

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 596 362**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/00** (2006.01)

**A61B 5/11** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2009 PCT/FR2009/000495**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2009 WO09138587**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2009 E 09745906 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2309920**

54 Título: **Dispositivo de adquisición y de tratamiento de datos fisiológicos de un animal o de un ser humano en el curso de una actividad física o mental**

30 Prioridad:

**28.04.2008 FR 0802383**

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

**09.01.2017**

73 Titular/es:

**UNIVERSITÉ DU SUD TOULON-VAR (100.0%)  
BP 20132  
83957 La Garde Cedex 20, FR**

72 Inventor/es:

**GIES, VALENTIN y  
HASNI, FABIEN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 596 362 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo de adquisición y de tratamiento de datos fisiológicos de un animal o de un ser humano en el curso de una actividad física o mental

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de adquisición y de tratamiento de datos fisiológicos de un individuo en sentido amplio, tratándose de un animal o de un ser humano, en el curso de una actividad física o mental.

10 La primera aplicación considerada por esta invención es la del seguimiento de caballos de carrera durante el entrenamiento o la carrera, estando entendido que otras aplicaciones se consideran dentro del campo de la presente invención mediante algunas adaptaciones y variantes del dispositivo de base de adquisición y de tratamiento de datos.

15 Otra aplicación considerada es la del seguimiento de los rendimientos físicos de deportistas con ocasión de la práctica de deportes individuales o colectivos.

Otra aplicación considerada, siempre sin carácter limitativo, es la del seguimiento de parámetros físicos, fisiológicos, biológicos, de individuos sometidos a una presión psicológica o a un "estrés", en particular, de orden profesional.

20 La invención será descrita, por lo tanto, principalmente dentro del marco de su aplicación al seguimiento del tratamiento de los caballos de carrera, pero sin que esta aplicación tenga ningún carácter limitativo.

**ESTADO DE LA TÉCNICA**

25 Dentro del campo del entrenamiento y del seguimiento de los caballos de carrera, se conoce por el documento WO 01/97606 un dispositivo de entrenamiento automático de los caballos. El objeto perseguido por este dispositivo es principalmente permitir el entrenamiento de los caballos sin intervención humana. A este efecto, cada caballo se coloca individualmente en una instalación de entrenamiento automatizada, en donde puede correr, bien sea sobre un tapiz rodante, bien sea sobre un espacio cerrado que se desplaza por sí mismo sobre un carril dispuesto  
30 alrededor de un hipódromo, bien sea, en un aparato singular de entrenamiento, también denominado "marchador". Con el fin de seguir el rendimiento del caballo durante su entrenamiento, se colocan electrodos en el caballo con el fin de recoger diferentes señales eléctricas correspondientes a la actividad fisiológica del caballo, en particular la actividad del corazón, de los pulmones y de los músculos.

35 Es evidente que este dispositivo automatizado no corresponde al entrenamiento de un caballo en condiciones reales en un hipódromo y en presencia de un jockey, y tiene como única ventaja el hecho de entrenar caballos casi sin supervisión humana. Además, como cada caballo corre en un espacio tabicado, las condiciones reales de la carrera y su impacto sobre la psicología del caballo y sobre su rendimiento en cada instante no pueden ponerse en evidencia. Así, este dispositivo no permite vigilar la aparición de un defecto en los movimientos de un caballo, por  
40 ejemplo, cuando corre en línea recta o durante un viraje, o en una situación de fatiga.

Se conoce, además, por el documento US 2007/0130893, en el campo del entrenamiento y del seguimiento de los caballos de carrera, un sistema más sofisticado, destinado a la instrumentación de los caballos de carrera, dentro del marco de una utilización en situación real de carrera o entrenamiento. Este sistema conocido está basado en la  
45 fijación de varios sensores de movimiento distribuidos en el cuerpo del caballo y en particular, en sus patas o en sus cascos. Cada sensor está situado en, y está asociado a, una parte del cuerpo del animal. Los diferentes sensores distribuidos se conectan, a continuación, mediante un enlace inalámbrico por un rotor también colocado en el caballo.

50 Este sistema tiene varios inconvenientes.

En efecto, es complejo por el hecho de tener una multitud de componentes que deben funcionar juntos y comunicarse entre sí en tiempo real. Además, a pesar de que exista en realidad, sería muy difícil de poner en práctica. Un caballo de carrera, en particular, un purasangre destinado a la carrera en línea, es muy nervioso y  
55 asustadizo, incluso temperamental, y es poco imaginable hacerle estar tranquilo para equiparle con los diferentes componentes requeridos por el sistema descrito. A modo de ejemplo, parece poco imaginable colocar sensores en las pezuñas de tal caballo o retirarlos de este lugar. Esta dificultad sería todavía aumentada si se tratara de equipar varios caballos, en particular, con el fin de comparar sus rendimientos en el momento de un entrenamiento o de una carrera.

60 Suponiendo, no obstante, que se supera este obstáculo, este documento plantea también el problema importante de la calidad y de la utilización de las señales captadas. Los sensores colocados en los miembros de un caballo de carrera modificarán su carrera, de modo que las señales captadas serán difíciles de interpretar, en contrario del objetivo de precisión y de reproductividad que se está buscando.

65 Además, un sensor fijado en la pata de un caballo, por ejemplo por medio de una polaina, si se trata de un caballo

de salto de obstáculos, es susceptible de tener una precisión que se desajuste según al menos dos grados de libertad, a saber, la altura de la pata y el grado de rotación con respecto a la fijación inicial. Para las cuatro patas, será necesario gestionar ocho grados de libertad, lo que traerá consigo una acumulación de los márgenes de error de posicionamiento de los sensores, lo que repercutirá negativamente sobre la precisión de los cálculos. Además, los tratamientos digitales para tener en cuenta desplazamientos parásitos de los sensores serán muy tediosos, lo que dará lugar a imposibilidades para obtener los resultados buscados o a sobrecostes importantes. Estos inconvenientes serían también más redhibitorios en el caso en donde varios caballos hayan de seguirse simultáneamente.

Por otro lado, dentro de otros campos de aplicación, existe en el mercado productos especialmente diseñados para el seguimiento de los parámetros fisiológicos de los deportes, pero también ellos tienen inconvenientes. En particular, sus sistemas de adquisición no integran un cardio-frecuencímetro y un sensor de movimiento preciso en una misma y única caja de medida, y son incapaces de restituir la curva completa de la señal cardiaca, así como sus parámetros esenciales. Además, no son utilizables como periféricos de equipo informático portátil, puesto que utilizan protocolos de comunicación muy específicos con su base de tratamiento de datos.

Por último, los productos conocidos no están adaptados para una utilización con una pluralidad de portadores, como ello puede ser necesario, a modo de ejemplo, para seguir de forma simultánea los parámetros fisiológicos de los miembros de un equipo deportivo. En el estado de la técnica actual, son conocidos los documentos pertinentes: US2007/276270A1 y WO03/055388A.

#### OBJETOS DE LA INVENCION

En el caso particular de los caballos de carrera, un objeto de la invención es ofrecer un sistema simple y sencillo para ponerse en práctica, y que sea adecuado para resolver los inconvenientes de los sistemas conocidos en la técnica actual.

Otro objeto de la invención es dar a conocer un sistema que pueda indicar la revolución de algunos parámetros fisiológicos de un caballo o de un grupo de caballos, en función de su evolución en el hipódromo, con, en particular, teniendo el objetivo de distinguir algunas disfunciones musculares, articulares u otras, en función de la fatiga de cada caballo, y en función de su posición en el hipódromo. En el caso general, un objeto de la invención es, por consiguiente, dar a conocer un sistema fiable de adquisición y de tratamiento de datos representativos de la actividad física o del estado fisiológico de un individuo humano o animal, o de un grupo de tales individuos. Este sistema debe permitir proporcionar en tiempo real, de una parte, una señal representativa de los movimientos espaciales de cada individuo y de otra parte, proporcionar una señal representativa de una magnitud fisiológica de cada individuo, asegurando que las señales de movimientos relativos a cada individuo sean de gran precisión, y estén sincronizados con las señales fisiológicas respectivas con el fin de poder, no solamente estudiar cada señal instantánea en tanto como tal, sino, sobre todo, estudiar la evolución de cada señal de forma sincrónica, y por consiguiente, en correlación con la actividad física de cada individuo. El objetivo buscado es, en efecto, que el sistema permita indicar cómo tales parámetros fisiológicos del individuo evolucionan en función de su situación y en particular, en función de su recorrido sobre el terreno.

Otro objeto de la invención es dar a conocer un sistema que permita memorizar los datos adquiridos representativos de la actividad física del individuo humana o animal, localmente o de manera distante del individuo, con el fin de poder analizar en tiempo real, o en diferido, los datos adquiridos.

Otro objeto de la invención es dar a conocer un sistema que permita transmitir, de forma fiable y rápida, datos adquiridos representativos de la actividad física del individuo en una distancia que pueda, por elección, ser próxima, media o larga.

Otro objeto de la invención es dar a conocer un sistema fácilmente adaptable a una diversidad de situaciones, que varían desde el seguimiento de los caballos de carrera en un hipódromo, al seguimiento de un deportista individual o de una pluralidad de deportistas en un terreno de deporte, o al seguimiento de un individuo en situaciones profesionales particulares.

Otro objeto de la invención es dar a conocer un sistema que permita seguir simultáneamente los rendimientos de varios individuos, ofreciendo también la posibilidad de hacer variar el nivel de detalle del seguimiento individual, en tiempo real.

Dentro del campo del seguimiento de los caballos de carrera o de los animales, un principio de la invención consiste (contrariamente a las enseñanzas del documento US 2007/0130893 que prevé colocar sensores lo más cerca posible de cada movimiento a analizar, es decir, en los miembros del caballo) en centralizar, por el contrario, varios sensores de movimiento y varios sensores fisiológicos dentro de una caja electrónica única para cada caballo, estando esta caja destinada a estar disponible en un lugar del cuerpo del animal distante de los miembros y preferentemente, próximo al centro de gravedad del animal, en donde dicha caja única no generará impacto alguno sobre los movimientos del animal.

De este modo, se obtendrán señales de movimiento, fiables y reproducibles, de las que se podrán extraer informaciones de calidad en cuanto a los movimientos del animal, por medio de algoritmos de tratamiento adecuados aplicados a las magnitudes medidas por los sensores de la caja electrónica única.

5 Con el fin de mejorar todavía más el resultado de los tratamientos algorítmicos efectuados sobre los datos emitidos por los sensores, es de utilidad proceder a una corrección de posicionamiento de los sensores utilizados, en el caso en el que el posicionamiento de la caja de sensores cambie ligeramente en el curso o el entrenamiento del caballo.

10 En efecto, el posicionamiento de la caja electrónica que contiene los sensores de movimiento está forzosamente asociado con los errores debidos a las limitaciones reales. Por lo tanto, es importante corregir este error antes de cualquier utilización de los datos para fines de análisis o de medida. El hecho de que todos los sensores estén situados dentro de una caja única indeformable permite saber que el error será el mismo para todos los sensores, lo que no es el caso en el sistema de medidas basados en varias cajas de medida no solidarias mecánicamente e  
15 incluso totalmente independientes según se describe en el documento US 2007/0130893.

Este error de posicionamiento corresponde a un cambio de referencial de base con respecto al posicionamiento teórico perfecto, de modo que sea posible corregirlo aplicando el cambio de base inversa. Esta operación de cambio de base se realiza después de haber calculado la matriz de cambio de base mediante el análisis de las correlaciones entre las series de medidas procedentes de los diferentes sensores (acelerómetro, giroscopio, ...), siendo objeto de  
20 descorrelación las series de referencia.

En el caso general, la invención tiene por objeto un sistema de adquisición y de tratamiento de datos conforme a la reivindicación 1. Los modos de realización de la invención pueden incluir también las características de las  
25 reivindicaciones subordinadas.

Preferentemente, cada caja electrónica individual reagrupa sensores de movimiento adecuados para proporcionar en tiempo real una señal representativa de los movimientos espaciales del individuo, y al menos un sensor fisiológico adecuado para proporcionar una señal representativa de al menos una magnitud fisiológica del individuo,  
30 así como un dispositivo de cálculo que reciba, a la entrada, las señales de los sensores y que proporcione, a la salida, señales sincronizadas y digitalizadas, y una memoria para el almacenamiento de dichas señales sincronizadas y digitalizadas.

Los medios de sincronización de las señales de movimiento y de las señales fisiológicas incluyen un dispositivo de cálculo que recibe, a la entrada, las señales de los sensores y que proporciona, a la salida, señales sincronizadas,  
35 bien sea a una memoria local situada en un receptor local, bien sea a una memoria distante situada en un receptor distante, por intermedio de medios de transmisión adaptados.

Gracias a esta estructura, el sistema según la invención permite acoplar los datos fisiológicos con los movimientos correspondientes del individuo.  
40

En particular, en el caso de un caballo de carrera, se podrá seguir la evolución, a modo de ejemplo, de un estado de fatiga muscular en función de la posición real del caballo en un hipódromo y del esfuerzo ya realizado, y detectar así la fatiga muscular, o la aparición de anomalías en el movimiento pudiendo separar, en particular, las fases de carrera  
45 en línea recta y en viraje.

El equipamiento de varios caballos simultáneamente con una caja electrónica individual y su sincronización con un dispositivo de control a distancia permitirá disponer, por así denominarlo, de un sensor de equipo, correspondiente al conjunto de las cajas individuales de sensores y que permite adquirir y tratar simultáneamente los parámetros fisiológicos de varios caballos, o en el caso más general, de varios individuos.  
50

Preferentemente, la comunicación entre las cajas electrónicas individuales y el dispositivo de control a distancia es bidireccional y permite también enviar a cada caja electrónica individual informaciones o instrucciones.

55 Además, puede estar previsto que las informaciones y/o instrucciones sean restituidas por la caja electrónica individual bajo la forma de mensajes sonoros o vocales, pero otros modos de restitución son previsibles: por modo visual, mediante la generación de impulsos eléctricos, de vibraciones mecánicas u otros.

Estas características son particularmente interesantes en el caso del seguimiento de deportes colectivos. El conjunto de los sensores de los jugadores de un equipo constituye entonces una forma de sensor de equipo virtual. En efecto, las informaciones de movimiento, de posición o las informaciones fisiológicas de cada jugador, llegan en tiempo real al dispositivo de visualización y de control del entrenador, que puede tener entonces una visión global de la situación y tomar decisiones o dar instrucciones individuales en consecuencia.  
60

De forma ventajosa, el dispositivo de control a distancia está provisto de medios para ajustar, en tiempo real, la banda de paso de la comunicación de radio con cada caja electrónica individual. De este modo, será posible para el  
65

usuario del dispositivo de control a distancia normalmente el entrenador, obtener “zooms” o efectos de lupa sobre la actividad física de cualquier jugador de un equipo.

5 Como estos efectos de lupa demandarán aumentar la banda de paso instantánea para la comunicación entre el dispositivo de control a distancia y la caja individual interesada, será de utilidad poder hacer variar, a partir del dispositivo de control a distancia, la banda de paso permitida para la comunicación con cada caja electrónica individual.

10 En una forma de realización concebible, la comunicación por radio entre las cajas electrónicas individuales y el dispositivo de control a distancia se realiza con la ayuda de una red de comunicación de telefonía móvil, en particular, de tipo GSM.

15 Como alternativa, la comunicación por radio entre las cajas electrónicas individuales y el dispositivo de control a distancia se hace con la ayuda de una red de comunicación autónoma dedicada, en particular, de tipo Zigbee.

Cuando se necesita un seguimiento de las posiciones de los individuos, el sistema según la invención incluye, además, unas balizas de posicionamiento distribuidas alrededor de la zona de actividad de los individuos respecto a las cuales cada caja electrónica determina su posición instantánea y la transmite al dispositivo de control a distancia.

20 Puede estar previsto que las balizas de posicionamiento incluyan una función de relé de comunicación entre las cajas electrónicas individuales y el dispositivo de control a distancia, de forma que se asegure la continuidad de la comunicación por radio entre las cajas electrónicas individuales y el dispositivo de control a distancia, cuando este último está más allá del alcance directo de comunicación de las cajas electrónicas individuales.

25 En el caso ideal, las cajas electrónicas individuales y el dispositivo de control a distancia están configurados para funcionar como una red de comunicación por radio para encaminamiento automático y de tipo auto-adaptativa, adecuada para optimizar automáticamente la trayectoria de comunicación entre las cajas electrónicas individuales y el dispositivo de control a distancia, en función de los desplazamientos de los individuos.

30 Según la naturaleza del individuo y de su actividad física, puede ser de utilidad utilizar in situ la totalidad o parte de las señales de movimiento y de las señales fisiológicas captadas, pero puede ser también de utilidad utilizar a distancia estas señales, tanto en tiempo real como en tiempo diferido. En consecuencia, el sistema según la invención incluye medios de transmisión de la señal de movimiento y de la señal fisiológica hacia una unidad de memorización local o distante de almacenamiento y de tratamiento de las señales recibidas.

35 Según la arquitectura considerada por el sistema dentro de su contexto aplicativo, la transmisión de los datos emitidos por los sensores hacia el receptor local y/o el receptor distante puede realizarse de varias maneras.

40 Según una primera forma de realización, los medios de transmisión están acoplados al receptor local por medio de un enlace inalámbrico de corto alcance, normalmente del orden de magnitud de algunos metros, y este enlace inalámbrico es también, en particular, del tipo bluetooth o “Zigbee”.

45 Según otra forma de realización, los medios de transmisión están acoplados al receptor distante por medio de un enlace inalámbrico de alcance medio, normalmente del orden de magnitud de algunos centenares de metros y para ello, puede convenir también un enlace de tipo “Zigbee”. Los datos transmitidos pueden ocasionalmente retransmitirse por enrutadores Zigbee, lo que permite ampliar el alcance de la red.

50 Según otra forma de realización que pone en práctica una transmisión a más larga distancia entre el receptor local y receptor distante asociado a un servidor centralizado, el receptor local está acoplado al receptor distante por medio de un enlace inalámbrico de largo alcance, en particular, por medio de una red de telefonía móvil inalámbrica de tipo GSM o equivalente.

55 De forma ventajosa, el dispositivo de cálculo está asociado a medios de presentación visual que permiten visualizar los datos procedentes de los sensores de movimiento y de los sensores fisiológicos y/o representaciones gráficas de estos datos.

60 El sistema según la invención permite una gran flexibilidad en función de las actividades reales a analizar. Esta flexibilidad está basada, en particular, en la diversidad de los sensores de movimiento y de los sensores fisiológicos que pueden ponerse en práctica.

De forma ventajosa, el sensor de movimiento se toma dentro de un conjunto de sensores que incluyen un acelerómetro, un giroscopio, un magnetómetro o un sensor de presión.

65 Como alternativa o en complemento, el sensor de movimiento se toma dentro de un conjunto de balizas de posicionamiento relativo, que incluyen balizas de tipo GPS (por “Global Positioning System” en terminología anglosajona), balizas de ultrasonidos, balizas basadas en una red de banda ultra grande o balizas basadas en un

protocolo de comunicación de tipo "Zigbee".

Según la invención, el sensor fisiológico se toma dentro de un conjunto de sensores que incluyen los sensores de señal cardiaca ECG-EKG, los sensores de actividad muscular EMG, los sensores de actividad cerebral EEG, los sensores de temperatura corporal, los sensores de flujo sanguíneo y los sensores de análisis sanguíneo incorporado.

En el caso del seguimiento de los caballos de carrera, el sistema está preferentemente configurado de manera que los sensores de movimiento y los sensores fisiológicos estén acoplados por intermedio de una transmisión de corto alcance, en particular, de tipo "Bluetooth" o "Zigbee", a un receptor local bajo la forma de un terminal de tipo de asistente digital personal o del tipo de teléfono móvil. De este modo, el jockey puede seguir en tiempo real durante la carrera y/o el entrenamiento, algunos parámetros fisiológicos del caballo, e incluso adaptar el aspecto del caballo en consecuencia.

Como variante, las cajas de sensores de movimiento y de sensores fisiológicos están acopladas mediante una transmisión de medio alcance, del orden de magnitud de 300 metros, en particular, de tipo "Zigbee" a un terminal distante, conectado a medios de presentación visual y de tratamiento 23, a modo de ejemplo, un ordenador personal. Este terminal de recepción distante se utiliza, en particular, por un entrenador del deportista o del equipo de deportistas seguidos y posee medios de comunicación bidireccionales con las cajas de sensores individuales, de forma que puedan transmitirles informaciones o instrucciones.

En otra variante, los sensores de movimiento y los sensores fisiológicos están acoplados mediante una transmisión de cualquier alcance, en particular, de tipo "GSM", a un servidor distante.

Los sensores de movimiento utilizados en el caso del seguimiento de un caballo de carrera incluyen, a modo de ejemplo, un acelerómetro de tres ejes, un sensor GPS para proporcionar la trayectoria de desplazamiento del caballo, y los sensores fisiológicos incluyen un electrocardiógrafo que proporciona la señal cardiaca del caballo en tiempo real. Como opción, los sensores fisiológicos pueden incluir, además, en particular, un sensor de análisis sanguíneo. La caja de sensores se fija mediante una correa bajo el vientre del caballo. Además, todos los sensores de movimiento están situados en el interior de una caja unidad indeformable de modo que cualquier deriva de posicionamiento de dicha caja traerá consigo una deriva equivalente para el conjunto de los sensores de movimiento, que corresponde a un cambio de base de referencia y que se puede corregir aplicando un cambio de base inversa.

Las características y ventajas de la invención aparecerán en la lectura de la descripción detalla de los dibujos adjuntos, en donde la Figura 1 ilustra un organigrama funcional general del sistema según la invención.

Haciendo referencia a la Figura 1, en esta Figura se ha representado un organigrama funcional de sistema 1 según la invención.

Este sistema 1 incluye en primer lugar, para cada individuo de la que se quiere seguir los parámetros de movimiento y algunos parámetros fisiológicos, una caja electrónica de adquisición 3 de las señales de movimiento y de las señales fisiológicas. Esta caja 3 incluye al menos un sensor de movimiento 5 y al menos un sensor fisiológico 7. Estos sensores están reagrupados en el interior de la misma caja, lo que, combinado con una localización adecuada de la caja en el individuo, permite minimizar los errores de las señales captadas. Están conectados a una unidad de pretratamiento local 9, bien sea mediante un enlace cableado, bien sea mediante un enlace inalámbrico, normalmente de corto alcance, en cuyo caso los sensores tienen una alimentación de energía automática. En caso contrario, los sensores pueden alimentarse mediante una fuente de alimentación común 11 que forma parte integrante de la caja del conector de auriculares adherente adquisición 3 y alimentando también a la unidad 9 y a una unidad de transmisión inalámbrica 13. Las salidas de los sensores están conectadas a la unidad de transmisión inalámbrica 13, que permite transmitir a distancia las señales procedentes de los sensores.

En función de la naturaleza de los sensores, que se detallará más adelante, puede ser de utilidad efectuar, en la unidad de tratamiento 9, un pretratamiento local de las señales analógicas o digitales procedentes de los sensores 5, 7, con el fin de disponer localmente en la caja de adquisición 3 de algunos parámetros procedentes de los sensores. En este caso, es más bien la salida de la unidad de tratamiento 9 la que está conectada a la unidad de transmisión 13 en lugar de la salida de los sensores 5, 7.

La unidad de transmisión 13 puede estar conectada mediante un enlace inalámbrico de corto alcance 15, en particular, de tipo "Bluetooth" o "Zigbee" a un receptor local 17, que permite, en particular, recibir y visualizar localmente los parámetros de movimiento y los parámetros fisiológicos procedentes de los sensores o procedentes de la unidad de tratamiento 9 en el caso en que sea de utilidad disponer de informaciones de movimiento y de informaciones fisiológicas ya algo sintetizadas para ser comprensibles por el usuario del sistema.

De este modo, en una forma de realización ventajosa de la invención, el receptor local 17 estará constituido por una caja de comunicación móvil, de tipo PDA ("Personal Digital Assistant" en terminología anglosajona, que significa

Asistente Digital Personal) o de tipo de teléfono móvil, que disponer, en particular, de capacidades de presentación visual en tiempo real, de las informaciones procedentes de los sensores y posiblemente, de capacidades de memorización y de tratamiento. Esta configuración es de utilidad, en particular, en el caso de seguimiento de los caballos de carrera, puesto que permite al jockey visualizar en tiempo real en un receptor local los parámetros fisiológicos de su caballo.

Según la invención, puede ser también de utilidad transmitir a una mayor distancia los datos procedentes de los sensores, con el fin de memorizarlos y de tratarlos con más detalle, tanto en tiempo real como en tiempo diferido.

A este efecto, la invención prevé conectar la unidad de transmisión 13 de la caja de sensores 3, a un receptor distante 21, por intermedio de un enlace inalámbrico de alcance medio 19a.

Como variante o en complemento, es posible, según las necesidades de la aplicación específica, prever la conexión del receptor local 17 a dicho receptor distante 21, por intermedio de un enlace inalámbrico de medio o largo alcance 19b.

De este modo, en el caso particular del seguimiento de los caballos de carrera, el jockey podrá disponer de informaciones en el núcleo de la acción, gracias a su receptor local 17, pero la cuadra podrá tener las mismas informaciones, incluso informaciones más completas, en la periferia del hipódromo, gracias al receptor distante 21 conectado mediante un enlace inalámbrico bien sea a la caja 3 de sensores, bien sea al receptor local 17.

Por supuesto, con el fin de utilizar de forma completa los datos de movimiento y los datos fisiológicos procedentes del individuo que transporta la caja 3 de sensores, el receptor distante 21 está preferentemente conectado a una estación de tratamiento y de visualización 23, que podrá, a modo de ejemplo, estar constituida por un ordenador personal.

Conviene señalar que las magnitudes fisiológicas que se tratan de captar y de analizar son directamente detectadas por sensores fisiológicos 7. En lo que respecta a los sensores de movimiento 5, están igualmente situados solamente en la caja 3 de sensores que es autónoma en su misión de adquisición de las magnitudes de movimiento y de las magnitudes fisiológicas. Además, puede ser necesario también seguir los movimientos espaciales del individuo por referencia a la una red 25 de balizas de posicionamiento absoluto, externo respecto al individuo, tal como, a modo de ejemplo, la red de las balizas de procesamiento de tipo GPS (por "Global Positioning System" – Sistema de Posicionamiento Global), u otro. En este caso, la unidad de transmisión 13 de la caja 3 de sensores estará igualmente conectada mediante un enlace inalámbrico 27 a la red de balizas de posicionamiento 25.

Se describirá ahora, con mayor detalle, las cajas electrónicas de adquisición 3, y los sensores que utilizan.

Cada caja electrónica individual permite efectuar medidas precisas sobre un individuo. Estas medidas son las siguientes:

Las medidas de posición, que se realizan con la ayuda de un sistema de posicionamiento absoluto (a modo de ejemplo, de tipo GPS) o relativo (a modo de ejemplo, mediante triangulación de la posición con respecto a balizas situadas en emplazamientos fijos).

Las medidas de movimientos, que se realizan con la ayuda de un acelerómetro de 3 ejes y/o con la ayuda de un giroscopio de 3 ejes, permiten tener conocimiento de los movimientos espaciales del individuo que los transporta.

Las medidas cardíacas, que se realizan con la ayuda de un sensor EKG y permiten captar la señal cardíaca y deducir de ella algunos parámetros característicos, tales como, a modo de ejemplo, el ritmo cardíaco (a modo de ejemplo, para detectar posibles anomalías) del deportista en cualquier instante.

Todos estos sensores son conocidos por sí mismos y por consiguiente, no serán objeto de una descripción detallada.

La caja 3 permite, además, transmitir las informaciones mediante un radioenlace inalámbrico a corta, media o larga distancia (que puede ser superior a 1 km). Cada caja 3 puede estar conectada a un receptor que le es propio o a un receptor común. En el primer caso (un receptor por caja), los datos procedentes de cada una de las cajas son, a continuación, centralizados hacia el sistema informático de tratamiento, visualización y almacenamiento, como el receptor distante 21 asociado a la estación 23. En el segundo caso (un receptor común para todas las cajas), los datos son transmitidos a una caja de recepción única capaz de identificar la procedencia de los mensajes recibidos y de transmitirlos al sistema informático de tratamiento, visualización y almacenamiento. Este sistema informático de tratamiento permite:

- visualizar en tiempo real en una pantalla de control interactivo la posición de los individuos (caballos, deportistas, etc.) en su entorno, así como las informaciones individuales y colectivas que les concierne.

- registrar los datos para una utilización posterior, en particular, el análisis a posteriori y el seguimiento a largo plazo de los individuos.
- analizar en tiempo real, o a posteriori, las informaciones individuales o colectivas de los individuos equipados, en función de los criterios definidos con anterioridad.

El análisis en tiempo diferido de las prestaciones con la ayuda del sistema según la invención ha sido ya experimentado por el individuo demandante y funciona perfectamente en el campo equino. Puede adaptarse fácilmente para mejorar el seguimiento de la actividad física de otros tipos de individuos y para otras disciplinas individuales o colectivas.

A continuación se proporcionarán ejemplos de sensores de movimiento y de sensores fisiológicos susceptibles de utilizarse para poner en práctica la invención:

Los sensores presentes en el sistema pueden distribuirse en dos clases: los sensores de movimiento y los sensores fisiológicos.

Entre los sensores de movimiento, se distinguen:

- El acelerómetro: conocido en la técnica actual, que permite conocer la aceleración en  $n$  direcciones (con  $n = 1, 2$  o  $3$ ).
- El giroscopio: conocido en la técnica actual, que permite conocer la velocidad de rotación de un cuerpo según  $n$  ejes de rotación.

El acelerómetro no permite determinar la posición y la velocidad que son las integrales de la aceleración. El giroscopio no permite determinar los ángulos reales que son las integrales de las velocidades de rotación. Tanto en un caso como en el otro, es preciso poder determinar las constantes de integración. Para ello, se utilizan otros sensores de movimiento, entre los siguientes:

- El magnetómetro: conocido en la técnica actual, que permite obtener un ángulo con respecto a la dirección de un campo magnético (ocasionalmente terrestre) presente a nivel local.
- El sensor de presión: conocido en la técnica actual, que permite medir la variación de altitud o de profundidad considerando la presión ambiente constante en una altitud fija.

Asimismo, se pueden seguir los movimientos espaciales de un individuo con la ayuda de un sistema de posicionamiento por balizas, entre las cuales se podrá prever varias posibilidades:

- Las balizas GPS: conocidas en la técnica actual, que permiten obtener la posición del sensor (y por lo tanto, su velocidad por derivación) con respecto al referencial terrestre. Son relativamente imprecisas (precisión de 10 m aproximadamente en el modo normal y de 2 m en el modo diferencial) y tienen una frecuencia de adquisición baja (1 – 5 Hz).
- Las balizas de ultrasonidos: conocidas en la técnica actual, que permiten un posicionamiento preciso (1 cm) en un entorno de magnitud reducida (algunas centenas de metros) en donde están colocados emisores de ultrasonidos.
- Las balizas de banda ultra-ancha, o “Ultra Wide Band” en terminología anglosajona: son conocidas en la técnica actual y permiten un posicionamiento bastante preciso (10 cm) en un entorno de magnitud reducida (algunas centenas de metros) en donde están situados los emisores.
- Las balizas denominadas “Zigbee”: son poco conocidas en la técnica existente, permitiendo un posicionamiento poco preciso pero utilizando como baliza una red de comunicación que utiliza un protocolo de comunicación “Zigbee” utilizado también para la transmisión de los datos.

Los sistemas de balizas permiten conocer (con una precisión dependiente del sistema elegido) la posición con una frecuencia dependiente del sistema elegido pero relativamente pequeña (del orden de magnitud de algunas decenas de Hz como máximo).

Con el fin de mejorar también el seguimiento de los movimientos, la invención prevé acoplar algunos sensores de movimiento dentro de la caja de adquisición 3. Se considerará:

- El acoplamiento de un acelerómetro y de un sistema de posición por balizas: permite obtener informaciones precisas sobre la posición con una frecuencia de muestreo elevada (1 kHz o más). Los datos acelerométricos están integrados una o dos veces (para obtener la velocidad o la posición) y las derivas debidas a un

desplazamiento en el sensor o a una constante de integración incorrecta se corrigen gracias al sistema de posicionamiento (que proporciona una posición o una velocidad absoluta). Se denominará, a continuación, un acelerómetro compensado.

- 5 - El acoplamiento de un acelerómetro y de un sensor de presión: permite obtener informaciones precisas sobre la altitud o la profundidad con una frecuencia de muestreo elevada (1 kHz o más). Los datos acelerométricos están integrados dos veces y las derivas son corregidas gracias al sensor de presión (que proporciona la altitud absoluta). Se denominará, a continuación, un altímetro compensado.
- 10 - El acoplamiento de un giroscopio y de un magnetómetro: permite obtener informaciones muy precisas ( $< 1^\circ$  error) y de alta frecuencia (1 KHz) en el ángulo del sensor, siendo el principio el mismo que anteriormente: los datos del giroscopio son integrados una vez y la deriva se corrige con la ayuda del magnetómetro. Se le denominará, a continuación, un giroscopio compensado.
- 15 Según la invención, se asocia a uno de los sensores de movimiento descritos con anterioridad, un sensor fisiológico, de manera que se puedan asociarse precisamente las magnitudes representativas del movimiento espacial del individuo, con algunas de las magnitudes que describen su actividad fisiológica correspondiente.

Entre los sensores fisiológicos, se considerará:

- 20 - El electrocardiógrafo (ECG o EKG): conocido en la técnica actual, permite obtener la señal ECG ligada a los latidos del corazón. Puede tener varias vías y cada vía utiliza un electrodo, al cual es preciso añadir un electrodo de masa común para todas las vías. La adquisición se realiza a frecuencia elevada ( $> 500$  Hz) de manera que se pueda observar con precisión la señal.
- 25 - El eletromiógrafo (EMG): conocido en la técnica actual, permite analizar la actividad eléctrica de los músculos. Las adquisiciones se hacen igualmente a frecuencia elevada ( $> 500$  Hz).
- 30 - El electroencefalógrafo (EEG): conocido en la técnica actual, permite analizar la actividad eléctrica del cerebro. Las asociadas se hacen igualmente a frecuencia elevada ( $> 500$  Hz).
- 35 - Los sensores de temperatura: bien conocidos en la técnica actual, permiten medir la temperatura. Está prevista la utilización de varias unidades para medir la temperatura en diferentes puntos del cuerpo del individuo durante una prueba. La arquitectura general del sistema 1 de adquisición y de tratamiento tal como acaba de ser descrita puede convenir al seguimiento de la actividad de los individuos en un gran número de situaciones aplicativas, mediante algunas adaptaciones al alcance del profesional en función de cada aplicación específica.

Algunas aplicaciones específicas y las adaptaciones correspondientes del sistema 1 se describirán a continuación.

- 40 Así, los sensores de movimiento y los sensores fisiológicos anteriormente descritos pueden acoplarse entre sí con un propósito, en función del tipo de prueba realizado, de los que se proporcionan varios ejemplos a continuación.

45 La prueba de locometría: este tipo de prueba está destinada a determinar las características mecánicas de individuos en el curso de un esfuerzo en situación real. Esta prueba es de particular utilidad, dentro del marco de la invención, para el seguimiento y para el análisis de los parámetros de movimiento y de los parámetros fisiológicos en el caso de los caballos de carrera. Requiere la utilización de un sensor de equipo constituido por uno o varios sensores de movimiento compensados o no. Los sensores se comunican con un terminal informático de visualización y registro de datos que permiten analizar en tiempo real o diferido y de manera comparativa los rendimientos entre varios caballos que están en curso de prueba o cuyos rendimientos han sido ya registrados con anterioridad. El sensor de equipo permite, además, al supervisor concentrarse en un individuo en particular de manera que ayude a precisar el diagnóstico.

55 Los sensores de movimiento permiten registrar a frecuencia elevada los datos relativos a este movimiento de manera que se ponga en evidencia con la ayuda de métodos y de algoritmos de tratamientos de la señal (no aquí descritos) las características del movimiento, y ocasionalmente, los problemas a los que están vinculados.

60 En el caso de la aplicación al caballo, cada sensor de movimiento incluye un acelerómetro de tres ejes, un sensor GPS que proporciona la trayectoria de desplazamiento del caballo, y un electrocardiógrafo que proporciona la señal cardiaca del caballo en tiempo real. La utilización de un sensor fisiológico de tipo EMG acoplado el precedente permite detectar, además de características y problemas mecánicos del sujeto, sus características y problemas musculares.

65 Además, la utilización de sensores de movimiento compensados puede ser de gran interés para precisar las medidas, permite, en efecto, conocer, con mayor precisión, el desplazamiento en una escala de tiempo de varios segundos. Esta información permite establecer una correlación de las medidas a alta frecuencia características del funcionamiento locomotor del sujeto con el desplazamiento global. Ello permite poner en evidencia fenómenos tales

como un problema locomotor en una fase en donde el sujeto se desplaza según un movimiento característico (a modo de ejemplo, en curva, en ascenso o en descenso ...).

Las pruebas de esfuerzo, de resistencia o de desplazamiento:

5 Este tipo de prueba está destinado a determinar el potencial de un individuo dentro del marco de una prueba de esfuerzo determinada.

10 Se utiliza, en general, un sensor de movimiento que emplea un acelerómetro compensado y posiblemente, un giroscopio (ocasionalmente compensado), acoplado a sensores fisiológicos. Además de los "micro" datos locométricos registrados a alta frecuencia y descritos con anterioridad, el interés de estas pruebas es generar "macro" datos más sintéticos y a frecuencias más reducidas (normalmente de 1 a 5 Hz, lo que limita la banda de paso necesaria para la transmisión inalámbrica) que permite caracterizar la evolución de algunos parámetros fisiológicos y locométricos en el curso de un ensayo. Así, a modo de ejemplo, en el caso de las señales cardíacas, un micro-dato estará constituido por la integralidad de la señal cardíaca en función del tiempo y un macro dato resultado del micro dato podrá estar constituido por el ritmo cardíaco en pulsaciones por minuto.

20 Los sensores utilizados son los de las pruebas locométricas, con la diferencia de que es indispensable utilizar sensores compensados para poder conocer datos tales como la velocidad o el recorrido efectuado por el sujeto y no solamente su aceleración o su velocidad de rotación instantánea. Se pueden añadir otros sensores: uno o varios sensores de temperatura que permiten obtener a intervalos periódicos (con una frecuencia de 1 Hz aproximadamente) informaciones complementarias sobre la temperatura corporal del sujeto en condiciones de temperatura exterior particulares, un electroencefalograma EEG permite registrar la evolución de la actividad cerebral en el curso de una prueba (a modo de ejemplo, una prueba de resistencia física).

25 La puesta en correspondencia, en particular, por la unidad de tratamiento 9, de los "macro" datos ECG, EMG, EEG y datos que describen el movimiento del individuo permiten obtener informaciones acopladas particularmente pertinentes tales como: actividad muscular y cardíaca que corresponde a un esfuerzo puntual dado durante una prueba de esfuerzo, tiempo de recuperación después del esfuerzo (prueba de recuperación), evolución del ritmo cardíaco, de la actividad muscular, cerebral y de las características de desplazamiento en el curso de un ensayo de larga duración (prueba de resistencia física) o dentro del marco de una actividad que implique a varios sujetos (deporte colectivo).

Las pruebas fisiológicas avanzadas, tales como la medida del estrés:

35 Este tipo de medida está destinado a caracterizar el comportamiento de un sujeto en situación de estrés. Requiere la utilización de un sensor de tipo ECG y/o EEG ocasionalmente acoplado a un sensor de movimiento (no compensado). Este conjunto permite observar la evolución del ritmo cardíaco y de los movimientos debidos a la nerviosidad y al estrés cuando un sujeto está sometido a una prueba de estrés. A este efecto, el sistema según la invención está adaptado e incluye al menos un sensor de movimiento tomado entre un acelerómetro de tres ejes, un magnetómetro, un sensor de presión, un giroscopio y un sensor de posición de tipo GPS, un sensor de ultrasonidos de tipo Zigbee o de banda ultra-ancha y al menos un sensor fisiológico tomado entre un electromiógrafo, al menos un sensor de temperatura un electrocardiógrafo ECG, un electroencefalógrafo EEG. Preferentemente, cada uno de dichos sensores tiene al menos una vía.

45 Las pruebas psicológicas así realizadas con la ayuda de las cajas de sensores antes citadas están particularmente adaptadas al control del estrés en un conjunto de profesiones de riesgo, como en particular los bomberos o los policías.

50 El seguimiento de deportistas que evolucionan en un espacio delimitado tal como una sala o un terreno para la práctica de deportes:

El sistema según la invención puede adaptarse igualmente para este tipo de aplicación.

55 El sistema se utiliza en tanto como sensor de equipo en el sentido en el que el supervisor (entrenador u otro) puede visualizar, registrar y recuperar en un terminal informático los datos relativos a sus jugadores: posición en el terreno, estado de fatiga, distancia recorrida, características físicas en el instante de la medida, registro histórico de las características físicas, a modo de ejemplo.

60 El supervisor puede elegir también, en cualquier instante, precisar la medida en un individuo particular de manera que pueda efectuar un análisis fino, incluyendo un diagnóstico médico en tiempo real en el mismo. En este caso, el sensor de equipo adapta automáticamente sus flujos de datos de manera que se deje llegar más información procedente del individuo interesada.

65 Los sensores de movimiento incluyen al menos tres balizas de ultrasonidos acopladas a un dispositivo de sincronización por radio, y cada jugador está provisto de un sensor de ultrasonidos que permite medir a su elección:

las distancias entre cada baliza y el sensor (el sensor necesita entonces una sincronización por radio con los emisores) o las diferencias entre estas distancias (el sensor no necesita, en este caso, ninguna sincronización con los emisores pero los tratamientos a efectuar son más complejos), de manera que se determine la posición relativa de cada jugador respecto al conjunto de los emisores con una frecuencia del orden de magnitud de 5 a 10 Hz.

5 En el caso en donde los deportistas evolucionen en el exterior, el sistema debe adaptarse y los sensores de movimiento incluyen balizas de tipo GPS, posiblemente acopladas a balizas de ultrasonidos, balizas "Zigbee" o balizas de banda ultra-ancha.

10 En ambos casos, los sensores fisiológicos incluyen un cardio-frecuencímetro cuya señal es tratada de manera que se obtenga el ritmo cardiaco de cada jugador.

El suministro de datos a aplicaciones de tipo web distantes:

15 El sistema según la invención puede adaptarse también para este tipo de aplicación. En este caso, los datos procedentes del sensor de equipo constituido por un conjunto de cajas de adquisiciones y por una unidad de supervisión y de registro se transmiten a un servidor distante utilizando un enlace de tipo GSM (teléfono portátil). Luego, se almacenan en una base de datos de manera que sean utilizados por aplicaciones web específicas, como a modo de ejemplo las redes sociales en Internet, o equivalente. El servidor web distante trata los datos según  
20 algoritmos aplicativos específicos, que aquí no se describen, pero que están al alcance del profesional pertinente.

#### VENTAJAS DE LA INVENCION

25 El interés del sistema según la invención es proporcionar una plataforma de sensores flexible y fácilmente adaptable a varios tipos de aplicaciones, tales como el seguimiento de los rendimientos de los caballos de carrera o el seguimiento de actividades humanas deportivas o no. El sistema integra, en particular, en una sola caja electrónica, un sensor de movimiento y un cardio-frecuencímetro y podrá integrar, siempre que se necesite, varios sensores suplementarios.

30 En algunas aplicaciones, tales como el seguimiento de los parámetros de movimiento de los caballos de carrera, la fijación y la localización de caja electrónica única bajo el vientre del caballo, tal como está previsto por la invención, es particularmente importante para el resultado final, y permite simplificar considerablemente el tratamiento de las señales, en particular las vinculadas a los movimientos del caballo, con el fin de extraer informaciones sobre la existencia y la localización de cualquier problema, a modo de ejemplo, a nivel de una articulación de una pata.

35 La caja de sensores funciona como un periférico de teléfono portátil, de asistente digital personal PDA o de terminal informático estándar, lo que evita la adquisición de un receptor dedicado.

40 La utilización del sistema permite proporcionar y analizar datos de movimiento y datos fisiológicos correspondientes, con un nivel de precisión y de detalle bastante mayor que con anterioridad, lo que permite, en particular, una optimización del entrenamiento de los caballos de carrera o de los deportistas que practican un deporte colectivo o individual.

45 En particular, en el caso de caballos de carrera, se podrá seguir la evolución, a modo de ejemplo, de un estado de fatiga muscular en función de la posición real del caballo en un hipódromo y del esfuerzo ya realizado, en comparación con otros caballos que efectúan un esfuerzo similar simultáneamente y detectar así la fatiga muscular, o la aparición de anomalías en el movimiento, pudiendo separar, en particular, las fases de carrera en línea recta y en viraje.

50 La adquisición de los datos se realiza de forma inalámbrica en un terminal de tipo de teléfono portátil, PDA, tableta electrónica PC u ordenador provisto de un radioenlace (a modo de ejemplo, Bluetooth o Zigbee) de manera que se generen los movimientos del animal o del individuo.

55 Las características añadidas del sistema son principalmente la recuperación de informaciones precisas y completas sobre los rendimientos de los individuos (biomecánica, cardiología y desplazamientos), la visualización, la comparación y el análisis en tiempo real de la evolución de estas informaciones de manera individual y colectiva, bien sea

60 La adquisición de los datos se realiza de forma inalámbrica en un terminal de tipo de teléfono portátil, PDA, tableta electrónica PC u ordenador provisto de un radioenlace (a modo de ejemplo, Bluetooth o Zigbee) de manera que se generen los movimientos del animal o del individuo.

65 Las características añadidas del sistema son principalmente la recuperación de informaciones precisas y completas sobre los rendimientos de los individuos (biomecánica, cardiología y desplazamientos), la visualización, la comparación y el análisis en tiempo real de la evolución de estas informaciones de manera individual y colectiva, bien sea localmente o a distancia, y la posibilidad de un seguimiento a largo plazo de los individuos, que permite

optimizar sus rendimientos colectivos e individuales.

La posibilidad de ajustar automáticamente y de forma dinámica entre una caja de sensores y el dispositivo de control a distancia, permite realizar un zoom sobre la actividad física de un individuo en un equipo.

5 La invención permite también realizar una experiencia técnica avanzada de los rendimientos biomecánicos y fisiológicos de individuos humanos o de animales.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un sistema de adquisición y de tratamiento de datos representativos de la actividad física o mental y/o del estado fisiológico de una pluralidad de individuos humanos o animales, en donde incluye:
- 10 a) para cada individuo, una caja electrónica individual y única en cuyo interior están reagrupados varios sensores susceptibles de medir magnitudes físicas y/o biológicas vinculadas a la actividad física del portador de la caja;
- 10 b) cada caja electrónica está, además, provista de medios de comunicación por radio con un dispositivo de control a distancia que permite el control de los datos recogidos a partir de las cajas individuales,
- y en el que:
- 15 - cada caja electrónica individual es adecuada para transmitir un mensaje que contiene los datos medidos por sus sensores hacia una, única, de las cajas electrónicas individuales, denominada "caja de recepción" y
- 15 - la caja de recepción es adecuada para identificar la procedencia de los mensajes recibidos y para transmitirlos al dispositivo de control a distancia.
- 20 2. El sistema según la reivindicación 1, caracterizado por cuanto que cada caja electrónica individual reagrupa sensores de movimiento (5) adecuados para proporcionar, en tiempo real, una señal representativa de los movimientos espaciales del individuo, y al menos un sensor fisiológico (7) adecuado para proporcionar una señal representativa de al menos una magnitud fisiológica del individuo, así como un dispositivo de cálculo que recibe, a la entrada, las señales procedentes de los sensores y que proporciona, a la salida, señales sincronizadas y digitalizadas y una memoria para el almacenamiento de dichas señales sincronizadas y digitalizadas.
- 25 3. El sistema según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por cuanto que la comunicación entre las cajas electrónicas individuales y el dispositivo de control a distancia es bidireccional y permite también enviar a cada caja electrónica individual informaciones o instrucciones.
- 30 4. El sistema según la reivindicación 3, caracterizado por cuanto que las informaciones y/o instrucciones recibidas se restituyen por la caja electrónica individual bajo la forma de mensajes vocales, de señales luminosas, sonoras o eléctricas.
- 35 5. El sistema según la reivindicación 3, caracterizado por cuanto que el dispositivo de control a distancia está provisto de medios para ajustar en tiempo real la banda de paso de la comunicación por radio con cada caja electrónica individual.
- 40 6. El sistema (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por cuanto que está optimizado para el seguimiento de la actividad física de uno o varios caballos en un hipódromo o un área de competición ecuestre y que incluye, para cada caballo, una caja electrónica individual y única, fijada en la desviación de los miembros y en la proximidad de su centro de gravedad.
- 45 7. El sistema (1) según la reivindicación 6, caracterizado por cuanto que todos los sensores de movimiento están situados en el interior de una caja única (3) indeformable de modo que cualquier deriva de posicionamiento de dicha caja traerá consigo una deriva equivalente para el conjunto de los sensores de movimiento, en correspondencia con un cambio de base de referencia y adecuado para corregirse aplicando un cambio de base inverso.
- 50 8. El sistema según la reivindicación 6 o 7, caracterizado por cuanto que la caja electrónica individual está fijada por una correa bajo el vientre del caballo.
- 55 9. El sistema según las reivindicaciones 2 y 6 tomadas en combinación, caracterizado por cuanto que los sensores de movimiento (5) incluyen un acelerómetro de tres ejes, un sensor GPS que proporciona la trayectoria del desplazamiento del caballo y por cuanto que los sensores fisiológicos (7) incluyen un electrocardiógrafo que proporciona la señal cardiaca del caballo en tiempo real.
- 60 10. El sistema según la reivindicación 6, caracterizado por cuanto que los sensores fisiológicos (7) incluyen, además, un sensor de análisis sanguíneo.
- 65 11. El sistema (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, optimizado para el seguimiento de deportistas que evolucionan en un lugar delimitado tal como un terreno o una sala para la práctica de deportes, caracterizado por cuanto que los sensores de movimiento (5) dispuestos en la caja electrónica individual incluyen al menos tres balizas de ultrasonidos acopladas a un dispositivo de sincronización por radio y por cuanto que cada jugador está provisto de un sensor de ultrasonidos que permite medir a elección: la distancia entre cada baliza y el sensor o las diferencias entre estas distancias, de modo que se determine la posición relativa de cada jugador con respecto al conjunto de los emisores con una frecuencia del orden de magnitud de cinco a 10 Hz.

5 **12.** El sistema (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, optimizado para el seguimiento de deportistas que evolucionan en el exterior, caracterizado por cuanto que los sensores de movimiento (5) dispuestos en la caja electrónica individual incluyen balizas de tipo GPS, ocasionalmente acopladas a balizas de ultrasonidos, balizas "Zigbee" o balizas de banda ultra-ancha.

10 **13.** El sistema (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, caracterizado por cuanto que los sensores fisiológicos (7) dispuestos en la caja electrónica individual incluyen un cardio-frecuencímetro cuya señal es tratada de modo que se obtenga el ritmo cardiaco de cada individuo.

15 **14.** El sistema (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, optimizado para la detección del estrés de una persona en situación profesional, caracterizado por cuanto que los sensores de movimiento (5) dispuestos en la caja electrónica individual incluyen un acelerómetro y por cuanto que los sensores fisiológicos (7) incluyen un cardio-frecuencímetro y un electro-encefalógrafo.

20 **15.** El sistema (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, optimizado para pruebas fisiológicas avanzadas en individuos, caracterizado por cuanto que los sensores de movimiento (5) dispuestos en la caja electrónica individual incluyen uno o varios sensores tomados entre un acelerómetro de tres ejes, un magnetómetro, un sensor de presión, un giroscopio y un sensor de posición de tipo GPS, un sensor de ultrasonidos de tipo Zigbee o de banda ultra-ancha y por cuanto que los sensores fisiológicos (7) incluyen uno o varios sensores tomados entre un electromiógrafo, al menos un sensor de temperatura, un electrocardiógrafo ECG, un electroencefalógrafo EEG, teniendo cada uno de dichos sensores (5, 7) al menos una vía.

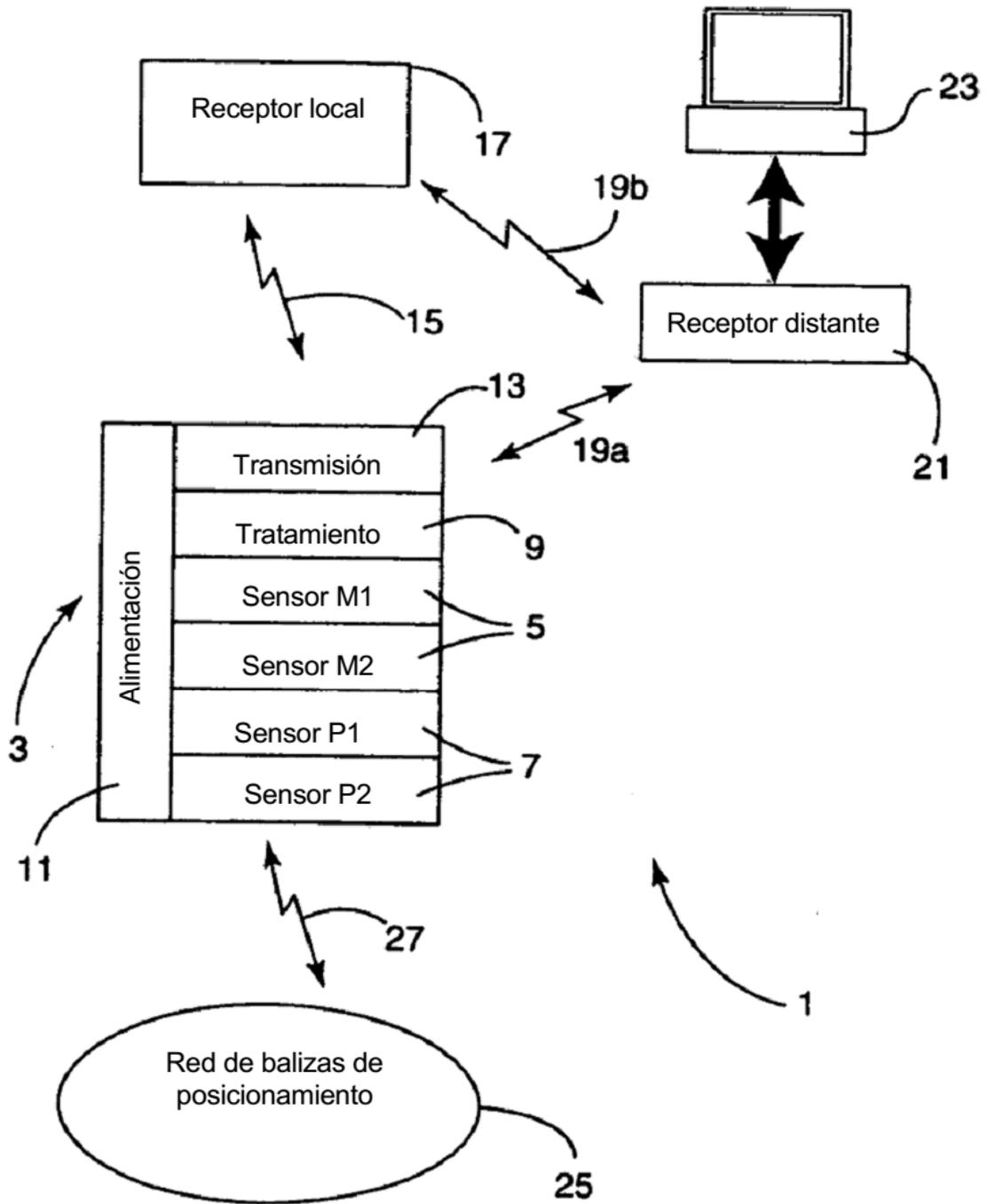


FIG.1