

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
25 de marzo de 2010 (25.03.2010)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2010/031886 A2

- (51) **Clasificación Internacional de Patentes:** Sin clasificar
- (21) **Número de la solicitud internacional:**
PCT/ES2009/000469
- (22) **Fecha de presentación internacional:**
18 de septiembre de 2009 (18.09.2009)
- (25) **Idioma de presentación:** español
- (26) **Idioma de publicación:** español
- (30) **Datos relativos a la prioridad:**
P200802654
19 de septiembre de 2008 (19.09.2008) ES
- (71) **Solicitantes** (para todos los Estados designados salvo US): **UNIVERSIDAD DE GRANADA** [ES/ES]; Hopital Real, Cuesta Del Hospicio S/N, E-18071 Granada (ES). **UNIVERSIDAD DE CÁDIZ** [ES/ES]; Otri, C/ Ancha, 16, E-11001 Cádiz (ES).
- (72) **Inventores; e**
- (75) **Inventores/Solicitantes** (para US solamente): **GONZÁLEZ MONTESINOS, José Luis** [ES/ES]; Facultad de Ciencias de la Educación., Universidad de

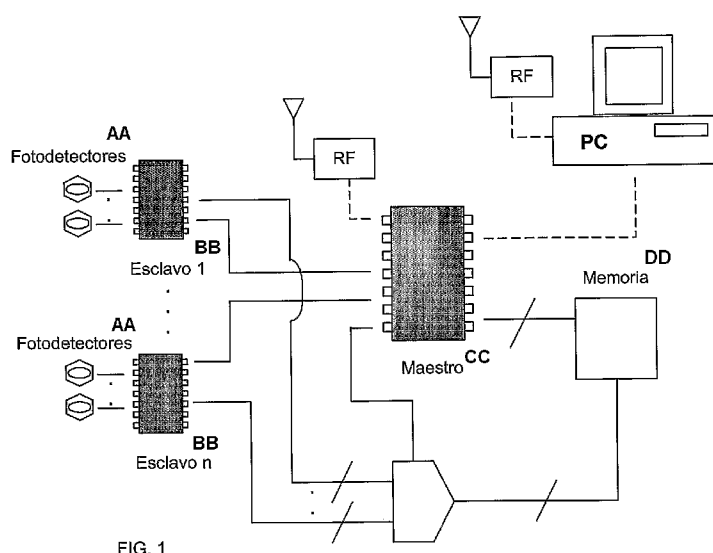
Cádiz, Dpto. Didáctica de la Educación Física, Plástica y Musical., Campus de Puerto Real., E-11510 Puerto Real (Cádiz) (ES). **PALMA LÓPEZ, Alberto** [ES/ES]; OTRI - Universidad de Granada, Edificio BIC Granada., Parque Tecnológico de Ciencias de la Salud, E-18100 Armilla (Granada) (ES). **MORA VICENTE, Jesús** [ES/ES]; Facultad de Ciencias de la Educación., Universidad de Cádiz, Dpto. Didáctica de la Educación Física, Plástica y Musical., Campus de Puerto Real., E-11510 Puerto Real (Cádiz) (ES). **MARTÍNEZ OLMOS, Antonio** [ES/ES]; OTRI - Universidad de Granada, Edificio BIC Granada., Parque Tecnológico de Ciencias de la Salud, E-18100 Armilla (Granada) (ES). **GALLARDO RUIZ, Pablo** [ES/ES]; Facultad de Ciencias de la Educación., Universidad de Cádiz, Dpto. Didáctica de la Educación Física, Plástica y Musical., Campus de Puerto Real., E-11510 Puerto Real (Cádiz) (ES). **CARVAJAL RODRÍGUEZ, Miguel Ángel** [ES/ES]; OTRI - Universidad de Granada, Edificio BIC Granada., Parque Tecnológico de Ciencias de la Salud, E-18100 Armilla (Granada) (ES).

(81) **Estados designados** (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE,

[Continúa en la página siguiente]

(54) **Title:** SYSTEM FOR MEASURING THE TEMPORAL PARAMETERS OF WALKING, RUNNING AND JUMPING BY MEANS OF PHOTODETECTORS

(54) **Título :** SISTEMA DE MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS TEMPORALES DE LA MARCHA, LA CARRERA Y EL SALTO MEDIANTE FOTODETECTORES



AA Photodetectors CC Master
BB Slave DD Memory

(57) **Abstract:** The invention relates to a system for measuring the temporal parameters of walking, running and jumping by means of photodetectors. Said system comprises instrumentation components (hardware), logical programming components (software) and a set of detection elements formed by a number of photodetectors placed on the sole of the sports shoe. Operation is based on recording the changes in the signals from the photodetectors on the basis of a temporal reference common to all of the latter.

(57) **Resumen:** Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores. Comprende componentes de instrumentación (hardware), componentes lógicos de programación (software), y un conjunto de elementos de detección formados por unos fotodetectores colocados en la suela de la zapatilla deportiva. El funcionamiento se basa en el registro de los cambios en las señales procedentes de los fotodetectores, en base a una referencia temporal común para todos ellos.



AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible):

ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla 48.2(g))

SISTEMA DE MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS TEMPORALES DE LA MARCHA, LA CARRERA Y EL SALTO MEDIANTE FOTODETECTORES.

SECTOR DE LA TÉCNICA

Esta invención se refiere a un instrumento de medida y detección de apoyos durante la marcha, saltos y carreras, basado en el uso de elementos fotodetectores para discriminar los apoyos. Además, utiliza señales de radio, lo que evita el uso de cables que unan al sujeto objeto del estudio, con el ordenador que realiza la medición de las señales, siendo de aplicación en diferentes campos.

Por citar algunos ejemplos de aplicación del sistema de medición de los parametros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores podemos mencionar:

- En el campo deportivo, para conocer la duración de los apoyos de los sujetos al marchar, correr o realizar saltos verticales u horizontales.
- En el campo de la medicina, para conocer tiempos de contacto y no contacto de una persona durante la locomoción y así poder diferenciar una marcha normal de una patológica.
- En todos los campos, e incluso en otros no mencionados, permite conocer la frecuencia de paso del sujeto objeto de estudio.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Algunos de los métodos utilizados hasta la fecha para la realización de estudios que requieran la medida y detección de apoyos durante la marcha, saltos y carreras, requieren una alta tecnología e instrumentación compleja, mientras que otros utilizan métodos sencillos y con escaso material instrumental.

A continuación se citan algunos de los métodos mas comúnmente utilizados:

- Filmar al sujeto objeto del estudio en vídeo Super-VHS, mientras realiza la actividad física (andar, correr o saltar), para posteriormente analizar su movimiento con la ayuda

de un ordenador. Este método resulta económicamente caro, incómodo para el investigador y no muy preciso, ya que la filmación en vídeo permite únicamente una precisión de 2 centésimas de segundo. A ello hay que sumar que los resultados no se obtienen de forma inmediata, sino que es necesario un laborioso trabajo posterior.

- Filmación con cámaras de alta velocidad: Estas cámaras son muy precisas, pero totalmente inaccesibles para el entrenador medio o para un investigador con bajo presupuesto. Permiten filmar a velocidades muy altas, lo cual nos da una precisión de milisegundos, con lo cual se evita el inconveniente de la falta de precisión que presentaba el método anterior, pero continúa presentando otro gran inconveniente, que consiste en la necesidad de realizar el estudio posterior de la grabación, por lo que mediante este método continúa siendo imposible obtener de manera inmediata.
- Plataformas de contactos: Consisten en plataformas de longitud variable, que contienen múltiples láminas, que entran en contacto cuando el sujeto objeto del estudio pisa sobre ellas. Estas plataformas suelen extenderse sobre la pista de atletismo o en el interior de laboratorios, debiendo estar conectadas a un ordenador, que detecta la señal generada por el contacto de las láminas de la pista, determinándose así los tiempos de vuelo y de suelo que realiza el deportista durante la carrera. Su principal inconveniente radica en su baja precisión y el rápido deterioro que sufren las láminas anteriormente mencionadas.
- Plataformas de infrarrojos o con sistema laser: El principio de funcionamiento es similar al sistema anterior, pero instrumentalmente consisten en el uso de dos barreras de sensores de infrarrojos o de laser, separadas a una determinada distancia, entre las cuales discurre el sujeto objeto del estudio. Este método permite cuantificar la duración de los apoyos del sujeto al interferir o no interferir las líneas de infrarrojos/laser creadas por la barrera. Su principal problema continúa siendo la precisión, la cual va a depender del número de sensores utilizados, y la ubicación de los mismos que obliga al sujeto a discurrir por un espacio determinado.
- Detectores de apoyos mediante pasillos conductores: Consiste en unas zapatillas instrumentadas con unos componentes metálicos que al contactar con un pasillo conductor cuantifica los tiempos de contacto y no contacto del sujeto al andar, correr o saltar sobre esa superficie metálica. Su principal problema radica en que el desplazamiento del sujeto se limita a esa plataforma o tapiz metálico por lo que no es aplicable en situación real deportiva o en el desplazamiento en superficies no metálicas.

- Detectores de apoyos mediante acelerómetros: Consisten en unas zapatillas instrumentadas con unos acelerómetros que permiten cuantificar distancias, velocidades y alturas de salto. Los acelerómetros se localizan en la suela de una de las zapatillas del deportista y mediante un transmisor de radiofrecuencia se envían los datos a un receptor localizado en la muñeca para realizar los cálculos pertinentes. Su principal limitación radica en que no discrimina la duración de los apoyos de diversas partes del pie, como puede ser la duración de los apoyos del talón o del antepié. Además, al estar únicamente localizado en una de las zapatillas, sólo se reciben los datos obtenidos por ésta, suponiéndose, erróneamente, que los apoyos realizados con la otra zapatilla deportiva van a ser iguales.

Por tanto, queda patente la necesidad de idear un método alternativo, que utilice una tecnología que elimine las deficiencias presentadas por los métodos empleados en la actualidad y que permita conocer en tiempo real la duración de los apoyos y tiempos de vuelo de ambos pies, de la marcha, la carrera y el salto, en cualquier tipo de superficie, el cual constituye el objeto de la presente invención.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

Actualmente son innumerables los estudios realizados acerca del movimiento humano desde la perspectiva de la medicina, de la veterinaria, la biomecánica, la fisiología y el entrenamiento, pero aún quedan muchos aspectos por estudiar, entre otros la duración de los apoyos realizados, que pueden permitir que mejore aún más su tratamiento, rehabilitación, o incluso su rendimiento.

Los campos de aplicación del sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores van desde la perspectiva médica/traumatológica, deportiva, veterinaria, etc.

Desde el punto de vista médico, sobre todo en el campo de la traumatología y la rehabilitación, la marcha humana es muy estudiada, utilizando para ello múltiples instrumentos de medición.

Ya desde los primeros años de su infancia, el ser humano aprende a caminar de forma natural, experimentando con su cuerpo hasta alcanzar un estilo propio. Pese al carácter individual de este proceso, las semejanzas entre sujetos distintos son tales que puede hablarse de un patrón característico de marcha humana normal, así como de las modificaciones que dicho patrón experimenta debido a la influencia de diversos factores, intrínsecos o extrínsecos al sujeto, y, sobre todo, bajo determinadas condiciones patológicas.

El ciclo de marcha, comprende fases de apoyo bipodal y apoyo monopodal derecho e izquierdo cuya cuantificación temporal permitiría la realización de estudios que permitieran la creación de parámetros temporales que en base a determinados coeficientes permitan descubrir un patrón característico de la marcha humana. Dicho patrón temporal permitiría estudiar la evolución del patrón de marcha en sujetos con problemas traumáticos o tras una cirugía reparadora.

Algunos centros de investigación han desarrollado pasillos instrumentados y plataformas de contactos e infrarrojos, que le han permitido cuantificar tales parámetros. Nuestra invención no necesita ninguna superficie especial para la detección de los apoyos, únicamente una iluminación adecuada. En el caso de elementos fotodetectores sensibles a luz visible basta con luz ambiental. Además, incorpora un sistema vía radio que permitiera prescindir de cables que los uniesen al ordenador.

Mediante el presente sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores es posible realizar múltiples estudios relacionados con la marcha humana, vía radio y en tiempo real.

Es posible por tanto, estudiar la cadencia de pasos ejecutados en un intervalo de tiempo, tiempos de doble apoyo, tiempos de vuelo y suelo de cada uno de los pies y múltiples parámetros relacionados con la locomoción humana.

También es posible el estudio de la marcha de los ancianos, condicionada, por un lado, a los cambios debido a la edad y, por otro, a los efectos de diversas patologías, como la osteoartritis degenerativa y el parkinsonismo, que son más frecuentes a edades avanzadas.

Existen múltiples posibilidades para clasificar las alteraciones de la marcha debidas a patologías, según su etiología, según la zona anatómica afectada, según la fase de la marcha que esté alterada, etc. No obstante, todos los procesos patológicos acaban provocando determinadas alteraciones que son objetivables mediante el presente sistema de análisis y estudio de la marcha humana. Así pues, desde el campo médico se podrían realizar estudios de parámetros relacionados con la locomoción humana y sus posibles alteraciones en pacientes con problemas en el aparato locomotor.

Desde el punto de vista del deporte, el sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores permite el conocimiento de la duración y frecuencia de los apoyos y va a posibilitar un nuevo nivel de valoración y estudio de la condición física del sujeto. Conociendo los tiempos de apoyo y tiempos de vuelo de los pies en el suelo es posible determinar índices tan importantes en el entrenamiento como son:

- La duración fase de impulsión de los apoyos durante la carrera o el salto.
- La altura de los saltos: Al conocer el tiempo de vuelo de un salto vertical es posible conocer la altura alcanzada.
- La frecuencia de zancada y paso en una carrera.

Además, al no precisar de pasillo conductor o realizar el movimiento en una zona limitada, se pueden realizar estudios en situación real de competición, como por ejemplo, valorar la capacidad de salto en jugadores de baloncesto o voleibol o cuantificar la duración de los apoyos en una carrera de atletismo.

El conocimiento de estos datos permitirá la elaboración de programas de entrenamiento más eficaces y ajustados a la situación real del sujeto. Se podrá por tanto aumentar el rendimiento del atleta de forma más rápida y precisa, disponiendo en todo

momento y en tiempo real de información que permitirá un conocimiento inmediato y determinante con el sujeto.

El sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores permitirá la creación de nuevos tests de condición física, más ajustados a las necesidades reales de valoración y que midan con total precisión los parámetros a estudio.

Entre las ventajas del sistema destaca el hecho de que al realizar la transferencia de los datos vía radio, el sujeto a estudiar no ha de cargar con cables que le unan al ordenador y que pueden interferir en su forma de andar o saltar. Además, al obtener los datos en tiempo real, el examinador puede observar la evolución del sujeto a lo largo de la prueba..

El sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores comprende componentes de instrumentación (hardware), componentes lógicos de programación (software), y un conjunto de elementos de detección formados por unos fotodetectores colocados en la suela de la zapatilla deportiva.

1.- Componente software.

El *módulo software* consiste en un programa de ordenador, que cuenta con un interface gráfico y que accede a una base de datos en la cual se almacenan los datos de los individuos y mediante el cual se programan las pruebas a realizar, sensores que se van a utilizar, mediciones, etc.

Mediante éste módulo, el usuario podrá definir el tipo de prueba - marcha, carrera, salto- y el protocolo que desea realizar, dependiente de parámetros tales como sensor de inicio y sensor de finalización por medio de fotocélula, utilización de metrónomo que marque un ritmo predeterminado en un test de marcha, número de saltos a realizar, duración de la prueba, sonidos para marcar inicio y fin de prueba, filtro de ruidos eléctricos, distancia de prueba, anular determinados eventos, etc.

Una vez iniciada la prueba es posible visualizar estadísticas en tiempo real, así como gráficas de los tiempos activos y desactivos de todos los sensores que han sido configurados al inicio de la prueba.

2.- Componentes hardware

El sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores cuenta con el módulo hardware principal situado sobre el cuerpo del sujeto bajo estudio, que se describe a continuación.

Dicho módulo es una unidad física que admite como entrada la señal procedente de los elementos fotodetectores situados en la suela y que tiene como salida conexión al ordenador tanto por buses de campo físicos (como por ejemplo RS232, USB, etc..) como inalámbrica vía radio. Sus componentes principales son:

- i. Módulo de alimentación que permite tanto el suministro energético autónomo por baterías o placas solares como de la red eléctrica a través de adaptadores de voltaje convencionales.
- ii. Módulos para comunicación con buses e inalámbrica.
- iii. Módulo de acondicionamiento de las señales procedentes de los fotodetectores para su posterior procesamiento por sistemas digitales.
- iv. Memoria de datos rápida y de alta capacidad para servir de almacenamiento intermedio hasta la comunicación con el ordenador (por ejemplo, memoria RAM).
- v. Una o varias unidades de proceso secundarias o esclavas que gestionan la adquisición de los eventos que marcan los tiempos de apoyo de cada sensor.
- vi. Unidad central de proceso principal o maestra con capacidad para la supervisión de los módulos de alimentación, comunicaciones, el bus principal de datos y la memoria; y los buses de control y las otras unidades de proceso secundarias o esclavas.

El funcionamiento se basa en el registro de los cambios en las señales procedentes de los fotodetectores, en base a una referencia temporal común para todos ellos. El módulo de acondicionamiento evita señales falsas debido a rebotes o interferencias y convierte a digital la información. Cada unidad de procesamiento secundaria se encarga de recibir y preprocesar dichas señales agrupadas por pie o zona de pie mediante interrupción o captura de flanco del cambio de la señal. La unidad central principal se encarga de supervisar esta tarea evitando que se pierdan eventos simultáneos e indicando el orden de escritura en la memoria de datos. Asimismo, se encarga de marcar una referencia temporal común y de gestionar los paquetes de datos y los protocolos de comunicaciones con el ordenador.

Un posible diseño se basa en la característica modular que posee el hecho de poder sumar más o menos unidades de proceso secundarias según el número de fotodetectores incluidos en las suelas.

El módulo hardware principal posee una serie de pulsadores en el panel frontal, cuya misión es la de proporcionar las señales de inicio, fin y marcas de prueba. Cuenta además con diodos led que proporcionan información sobre el estado de la alimentación, de la comunicación con el ordenador y de la conexión radio con el ordenador. Este módulo posee los elementos necesarios para su fijación al sujeto bajo estudio.

3.-Elemento de detección: Fotodetectores localizados en la suela del calzado

Se compone de elementos fotodetectores (por ejemplo, fotodiodos, fototransistores) que pueden operar tanto en el rango visible como en el infrarrojo (en este caso se incluyen emisores de infrarrojos) situados en la suela del calzado. Al apoyar y levantar la suela, el nivel de luz procedente de la reflexión con el suelo o por incidencia directa varía en el fotodetector, modificándose su salida. Esta modificación constituye el cambio que se procesa para señalar la dinámica del pie. Con fotodetectores trabajando en el visible la luz ambiente es la responsable de sus cambios de corriente de salida. Si se trabaja en el infrarrojo, ya no es necesaria la luz ambiente y en este caso, el fotodetector va acompañado de un emisor de infrarrojos que al levantar la suela y mediante reflexión con el suelo o incidencia directa lo activa. Este emisor de infrarrojos puede situarse junto al fotodetector o ser una fuente externa.

Estos sensores situados en la suela están conectados al módulo hardware principal mediante finos cables conductores, soldados por dentro de la suela de la zapatilla, de tal forma que están protegidos de los rozamientos con el suelo o lugar de desplazamiento.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1.- Diagrama de bloques del módulo hardware principal donde se señalan los elementos más relevantes de una posible realización de la invención. La comunicación al computador por cable o inalámbrica se ha marcado con líneas discontinuas indicando comunicación complementaria y/o alternativa.

MANERA EN QUE LA INVENCION ES SUSCEPTIBLE DE APLICACIÓN INDUSTRIAL

No se considera necesario hacer más extensa esta descripción para que cualquier experto en la materia comprenda el alcance de la invención y las ventajas que de la misma se derivan.

Los materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos serán susceptibles de variación, siempre y cuando ello no suponga una alteración a la esencialidad del invento.

Los términos en que se ha descrito esta memoria deberán ser tomados siempre con carácter amplio y no limitativo.

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, que comprende:

- un módulo lógico (software), que debe estar instalado en el ordenador que se utilice para descargar los datos de la prueba realizada, procedentes del módulo hardware, que consiste en un programa de ordenador, que cuenta con un interfaz gráfica y que accede a una base de datos en la cual se almacenan los datos de los individuos, y mediante el cual se programan las pruebas a realizar, los sensores que se van a utilizar y las mediciones a realizar.
- Un módulo físico (hardware), compuesto por una serie de elementos que reciben, mediante bus físico o vía radio, y almacenan los datos recogidos por los sensores situados en el calzado.
- Una pluralidad de elementos de detección que consisten en una serie de sensores de fotodetección colocados en la suela de un calzado.

2.- Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicación 1, caracterizado porque el módulo lógico permite al usuario definir, entre otros parámetros, el tipo de prueba - marcha, carrera, salto- y el protocolo que desea realizar, dependiente de parámetros tales como sensor de inicio y sensor de finalización por medio de fotocélulas, utilización de metrónomo que marque un ritmo predeterminado en un test de marcha, la duración de la prueba, los sonidos para marcar inicio y fin de prueba, aplicación de filtro de ruidos eléctricos, la distancia de prueba y anular determinados eventos.

3.- Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque una vez iniciada la prueba, mediante el módulo lógico, es posible visualizar estadísticas en tiempo real, así como gráficas de los tiempos activos y desactivos de todos los sensores que han sido configurados al inicio de la prueba.

4.- Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicación 1, caracterizado porque el módulo hardware principal consiste en una unidad física que admite como entrada la señal procedente de los elementos fotodetectores situados en la suela del calzado, y que tiene como salida conexión al ordenador tanto por buses de campo físicos (como por ejemplo RS232, USB, etc..) como inalámbrica vía radio.

5.- Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicaciones 1 y 4, caracterizado porque el módulo hardware comprende los siguientes componentes

- i. Módulo de alimentación que permite tanto el suministro energético autónomo por baterías o placas solares como de la red eléctrica a través de adaptadores de voltaje convencionales.
- ii. Módulos para comunicación con buses e inalámbrica.
- iii. Módulo de acondicionamiento de las señales procedentes de los fotodetectores para su posterior procesamiento por sistemas digitales.
- iv. Memoria de datos rápida y de alta capacidad para servir de almacenamiento intermedio hasta la comunicación con el ordenador (por ejemplo, memoria RAM).
- v. Unidad central de proceso principal o maestra, que por ella misma, o mediante una o varias unidades de proceso esclavas, gestione la adquisición de los eventos que marcan los tiempos de apoyo de cada sensor. Además, tendrá la capacidad para la supervisión de los módulos de alimentación, comunicaciones, el bus principal de datos y la memoria; y los buses de control y las otras unidades de proceso secundarias o esclavas.

6.- Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicaciones 1 y 5, caracterizado porque el diseño del módulo hardware principal se basa en la característica modular que lo dota de la capacidad de poder sumar más o menos unidades de proceso secundarias, según el número de fotodetectores incluidos en las suelas.

7.- Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicaciones 1, 5 y 6, caracterizado porque el módulo hardware principal posee una serie de pulsadores, cuya misión es la de proporcionar las señales de inicio, fin y marcas de prueba.

8.- Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicaciones 1, 5, 6 y 7, caracterizado porque el módulo hardware principal posee diodos led que proporcionan información sobre el estado de la alimentación, de la comunicación con el ordenador y de la conexión radio con el ordenador.

9.- Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicaciones 1, 5, 6, 7 y 8, caracterizado porque el módulo hardware principal posee los elementos necesarios para su fijación al sujeto bajo estudio.

10.- Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicación 1, caracterizado porque los elementos fotodetectores se sitúan en lugares estratégicos de la suela del calzado, que permiten determinar el lugar y la duración del apoyo mediante la detección del cambio en la intensidad luminosa bajo la suela, tanto en el visible como fuera de él, durante el proceso de apoyo del pie.

11.- Sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicaciones 1 y 10, caracterizado porque los fotodetectores situados en la suela están conectados al módulo hardware principal mediante finos cables conductores, soldados por dentro de la suela de la zapatilla, de tal forma que están protegidos de los rozamientos con el suelo o lugar de desplazamiento.

12.- Uso del sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicaciones 1 a 11, para conocer la duración de los apoyos de personas al marchar, correr o realizar saltos verticales u horizontales.

13.- Uso del sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicaciones 1 a 11, para conocer tiempos de apoyo y no apoyo de una persona durante la locomoción y así poder diferenciar una marcha normal de una patológica.

14.- Uso del sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicaciones 1 a 11, para conocer la frecuencia de paso de una persona objeto de estudio.

15.- Un método de uso del sistema de medición de los parámetros temporales de la marcha, la carrera y el salto mediante fotodetectores, según reivindicaciones anteriores, que consiste en establecer a través de un ordenador que tiene instalado un programa, que denominamos módulo lógico, el tipo de prueba a realizar, los sensores a utilizar y las mediciones a realizar, y dotar al sujeto objeto del estudio de un par de calzados, cuyas suelas contienen una serie de elementos de fotodetección que obtienen los datos de los apoyos de los pies del sujeto cuando estos se desplazan sobre el suelo, y los transmiten al módulo hardware, el cual los almacena hasta que son transferidos al programa ordenador que ordenó el comienzo de la prueba, para que mediante una interfaz gráfica, se muestre una estadísticas en tiempo real, así como gráficas de los tiempos activos y desactivos de todos los sensores que han sido configurados al inicio de la prueba.

1/1

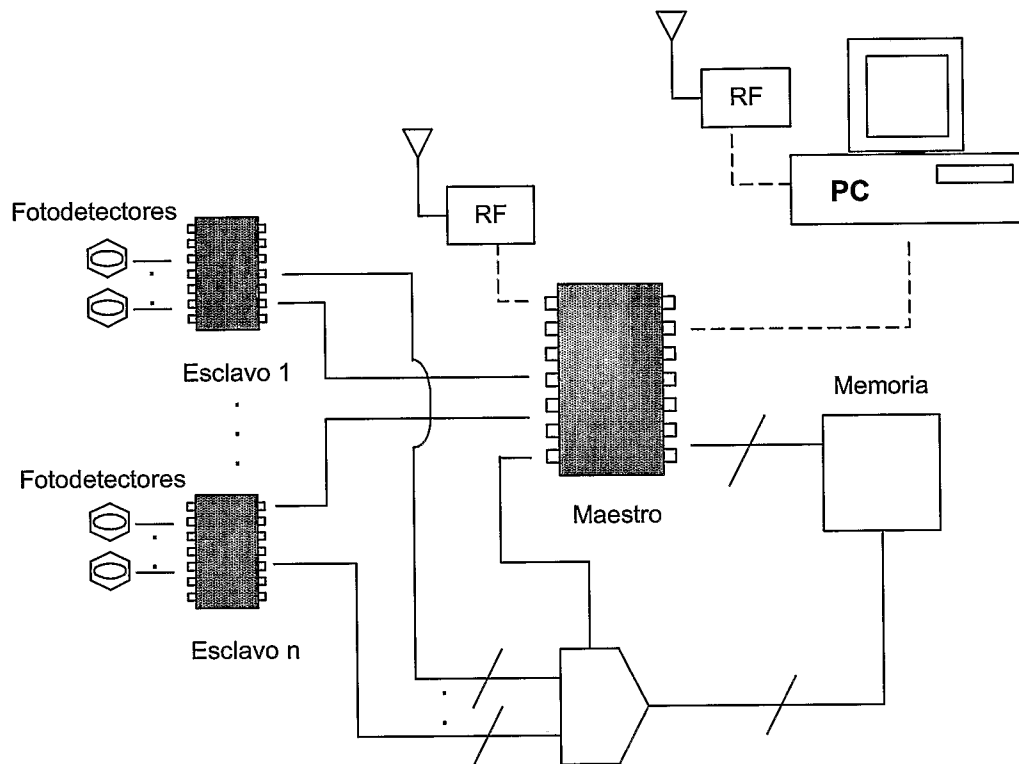


FIG. 1