléctrico que cada sensor de impactos (91) envía cuando un proyectil atraviesa el sensor de impactos (91),
- el umbral de amplitud y el umbral de anchura del pulso eléctrico que cada sensor de impactos (91) envía cuando un proyectil para el que está configurado para generar una respuesta atraviesa el sensor de impactos (91),
- las posibles combinaciones de dos sensores de impactos (91) del dispositivo (1) que por sus localizaciones espaciales en el dispositivo (1) pueden ser atravesados por un mismo proyectil que atraviere al usuario (7) que lo porta,
- los valores de orientación espacial de las rectas que unen los centros geométricos de las superficies de cada dos sensores de impacto (91) del dispositivo (1) que por sus localizaciones espaciales en el dispositivo (1) pueden ser atravesados por un mismo proyectil que atraviere al usuario (7)

que lo porta, y el valor absoluto de la distancia entre dichos centros geométricos,

- la energía de entrada desde el lugar donde salió del menos un proyectil para el que se configura el dispositivo (1) y que atraviesa al usuario (7) atravesando dos sensores de impacto (91).

5. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, donde la información almacenada en una unidad de control (8) que tiene conectada al menos un sensor de impactos (91) comprende la amplitud umbral y la anchura umbral de los pulsos eléctricos que cada sensor de impactos (91) debe enviar para los que el dispositivo (1) está configurado para generar una respuesta.

6. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, donde la información almacenada en una unidad de control (8) que tiene conectada al menos un sensor de impactos (91) además comprende información almacenada de cada sensor de impactos (91) al que está conectado que identifica y diferencia a cada sensor de impactos (91) del resto y comprende su localización espacial en el usuario (7) que porta el dispositivo (1) y la superficie del usuario (7) que cubre.

7. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, donde la información almacenada en una unidad de control (8) que tiene conectada al menos un sensor de impactos (91) además comprende la amplitud y la anchura de los pulsos eléctricos que cada sensor de impactos (91) conectado puede enviar cuando recibe el impacto de un tipo de proyectil o cuerpo para el que el dispositivo (1) está configurado para generar una respuesta, y la amplitud umbral y la anchura umbral de los pulsos eléctricos que cada sensor (91) debe enviar para cada tipo de proyectil o cuerpo para que el dispositivo (1) genere dicha respuesta.

8. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, donde la información almacenada en una unidad de control (8) que tiene conectada al menos un sensor de impactos (91) además comprende el umbral de amplitud y el umbral anchura del pulso eléctrico que cada sensor de impactos (91) envía cuando un proyectil

para el que el dispositivo (1) está configurado para generar una respuesta atraviesa el sensor de impactos (91).

- 5 9. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, donde la información almacenada en una unidad de control (8) además comprende las posibles combinaciones de dos sensores de impactos (91) del dispositivo (1) que por sus localizaciones espaciales en el dispositivo (1) pueden ser atravesados por un mismo proyectil que atraviere al usuario (7) que lo porta.
10
10. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, donde al menos una unidad de control (8) está configurada para evaluar el pulso eléctrico generado por un sensor de impactos (91) al que está conectado, comparando dicho pulso
15 con la información almacenada sobre pulsos eléctricos, donde dicha unidad de control (8) está configurada para activar en el dispositivo (1) un primer modo de alerta como respuesta a un pulso eléctrico recibido con un valor igual o superior al de uno de los valores de pulsos eléctricos umbral almacenados, donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar la información del pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta, y comunicarla a otras unidades
20 del dispositivo (1) a las que está conectada.
11. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, cuando esta depende de la reivindicación 6 a la reivindicación 9,
25 donde una unidad de control (8) que tiene sensores de impactos (91) conectados está configurada para identificar al sensor de impactos (91) que transmite un pulso eléctrico, comparando la señal eléctrica recibida por el sensor de impactos (91) con la información almacenada sobre los distintos sensores (91) conectados a la unidad de control (8),
30 donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar y comunicar a otras unidades del dispositivo (1) a las que está conectada la identidad del sensor de impactos (91) que ha enviado un pulso y su localización espacial en el usuario (7) que porta el dispositivo (1) y la superficie del usuario (7) que cubre.

12. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, cuando esta depende de la reivindicación 7 a la reivindicación 9,
donde una unidad de control (8) que tiene sensores de impactos (91) conectados está configurada para identificar el tipo de proyectil o cuerpo que ha impactado en uno de dichos sensores de impactos (91), comparando el pulso eléctrico recibido por el sensor de impactos (91) con la información almacenada sobre la amplitud y la anchura de los pulsos eléctricos generados por los tipos de proyectil o cuerpo para los que el dispositivo (1) está configurado para identificar,
donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar y comunicar a otras unidades del dispositivo (1) a las que está conectada la identidad del proyectil o cuerpo que ha impactado.
13. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, cuando estas dependen de la reivindicación 8 o la reivindicación 9,
donde una unidad de control (8) que tiene sensores de impacto (91) conectados está configurada para identificar si el tipo de proyectil que ha impactado en uno de dichos sensores de impactos (91) ha atravesado el sensor de impactos (91) y por tanto ha penetrado en el usuario (7), comparando el pulso eléctrico recibido por el sensor de impactos (91) que ha activado el primer modo de alerta con la información almacenada sobre la amplitud y la anchura de los pulsos eléctricos generados en cada sensor de impactos (91) cuando los tipos de proyectil para los que el dispositivo (1) está configurado atraviesan el sensor de impactos (91),
donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar y comunicar a otras unidades del dispositivo (1) a las que está conectada que un proyectil ha atravesado un sensor (91) conectado a dicha unidad de control (8).
14. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, cuando esta depende de la reivindicación 8 o la reivindicación 9,
donde una unidad de control (8) está configurada para activar un segundo modo de alerta si:
- el pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta iguala o supera el valor del pulso umbral almacenado en el que el proyectil que ha impactado atraviesa el sensor de impactos (91) que ha enviado dicho pulso, y

- si durante un plazo configurable una unidad de control (8) recibe de un segundo sensor de impactos (91) un pulso eléctrico con un valor igual o superior al valor del pulso umbral en el que atraviesa el segundo sensor de impactos (91) un proyectil del tipo que ha atravesado el primer sensor de impactos (91), y
- 5 • si identifica a los dos sensores de impactos (91) atravesados como una de las combinaciones de sensores de impactos (91) que pueden ser atravesados por un mismo proyectil que atraviesa al usuario (7), comparando la combinación formada por el par de sensores (91) atravesados con las que están almacenadas,
- 10 donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar la información del segundo pulso eléctrico que ha activado el segundo modo de alerta y la del sensor (91) que enviado dicho pulso, y para comunicar dicha información a otras unidades del dispositivo (1) a las que está conectada.
- 15 15. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde una unidad de control (8) está configurada para activar en el dispositivo (1) un primer modo de alerta como respuesta a una actuación del usuario (7) sobre al menos un pulsador del dispositivo (1),
- 20 donde el usuario (7) para activar el primer modo de alerta necesita seguir una secuencia de actuación configurable diferente de una única pulsación instantánea a un pulsador del dispositivo (1), de forma que el modo de alarma no se active por error,
- 25 donde la unidad de control (8) está configurada para almacenar y comunicar a otras unidades del dispositivo (1) a las que está conectada que el primer modo de alerta se ha activado por actuación del usuario (7).
- 30 16. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, cuando estas dependen de la reivindicación 3,
- 35 donde una unidad de control (8) está configurada para activar durante un primer plazo configurable al menos una unidad de monitorización de las constantes vitales del usuario (7) como respuesta a una primera secuencia de actuación del usuario (7) sobre al menos un pulsador del dispositivo (1) y desactivarla finalizado el primer plazo configurable,
- 35 donde dicha unidad de monitorización de las constantes vitales está configurada para comunicar a la unidad de control (8) que la ha activado las constantes vitales del usuario (7) monitorizadas,

donde dicha unidad de control (8) está configurada para desactivar a la al menos una unidad de monitorización activada tras recibir las constantes vitales durante un segundo plazo de actividad configurable igual o inferior al primer plazo configurable,

donde tras un tercer plazo de inactividad configurable e inferior al primer plazo configurable dicha unidad de control (8) está configurada para volver a activar a la al menos una unidad de monitorización si el primer plazo configurable no ha expirado,

donde dicha unidad de control (8) está configurada para desactivar dicha unidad de monitorización de las constantes vitales del usuario (7) como respuesta a una secuencia de actuación del usuario (7) sobre al menos un pulsador del dispositivo (1), desactivando también cualquier proceso periódico activo de monitorización de las constantes vitales.

17. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior,

donde una unidad de control (8) está configurada para activar una unidad de telecomunicación (11) mientras la unidad de monitorización de las constantes vitales está activa y comunicarle la información que recibe de la unidad de monitorización para que la emita inalámbricamente,

donde la unidad de telecomunicación (11) emite dicha información estructurada en mensajes con una carga útil o "payload" configurable,

donde dicha unidad de control (8) está configurada para desactivar dicha unidad de telecomunicación (11) que estaba emitiendo información sobre las constantes vitales del usuario (7) una vez que ha desactivado la unidad de monitorización.

18. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación 16 o la reivindicación 17,

donde una unidad de control (8) está configurada para evaluar las constantes vitales recibidas de al menos una unidad de monitorización de las constantes vitales, comparándolas con al menos un valor umbral configurado y almacenado,

donde dicha unidad de control (8) está configurada para activar en el dispositivo (1) un primer modo de alerta como respuesta a la recepción de un valor de al menos una constante vital por debajo del al menos un valor umbral durante un cuarto plazo configurable,

donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar que el primer modo de alerta se ha activado porque hay al menos una constante vital por debajo de al menos un valor umbral.

19. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación 10, según las reivindicaciones 11 a 14 cuando estas dependen de la reivindicación 10, según la reivindicación 15 o según la reivindicación 18,

5 donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse el primer modo de alerta está configurada para activar durante un primer plazo configurable al menos una unidad de monitorización de las constantes vitales del usuario (7) a la que está conectada si no había ninguna activada antes de activarse el primer modo de alerta, donde dicha unidad de control (8) está configurada para recibir las constantes vitales
10 detectadas por dicha unidad de monitorización y almacenarlas temporalmente.

20. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, cuando esta depende de la reivindicación 3,

15 donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse el primer modo de alerta está configurada para evaluar las constantes vitales recibidas comparándolas con al menos un valor umbral configurado y almacenado de cada constante vital y para almacenar si cada constante vital recibida se encuentra o no por debajo de cada uno de los valores umbral que están configurados.

21. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación 19 o la reivindicación 20, cuando estas dependen de la reivindicación 4,

25 donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse el primer modo de alerta está configurada para evaluar si el usuario (7) cumple con los estados vitales configurados, comparando si los valores detectados de las constantes vitales coinciden con los de cada condición vital de cada estado vital y si se cumple el número mínimo de condiciones vitales necesario para cumplirse un estado vital, y para almacenar si se cumple o no cada estado vital.

22. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, cuando dependen de la reivindicación 2,

35 donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse el primer modo de alerta está configurada para activar durante un plazo configurable una

unidad de geolocalización a la que está conectada si no estaba activada antes de activarse el primer modo de alerta,

donde dicha unidad de geolocalización está configurada para detectar la geolocalización del dispositivo (1) y para enviar a la unidad de control (8) información sobre la geolocalización detectada,

donde dicha unidad de control (8) está configurada para recibir la información enviada por la unidad de geolocalización y para almacenar la geolocalización del dispositivo (1) y la información horaria a la que la unidad de control (8) la ha solicitado al activarse el primer modo de alerta.

23. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 22, cuando dependen de de la reivindicación 4, y de la reivindicación 10,

donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse el primer modo de alerta está configurada para identificar un valor aproximado de la energía generada por el impacto recibido, comparando la amplitud y la anchura del pulso eléctrico enviado por el sensor de impactos (91) que ha activado el primer modo de alerta con la amplitud y la anchura de los pulsos almacenados en el dispositivo (1), seleccionando el valor almacenado de la energía asociado al pulso almacenado con valores más aproximados a los del pulso y del sensor (91) que ha activado el primer modo de alerta, donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar el valor de la energía identificada,

donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse el primer modo de alerta está configurada para calcular un valor aproximado de la energía generada por el impacto recibido, mediante la resolución de una ecuación que relaciona la energía generada por un impacto recibido por el sensor (91) que ha activado el primer modo de alerta en función del pulso eléctrico que genera en dicho sensor (91) dicho impacto, aplicando en dicha ecuación el valor del pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta,

donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar el valor de la energía calculada.

24. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 23, cuando dependen de la reivindicación y de la reivindicación 10,

- donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse el primer modo de alerta está configurada para identificar un valor aproximado de la velocidad y/o fuerza del impacto recibido, comparando la amplitud y la anchura del pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta con la amplitud y la anchura de los pulsos almacenados en el dispositivo (1), seleccionando el valor almacenado de la velocidad y/o fuerza asociado al pulso almacenado con valores más aproximados a los del pulso y del sensor (91) que ha activado el primer modo de alerta, y configurada para almacenar el valor de la velocidad y/o fuerza identificadas.
- donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse el primer modo de alerta está configurada para calcular un valor aproximado de la velocidad y/o fuerza generada por el impacto recibido, mediante la resolución de una ecuación que relaciona la velocidad y/o fuerza generada por un impacto recibido por el sensor (91) que ha activado el primer modo de alarma en función del pulso eléctrico que genera en dicho sensor (91) dicho impacto, aplicando en dicha ecuación el valor del pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta,
- donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar el valor de la velocidad y/o fuerza calculada.
25. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones 22, 23 o 24, cuando dependen de la reivindicación 22 y de la reivindicación 14,
- donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, en el instante en que activa el segundo modo de alerta está configurada para recibir la información horaria de una unidad de geolocalización activada a la que está conectada, siendo dicha información coincidente con la información horaria a la que se ha activado el segundo modo de alerta, y donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar dicha información.
26. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior,
- donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, está configurada para calcular un valor aproximado de la velocidad de penetración de un proyectil en el cuerpo del usuario (7), utilizando la fórmula física de la velocidad en función de la distancia recorrida por el proyectil en el tiempo en el que lo ha recorrido,

donde la unidad de control (8) está configurada para identificar una aproximación de la distancia recorrida por el proyectil identificando el valor de la distancia absoluta existente entre los dos centros geométricos de los sensores de impacto (91) que han sido atravesados por el proyectil,

5 donde la unidad de control (8) está configurada para calcular el tiempo del proyectil en atravesar al usuario (7) restando a la información horaria almacenada del segundo modo de alerta la información horaria almacenada del primer modo de alerta, donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar la velocidad de penetración calculada.

10

27. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, cuando estas dependen de la reivindicación 23,

15 donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse el segundo modo de alerta está configurada para identificar un valor aproximado de la energía de entrada del proyectil que ha atravesado al usuario (7) desde el lugar donde salió:

- 20
 - identificando la energía generada por el proyectil al impactar en el sensor (91) que ha generado el primer modo de alerta, comparando el pulso eléctrico que ha generado el primer modo de alerta con los pulsos eléctricos almacenados en el dispositivo (1) que tienen asociados la energía de impacto que los ha generado y relacionados con el sensor (91) del primer modo de alerta, seleccionando el valor de energía de impacto del pulso almacenado más aproximado al valor del pulso del primer modo de alerta,
- 25
 - identificando la energía generada por el proyectil al impactar en el sensor (91) que ha generado el segundo modo de alerta, comparando el pulso eléctrico que ha generado el segundo modo de alerta con los pulsos eléctricos almacenados en el dispositivo (1) que tienen asociados la energía de impacto que los ha generado y relacionados con el sensor (91) del segundo modo de alerta, seleccionando el valor de energía de impacto del pulso almacenado más aproximado al valor del pulso del segundo modo de alerta,
- 30
 - calculando la energía depositada por el proyectil en el cuerpo del usuario al atravesarlo, siendo la diferencia entre la energía de impacto generada por el proyectil al impactar en el sensor (91) del primer modo de alerta y la energía de impacto generado por el proyectil al impactar en el sensor (91) del segundo modo de alerta,

35

- 5

 - calculando la energía total del proyectil en el tramo en el que atraviesa al usuario (7), siendo el valor medio de la energía de impacto generada por el proyectil al impactar en el sensor (91) del primer modo de alerta y la energía de impacto generada por el proyectil al impactar en el sensor (91) del segundo modo de alerta,
 - identificando la energía de entrada del proyectil desde el lugar donde salió, comparando los valores calculados de energía depositada en el cuerpo por el proyectil y de energía total del proyectil con los valores almacenados de energía depositada en el cuerpo por el proyectil y de energía total del proyectil,

10 y seleccionando la energía de entrada del proyectil desde el lugar donde salió asociada a los valores almacenados de energía depositada en el cuerpo por el proyectil y de energía total del proyectil más aproximados a los valores calculados,

donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar la energía de entrada del proyectil desde el lugar donde salió.

15
- 28. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior,

donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse el

20 segundo modo de alerta está configurada para calcular un valor aproximado de la velocidad de entrada del proyectil que ha atravesado al usuario (7) desde el lugar donde salió, utilizando la fórmula física de la energía cinética en función de la masa y el cuadrado de la velocidad,

donde la unidad de control (8) está configurada para identificar una aproximación de la

25 energía de entrada del proyectil que ha atravesado al usuario (7) según la reivindicación anterior,

donde la unidad de control (8) está configurada para identificar una aproximación de la masa del proyectil que ha sido disparado, comparando la amplitud y la anchura de los pulsos que han generado el primer y segundo modo de alerta con los pulsos almacenados

30 que tienen asociados la masa de los proyectiles que los han generado, seleccionando el valor de la masa del proyectil del pulso almacenado más aproximado a los pulsos de los modos de alerta,

donde dicha unidad de control (8) está configurada para almacenar la velocidad de entrada del proyectil desde el lugar donde salió.

35

29. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 28, cuando dependen de la reivindicación 4, y de la reivindicación 14,
- 5 donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse el segundo modo de alerta está configurada para identificar un valor aproximado de la trayectoria que ha seguido el proyectil que ha atravesado al usuario (7) que porta el dispositivo (1), comparando los valores almacenados que identifican a los dos sensores de impacto (91) que han sido atravesados con los valores almacenados de las combinaciones de dos sensores de impacto (91) que por su localización espacial en el
- 10 dispositivo (1) pueden ser atravesados por un mismo proyectil, seleccionando los valores almacenados asociados con la orientación espacial de la recta que une los centros geométricos de las superficies de los dos sensores de impacto (91) que coinciden con los sensores de impacto (91) que han sido atravesados.
- 15 30. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según las reivindicaciones 19 a 29, cuando estas dependen de la reivindicación 10, de la reivindicación 14 o de la reivindicación 17,
- donde la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta, al activarse un modo de alerta, además:
- 20
- activa una unidad de telecomunicación (11) a la que está conectada si no había ninguna activada antes de activarse el primer modo de alerta y emite de forma inalámbrica la información almacenada en el dispositivo (1) relativa al modo o modos de alerta activados, donde la información se emite estructurada en mensajes de alerta con una carga útil o "payload" configurable, donde el
- 25 número de mensajes emitidos y la información contenida en cada uno de los mensajes emitidos es configurable,
- desactiva la unidad de geolocalización que había sido activada, y la unidad de telecomunicación (11) y la unidad de monitorización de las constantes vitales si habían sido activadas tras activarse el primer modo de alerta, cuando dicha
- 30 unidad de telecomunicación (11) ha finalizado la emisión relativa al modo o modos de alerta activados.
31. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior,
- 35 donde, estando activo un modo de alerta, la unidad de control (8) encargada del control del modo de alerta después de un primer ciclo de captura y emisión de los parámetros

almacenados relacionados con el modo o modos de alerta activados, está configurada para actuar durante un número de ciclos configurable, repetidos con una frecuencia configurable, según uno de los dos siguientes modos de actuación seleccionables y configurables:

- 5 • activar durante un primer plazo configurable al menos una unidad de monitorización de las constantes vitales del usuario (7) a la que está conectada si no había ninguna activada antes de activarse el primer modo de alerta, recibir las constantes vitales detectadas, almacenarlas y compararlas con al menos un valor umbral configurado de cada constante vital, almacenando si cada
10 constante vital recibida se encuentra o no por debajo de cada uno de los valores umbral, sustituyendo los valores almacenados con anterioridad; opcionalmente puede activar con una frecuencia de ciclos configurable una unidad de geolocalización a la que está conectada para recibir la geolocalización y almacenarla sustituyendo la almacenada con anterioridad;
15 activar una unidad de telecomunicación (11) a la que está conectada si no había ninguna activada antes de activarse el primer modo de alerta, y emitir de forma inalámbrica la información almacenada relativa al modo o modos de alerta activados, donde la información se emite estructurada en mensajes de alerta con una carga útil o “payload” configurable, donde el número de
20 mensajes emitidos y la información contenida en cada mensaje emitido es configurable; y por último desactivar dichas unidades que habían sido activadas en el presente ciclo,
 • activar una unidad de telecomunicación (11) a la que está conectada si no había ninguna activada antes de activarse el primer modo de alerta, emitir de
25 forma inalámbrica información almacenada relativa al modo o modos de alerta activados, donde la información se emite estructurada en mensajes de alerta con una carga útil o “payload” configurable, donde el número de mensajes emitidos y la información contenida en cada mensaje emitido es configurable, y por último desactivar dicha unidad de telecomunicación (11) si lo estaba al
30 iniciarse el presente ciclo,

donde puede configurarse que el modo de actuación que ejecuta la unidad de control (8) sea siempre el mismo o una secuencia alternando los modos de actuación según un criterio que puede comprender una alternancia configurable, el tiempo transcurrido desde el primer ciclo, o la energía restante en la batería (14),

donde puede configurarse una periodicidad de ejecución entre ciclos que sea variable, según un criterio que puede comprender tiempos específicos desde el primer ciclo o la energía restante en la batería (14),

5 donde puede configurarse qué mensajes son enviados en cada ciclo, según un criterio que puede comprender una configuración específica de mensajes cada determinado número de ciclos configurable, o la energía restante en la batería (14).

32. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
10 donde una unidad de control (8) está configurada para desactivar en el dispositivo (1) un modo de alerta activado como respuesta a una actuación del usuario (7) sobre al menos un pulsador del dispositivo (1),
donde el usuario (7) para desactivar un modo de alerta activado necesita seguir una secuencia de actuación configurable diferente de una única pulsación instantánea a un
15 pulsador del dispositivo (1), de forma que el modo de alarma no se desactive por error.

33. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación 30 o la reivindicación 31, cuando estas dependen de la reivindicación 10, de la reivindicación 14, de la reivindicación 15 o
20 de la reivindicación 18,
donde la información emitida por la unidad de telecomunicación (11) puede comprender cualquiera de los siguientes parámetros almacenados en el dispositivo (1):

- la identidad del usuario (7) que porta el dispositivo (1),
- constantes vitales detectadas,
- 25 • valores umbral de las constantes vitales no superados,
- el cumplimiento o no de algún estado vital configurado,
- identidad del sensor de impactos (91) que ha recibido un impacto,
- identidad del modo de alerta que ha sido activado,
- identidad de la causa que ha activado el primer modo de alerta,
- 30 • identidad del sensor de impactos (91) que ha generado el pulso eléctrico que ha activado un modo de alerta,
- valor del pulso eléctrico que ha generado un modo de alerta,
- localización espacial en el cuerpo del usuario (7) del sensor (91) que ha recibido el impacto,
- 35 • identidad del tipo de cuerpo o proyectil que ha impactado en el sensor de impactos (91) que ha activado un modo de alerta,

- si el proyectil que ha impactado ha atravesado el sensor (91) que ha activado el primer modo de alerta, y en consecuencia ha penetrado en el usuario (7),
 - geolocalización del usuario (7),
 - Información horaria de la activación del primer y segundo modo de alerta,
 - 5 • energía del impacto recibido,
 - velocidad de impacto y/o fuerza de impacto del cuerpo que ha impactado contra el sensor (91) / usuario (7),
34. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado
10 del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, cuando depende de la reivindicación 14,
donde la información emitida por la unidad de telecomunicación (11) además puede comprender cualquiera de los siguientes parámetros almacenados en el dispositivo (1):
- distancia aproximada recorrida por el proyectil al atravesar al usuario (7),
 - 15 • velocidad de penetración aproximada del proyectil que ha atravesado al usuario (7),
 - trayectoria aproximada del proyectil en el cuerpo del usuario (7),
 - energía de entrada aproximada del proyectil desde el lugar donde salió,
 - velocidad de entrada aproximada del proyectil desde el lugar donde salió.
- 20 35. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación 33, cuando depende de la reivindicación 10, de la reivindicación 15 o de la reivindicación 18,
donde la unidad de telecomunicación (11) envía un primer mensaje de alerta, donde la
25 información emitida en el primer mensaje de alerta incluye la identidad del usuario (7) que porta el dispositivo (1) y puede consistir en los siguientes parámetros almacenados en el dispositivo (1):
- el cumplimiento o no de algún estado vital configurado,
 - identidad del modo de alerta que ha sido activado,
 - 30 • identidad de la causa que ha activado el primer modo de alerta,
 - geolocalización del usuario (7),
 - Información horaria de la activación del primer modo de alerta.

36. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, cuando depende de la reivindicación 10, o de la reivindicación 18,

donde la unidad de telecomunicación (11) envía un segundo mensaje de alerta, donde la información emitida en el segundo mensaje de alerta incluye la identidad del usuario (7) que porta el dispositivo (1) y puede comprender los siguientes parámetros almacenados en el dispositivo (1):

- constantes vitales detectadas,
- valores umbral de las constantes vitales no superados,
- identidad del sensor de impactos (91) que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta,
- valor del pulso eléctrico que ha generado el primer modo de alerta,
- localización espacial en el cuerpo del usuario (7) del sensor (91) que ha recibido el primer impacto,
- identidad del tipo de cuerpo o proyectil que ha impactado en el sensor de impactos (91) que ha activado un modo de alerta,
- si el proyectil que ha impactado ha atravesado el sensor (91) que ha activado el primer modo de alerta, y en consecuencia ha penetrado en el usuario (7),
- energía del impacto recibido,
- velocidad de impacto y/o fuerza de impacto del proyectil al penetrar en el usuario (7) al atravesar el sensor (91) que ha activado el primer modo de alerta,
- identidad del sensor de impactos (91) que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el segundo modo de alerta,
- Información horaria de la activación del segundo modo de alerta,
- valor del pulso eléctrico que ha generado el segundo modo de alerta,
- localización espacial en el cuerpo del usuario (7) del sensor (91) que ha recibido el segundo impacto,
- distancia aproximada recorrida por el proyectil al atravesar al usuario (7),
- velocidad de penetración aproximada del proyectil que ha atravesado al usuario (7),
- trayectoria aproximada del proyectil en el cuerpo del usuario (7),
- energía de entrada aproximada del proyectil,
- velocidad de entrada aproximada del proyectil.

37. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación 35 o la reivindicación 36, cuando esta depende de la reivindicación 14,

donde la unidad de telecomunicación (11) envía un segundo mensaje de alerta, donde la información emitida en el segundo mensaje de alerta incluye la identidad del usuario (7) que porta el dispositivo (1), y puede comprender los siguientes parámetros almacenados en el dispositivo (1):

- identidad del sensor de impactos (91) que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el segundo modo de alerta,
- Información horaria de la activación del segundo modo de alerta,
- valor del pulso eléctrico que ha generado el segundo modo de alerta,
- localización espacial en el cuerpo del usuario (7) del sensor (91) que ha recibido el segundo impacto,
- distancia aproximada recorrida por el proyectil al atravesar al usuario (7),
- velocidad de penetración aproximada del proyectil que ha atravesado al usuario (7),
- trayectoria aproximada del proyectil en el cuerpo del usuario (7),
- energía de entrada aproximada del proyectil,
- velocidad de entrada aproximada del proyectil.

38. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de telecomunicación (11) comprende la tecnología de comunicación de redes inalámbricas LoRa, y está configurada para emitir información a al menos una puerta de enlace remoto (3) mediante el protocolo de comunicación LoRaWAN.

39. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, cuando estas dependen de la reivindicación 17, o de las reivindicaciones 30 a la 37, donde la carga útil de los mensajes emitidos por la unidad de telecomunicación (11) no excede de los 96 bits.

40. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación anterior, cuando esta depende de la reivindicación 35,

donde el dispositivo (1) tiene configurados dos estados vitales, un estado vital de herido y un estado vital de fallecido,

donde los parámetros emitidos en el primer mensaje de alerta y sus respectivas cargas útiles consisten en:

- 5 • identidad del usuario (7) que porta el dispositivo (1), con una carga útil de 24 bits,
- el cumplimiento o no del estado vital de herido y del estado vital de fallecido, con una carga útil total de 2 bits,
- identidad del modo de alerta que ha sido activado, con una carga útil de 1 bit,
- 10 • identidad de la causa que ha activado el primer modo de alerta, con una carga útil de 2 bits,
- geolocalización del usuario (7), con una carga útil máxima de 50 bits,
- Información horaria de la activación del primer modo de alerta, con una carga útil de 17 bits.

15

41. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación 40, cuando esta depende de la reivindicación 36,

donde los parámetros emitidos en el segundo mensaje de alerta y sus respectivas cargas útiles consisten en:

20

- identidad del usuario (7) que porta el dispositivo (1), con una carga útil de 24 bits,
- constantes vitales detectadas, con una carga útil máxima de 16 bits, con una carga útil de 7 bits por cada constante vital detectada,
- 25 • valores umbral de las constantes vitales no superados, con una carga útil de 4 bits,
- identidad del sensor de impactos (91) que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta, con una carga útil de 7 bits,
- valor del pulso eléctrico que ha generado el primer modo de alerta, con una carga útil de 14 bits,
- 30 • localización espacial en el cuerpo del usuario (7) del sensor (91) que ha recibido el primer impacto, con una carga útil de 7 bits,
- identidad del tipo de cuerpo o proyectil que ha impactado en el sensor de impactos (91) que ha activado un modo de alerta, con una carga útil de 5 bits,

- si el proyectil que ha impactado ha atravesado el sensor (91) que ha activado el primer modo de alerta, y en consecuencia ha penetrado en el usuario (7), con una carga útil de 1 bit,
 - energía del impacto recibido, con una carga útil de 6 bits,
 - 5 • velocidad de impacto y/o fuerza de impacto del cuerpo que ha impactado contra el sensor (91) / usuario (7), con una carga útil de 6 bits cada valor.
42. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación 40, cuando esta depende de la
- 10 reivindicación 37,
- donde los parámetros emitidos en el segundo mensaje de alerta y sus respectivas cargas útiles consisten en:
- identidad del usuario (7) que porta el dispositivo (1), con una carga útil de 24 bits,
 - 15 • constante vital detectada, con una carga útil de 7 bits,
 - identidad del sensor de impactos (91) que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el primer modo de alerta, con una carga útil de 7 bits,
 - identidad del tipo de proyectil que ha impactado en el sensor de impactos (91) que ha activado un modo de alerta, con una carga útil de 5 bits,
 - 20 • velocidad de impacto o fuerza de impacto del proyectil al penetrar en el usuario (7) al atravesar el sensor (91) que ha activado el primer modo de alerta, con una carga útil de 6 bits,
 - identidad del sensor de impactos (91) que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el segundo modo de alerta, con una carga útil de 7 bits,
 - 25 • distancia aproximada recorrida por el proyectil al atravesar al usuario (7), con una carga útil de 7 bits,
 - velocidad de penetración aproximada del proyectil que ha atravesado al usuario (7), con una carga útil de 6 bits,
 - trayectoria aproximada del proyectil en el cuerpo del usuario (7), con una carga
 - 30 útil máxima de 20 bits,
 - energía o velocidad de entrada aproximada del proyectil, con una carga útil de 7 bits.

43. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación 41, cuando esta depende de la reivindicación 37,

donde los parámetros emitidos en el tercer mensaje de alerta y sus respectivas cargas útiles consisten en:

- identidad del usuario (7) que porta el dispositivo (1), con una carga útil de 24 bits,
- identidad del sensor de impactos (91) que ha generado el pulso eléctrico que ha activado el segundo modo de alerta, con una carga útil de 7 bits,
- valor del pulso eléctrico que ha generado el segundo modo de alerta, con una carga útil de 14 bits,
- localización espacial en el cuerpo del usuario (7) del sensor (91) que ha recibido el segundo impacto, con una carga útil de 7 bits,
- distancia aproximada recorrida por el proyectil al atravesar al usuario (7), con una carga útil de 7 bits
- velocidad de penetración aproximada del proyectil que ha atravesado al usuario (7), con una carga útil de 6 bits,
- trayectoria aproximada del proyectil en el cuerpo del usuario (7), con una carga útil máxima de 24 bits,
- energía de entrada aproximada o velocidad de entrada aproximada del proyectil, con una carga útil de 7 bits,

donde la unidad de control (8) que está conectada a la unidad de telecomunicación (11) que emite los mensajes de alerta está configurada para que dicha unidad de telecomunicación (11) emita el tercer mensaje de alerta tras enviar el segundo mensaje de alerta,

donde el número de emisiones del tercer mensaje de alerta es configurable, así como su periodicidad, según un criterio que puede comprender una secuencia creciente en función del número de ciclos de emisión del primer mensaje de alerta, o la energía restante en la batería (14).

44. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado del usuario (7) que lo porta (1), según la reivindicación 39, cuando esta depende de la reivindicación 17,

donde los parámetros emitidos en los mensajes que comunican las constantes vitales detectadas por la unidad de monitorización de las constantes vitales y sus respectivas cargas útiles comprenden:

- identidad del usuario (7) que porta el dispositivo (1), con una carga útil de 24 bits,
- constantes vitales del usuario (7), con una carga útil máxima de 72 bits.

5 45. Dispositivo portable y comunicado de detección de impactos y monitorización del estado
del usuario (7) que lo porta (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
donde al menos una unidad de detección de impactos (9) está dispuesta embebida en al
menos una prenda textil (18) que viste al usuario (7),
donde la al menos una prenda textil (18) está configurada para cubrir zonas del cuerpo
10 del usuario (7) en las que se desea detectar un potencial impacto.

46. Sistema (2) comunicado de detección de impactos y monitorización del estado de
usuarios (7) que portan un dispositivo portable de detección de impactos (1), que
comprende:

- 15 • al menos un dispositivo (1) portable y comunicado de detección de impactos y
de monitorización del estado del usuario (7) según las reivindicaciones 1 a 44,
- una primera interfaz de software (5) implementable en un ordenador conectable
con la al menos una unidad de entrada de datos del al menos un dispositivo (1)
portable de la invención para la introducción de información en el al menos un
20 dispositivo (1) portable de la invención,
- al menos una puerta de enlace remoto (3) que comprende al menos una
antena, configurada para recibir de forma inalámbrica los mensajes emitidos
por la al menos una unidad de telecomunicación (11) del al menos un
dispositivo (1) portable de la invención, y configurada para transmitir dichos
25 mensajes a al menos un centro de control (4, 4.1, 4.2) con el que se puede
comunicar por al menos una tecnología de comunicación de redes,
directamente o a través de dispositivos (1) y protocolos de comunicación
intermedios,
- al menos un centro de control (4, 4.1, 4.2) conectable y comunicable con la al
30 menos una puerta de enlace remoto (3) mediante al menos una tecnología de
comunicación de redes, directamente o a través de dispositivos (1) y protocolos
de comunicación intermedios, configurado para procesar los mensajes
emitidos por la al menos una puerta de enlace remoto (3), y que comprende un
ordenador con al menos una tecnología de comunicación de redes a larga
35 distancia o adaptable a medios externos de transmisión de datos que

comprenden una tecnología de comunicación de redes a larga distancia no disponibles en el ordenador,

- una segunda interfaz de software (6) implementable en el al menos un ordenador del al menos un centro de control (4, 4.1, 4.2) configurada para procesar los mensajes emitidos por los dispositivos (1) portables y retransmitidos por la al menos una puerta de enlace remoto (3),

donde el sistema (2) está configurado para que mediante la primera interfaz de software (5) se pueda configurar el al menos un dispositivo (1) portable comunicado de detección de impactos introduciendo información que comprende la identificación del usuario (7) y parámetros operativos,

donde la al menos una puerta de enlace remoto (3) del sistema (2) comprende al menos las tecnologías de comunicación de redes inalámbricas comprendidas en las unidades de telecomunicación de los dispositivos (1) portables comunicados de detección de impactos,

donde cada puerta de enlace (3) recibe todos los mensajes emitidos por todos los dispositivos (1) portables que estén a su alcance,

donde la segunda interfaz de software (6) implementada en el centro de control (4, 4.1, 4.2) está configurada para procesar los mensajes emitidos por los dispositivos (1) portables de la invención, de forma que muestra de un modo comprensible y visual información relativa a los modos de alarma activados en los dispositivos (1) portables del sistema (2), que puede comprender el estado del usuario (7) que porta un dispositivo (1), impactos registrados por el dispositivo (1), naturaleza del impacto, cálculos realizados relacionados con los impactos o geolocalización del usuario (7).

47. Sistema (2) comunicado de detección de impactos y monitorización del estado de usuarios (7) que portan un dispositivo portable de detección de impactos (1), según la reivindicación anterior,

donde al menos una puerta de enlace remoto (3) está configurada para ser portable por una sola persona mientras realiza una actividad física exigente,

donde una puerta de enlace remoto (3) portable comprende medios de transmisión de datos a larga distancia mediante tecnologías de comunicación de redes inalámbricas, donde una puerta de enlace remoto (3) portable comprende una batería (14) que suministra energía a las unidades de la puerta de enlace (3) que la necesitan.

48. Sistema (2) comunicado de detección de impactos y monitorización del estado de usuarios (7) que portan un dispositivo portable de detección de impactos (1), según la reivindicación 46 o la reivindicación 47,
- 5 donde la al menos una puerta de enlace remoto (3) comprende la tecnología de comunicación de redes LoRa y está configurada para recibir información mediante el protocolo de comunicación LoRaWAN.

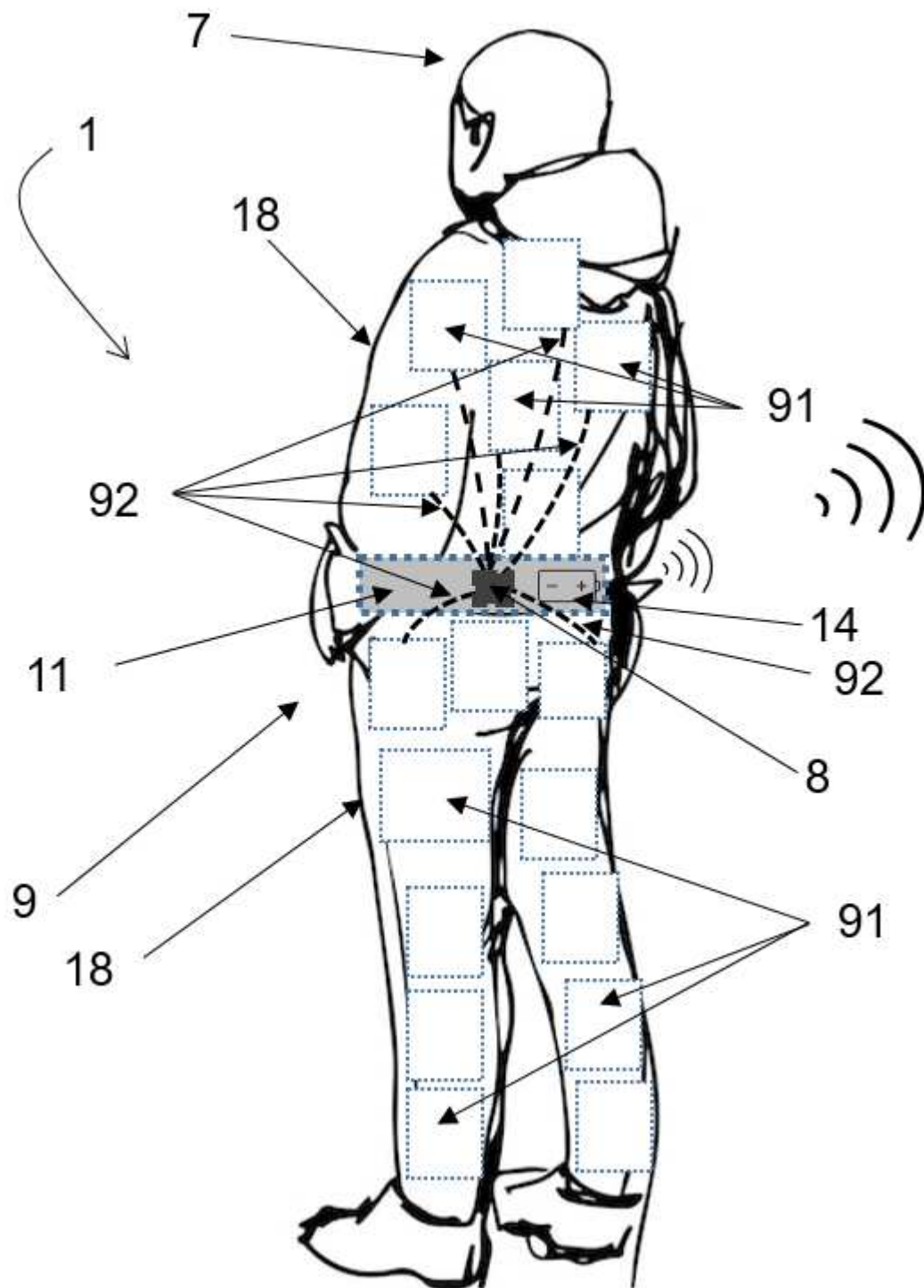


Fig. 1

