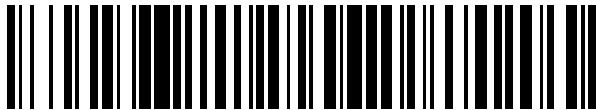


(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 921 499**

(21) Número de solicitud: 202100027

(51) Int. Cl.:

A61B 5/11 (2006.01)

(12)

SOLICITUD DE PATENTE

A1

(22) Fecha de presentación:

17.02.2021

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

26.08.2022

(71) Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN
CANARIA (82.0%)
Juan de Quesada 30
35001 Las Palmas de G. C. (Las Palmas) ES y
UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO MEDIO (18.0%)**

(72) Inventor/es:

DÍAZ CABRERA, Moisés

(54) Título: **Dispositivo sensor y método asociado para la captación y el procesado de datos
cinemáticos de un animal terrestre**

(57) Resumen:

Dispositivo sensor y método asociado para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), comprendiendo al menos un sensor de movimiento (2) configurado para captar las datos cinemáticos del animal terrestre (1) durante un periodo de tiempo determinado; comprendiendo medios de procesamiento (3) configurados para convertir al menos una señal de entrada (50) procedente del sensor de movimiento (2), de acuerdo a un método según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 15, emitiendo al menos una señal de salida (51) proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre (1); comprendiendo al menos un elemento de memoria (4) configurado para almacenar al menos una señal de salida (51) proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre (1). Así se posibilita el capturar y analizar datos cinemáticos de animales terrestres (1), principalmente cuadrúpedos de ganado o mascotas, para analizar su estado motor y sanitario.

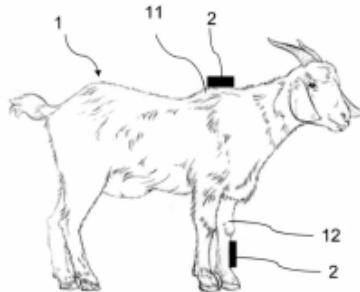


FIG 1

DESCRIPCIÓN

Dispositivo sensor y método asociado para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre

5 **Objeto de la invención**
La presente solicitud de patente tiene por objeto presentar un dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre, según la reivindicación
10 1, y un método asociado para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre, según la reivindicación 2, incorporando las siguientes características:

Antecedentes de la invención

15 Son conocidos en el estado de la técnica diversos dispositivos sensores de aplicación al cuerpo humano, con funcionalidades diversas, viniéndose a denominar de modo alternativo como biosensores.

Un biosensor puede definirse como un dispositivo compuesto por dos elementos: un receptor biológico preparado para detectar específicamente un parámetro químico o físico, y un transductor, capaz de interpretar la reacción de reconocimiento biológico que produce el receptor, y convertirla en una señal cuantificable. Los dos constituyentes del biosensor están integrados conjuntamente, y es precisamente esta unión la que le confiere a dichos dispositivos sus especiales características de sensibilidad y selectividad. Aunque la aplicación fundamental de los biosensores se halla en el campo del diagnóstico clínico, no hay que olvidar su aplicación en otros campos como el medioambiental, la industria agroalimentaria, la farmacéutica, el control de procesos industriales o la detección de agentes bioterroristas, por citar algunos. El campo médico es el que más claramente se ha beneficiado de la utilización de biosensores, no solo en la realización de análisis clínicos sino también en el descubrimiento de nuevos fármacos, en el desarrollo de órganos artificiales o en la monitorización en tiempo real de los pacientes.

Son conocidos en particular biosensores para humanos, como por ejemplo el de la patente ES2300289, el cual hace referencia a un biosensor como elemento para medir parámetros químicos en determinados campos de aplicación. En particular dicho biosensor incluye una sección inferior con un borde y una pestaña que se extiende desde el borde, una sección superior apoyada en la sección inferior y que tiene un borde y una pestaña que se extiende desde el borde en alineación con la pestaña de la sección inferior. Las pestañas de las secciones superior e inferior cooperan para formar un canal capilar, y un primer y segundo electrodos. Además, el primer electrodo se coloca en la pestaña de la sección inferior en el canal capilar y el segundo electrodo se coloca en la pestaña de la sección superior en el canal capilar. Sin embargo, dicho biosensor está enfocado a la medición de parámetros químicos y no tanto físicos, como podría ser el movimiento.

45 Es también conocido del estado de la técnica, según la patente ES2563497, un sistema de supervisión de animales, que comprende un sistema de localización en tiempo real para identificar y rastrear individualmente los movimientos de un grupo de animales etiquetados en tres dimensiones dentro de una zona de supervisión. Un sistema de monitoreo de animales, que comprende un sistema de ubicación en tiempo real (RTLS) para identificar y rastrear individualmente los movimientos de los animales marcados en tres dimensiones dentro de una zona de monitoreo, y medios para discriminar entre diferentes actividades de al menos un

50

animal en función de la ubicación del animal. Sin embargo, en dicha patente no se contempla el uso de sensores para analizar la motricidad de los animales.

5 No se ha encontrado ningún documento ni antecedente que se aproxime al objeto de la presente invención, que es el de capturar y analizar datos cinemáticos de animales terrestres, principalmente de ganado o mascotas, para analizar su estado motor y sanitario.

Descripción de la invención

10 La presente invención se refiere a un dispositivo sensor y método asociado para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre. Comprende un sistema de captura y análisis de datos iniciales de la cinemática de animales, principalmente, de granja o mascotas, que en combinación con la teoría cinemática de los movimientos rápidos se usaría para analizar el estado motor del animal terrestre. El sistema tiene como novedad el procesado de los datos iniciales adquiridos, puesto que se basa en la aplicación del principio de lognormalidad, el cual puede ser usado para la detección de anomalías en la cinemática natural y libre del animal, posibilitando la detección precoz de enfermedades, mejorando el bienestar del animal y su producción.

20 Más en particular, el dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre, comprende al menos un sensor de movimiento configurado para captar los datos cinemáticos del animal terrestre durante un periodo de tiempo determinado, comprende a su vez medios de procesamiento configurados para convertir al menos una señal de entrada procedente del sensor de movimiento, emitiendo al menos una señal de salida proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre, y comprende a su vez al menos un elemento de memoria configurado para almacenar al menos una señal de salida proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre, y de modo preferente, animales terrestres cuadrúpedos.

25 30 Concretamente el sistema se basa en un sensor de movimiento, preferentemente un sensor inercial, que es capaz de recoger los datos cinemáticos del animal cuadrúpedo durante un periodo de tiempo para almacenarlos en el elemento de memoria. Dicho sensor de movimiento o biosensor tiene la característica de que no es invasivo, y registra la cinemática del animal durante un período de tiempo, almacenándolo en un elemento de memoria para posteriormente ser analizado.

35 Dichas señales de salida se compendian en un informe de salida con una serie de parámetros proporcionales a una medida cuantificable de la cinemática del animal terrestre. Estos parámetros son extraídos de modo preferente por la descomposición de la cinemática, basado en el principio de lognormalidad, mediante un modelo Sigma-Lognormal en 3D que modela la cinemática del animal con parámetros relacionados con el estado neuromotor del animal al mismo tiempo.

40 45 50 De este modo el dispositivo sensor permite realizar un modelado de la cinemática basado en el principio de lognormalidad, y generar una salida para realizar la predicción sobre si el animal tiene alguna dolencia en su actividad locomotora típica, pudiendo establecer una predicción sobre posibles enfermedades especialmente relacionadas con el aparato locomotor del animal. Así, el sistema mide y cuantifica el estado neuromotor de cada animal sin síntomas de enfermedad, de tal manera que podremos compararlo con aquellos que si presenten esos síntomas, ya sean de índole locomotor u otros. Actores como veterinarios o ganaderos acceden a dicha cuantificación con el fin de obtener métricas objetivas de posibles patologías en la actividad locomotora típica de los animales.

Esta invención, por tanto, permite la detección de anomalías en la cinemática de animales asintomáticos que anticipa la aparición de signos clínicos, especialmente aquellos que influyan directamente en el movimiento como, por ejemplo, las cojeras. La anticipación a cualquier patología supone siempre evitar un dolor y, por tanto, una mejora en el bienestar del animal. En 5 cuanto animales de ganado, todo ello conduce, además, a mejorar su producción en términos de menor producción láctea, menor costes de tratamientos, de profesionales veterinarios o largos tiempos de espera por medicamentos, entre otros. En definitiva, la invención presente supone una herramienta novedosa que podrá modernizar el sector ganadero, traduciéndose en 10 una mejora de la calidad de vida de los animales y por tanto, directa e indirectamente, en un mayor rendimiento productivo de los mismos.

Respecto del apoyo de la presente invención en la teoría cinemática de los movimientos humanos rápidos, señalar que dicha teoría cinemática estudia el modelo de generación de movimiento humano. Esta generación se produce inicialmente en la parte cognitiva del cerebro, 15 la cual estima un plan de trayectoria. Una vez este plan es estimado, la corteza cerebral motora envía las órdenes oportunas al sistema musculo-esquelético para activar o desactivar aquellos miembros encargados de ejecutar el movimiento cinemático. En su forma primitiva, una cinemática compleja es una sucesión de órdenes que emite el cerebro mediante impulsos síncronos. Así pues, la teoría cinemática de los movimientos rápidos humanos modela la 20 velocidad de cada uno de esos impulsos mediante una única función llamada lognormal. En consecuencia, la velocidad de una cinemática más compleja, como puede ser el andar, mover el brazo, pierna o, incluso, la cola de un animal, puede ser modelado como una suma vectorial de lognormales. Cuando una cinemática es sana, su velocidad presenta un patrón determinado 25 caracterizado, principalmente, por aproximaciones de funciones lognormales ideales debido a la fluidez de la propia cinemática. En cambio, la cinemática de un paciente animal, el cual padece alguna patología en su motricidad, presenta unos patrones de velocidad amorfos y distorsionados. En esta invención se usará la teoría cinemática de los movimientos rápidos 30 humanos para estimar las anomalías de la cinemática animal cuando está enfermo, analizar su estado motor y poder mejorar su bienestar a partir del análisis lognormal de señales de velocidad adquiridas con sensores inerciales.

Según otro aspecto del dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre, el sensor de movimiento comprende un acelerómetro, de manera que el dispositivo sensor puede medir las variaciones de aceleración en un intervalo 35 concreto de tiempo, de una parte del cuerpo del animal terrestre. Preferentemente el acelerómetro es de tres ejes de cara a poder medir una variación de aceleración tridimensional.

Adicionalmente, el sensor de movimiento comprende un giróscopo, de modo que el dispositivo sensor puede medir el cambio de orientación en el espacio, de una parte del cuerpo del animal terrestre. Preferentemente el giróscopo es de tres ejes de cara a poder medir un cambio de 40 orientación tridimensional en el espacio.

Complementariamente, el sensor de movimiento comprende un magnetómetro, o brújula, de modo que el dispositivo sensor puede medir variaciones en la señal de campo magnético terrestre, ayudando precisar los cambios de orientación del dispositivo sensor. Preferentemente 45 el magnetómetro es de tres ejes de cara a poder medir variaciones tridimensionales en la señal de campo magnético terrestre.

En una realización preferida de la invención, en el que el dispositivo sensor comprende un 50 sensor de movimiento, incluyendo un acelerómetro, un giróscopo y un magnetómetro, el sensor de movimiento es un sensor inercial, con lo que se hace posible estudiar de modo preciso la cinemática completa del animal terrestre.

- Según otro aspecto de la invención, los medios de procesamiento comprenden al menos un transductor y/o un elemento computacional. De este modo el dispositivo sensor cuenta, por un lado, con un primer elemento capaz de interpretar la señal de entrada recogida por el sensor de movimiento, y convertirla en una señal cuantificable, el transductor. Y por otro, con un segundo elemento capaz de generar una predicción sobre anomalía en la cinemática que dará lugar a una señal de salida. En una realización preferida, los medios de procesamiento comprenden ambos elementos, el transductor y el elemento computacional, los cuales, actuando coordinadamente, dan una señal de salida orientativa acerca de la normalidad o no de la cinemática del animal terrestre.
- Ventajosamente, el elemento de memoria está configurado para almacenar las señales de salida en al menos un fichero informático, quedando así registradas para ulteriores comprobaciones y comparativas.
- Cabe señalar que, preferentemente, el sensor de movimiento está configurado para ser colocado en la cruz del animal terrestre, en una de sus patas y/o de manera subcutánea, con el fin de que el sensor de movimiento quede fijo a alguna parte del cuerpo del animal y, así, percibir y registrar, principalmente, solo la cinemática del cuerpo del animal terrestre sin interferencias. Precisar que la cruz, en zoología, y referida a los cuadrúpedos, es una prominencia situada en la porción anterior del espinazo. Como modalidades de fijación pueden ser, de modo opcional, mediante una grapa o parche, con algún mecanismo tipo arnés o correa o cinturón, o con un elemento adhesivo, o por medio de incisión en la piel.
- Es también objeto de la presente invención, un método para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre, que comprende las etapas de i) captación de al menos una señal de aceleración, por medio de un sensor de movimiento; ii) partición de la señal de aceleración en intervalos de tiempo predeterminados; iii) obtención del perfil de la velocidad a partir de la señal de aceleración, en donde dicha señal de aceleración se procesa efectuando una compensación de la deriva del sensor de movimiento asumiendo que en cada paso hay un instante de velocidad nula en la dirección de la gravedad; iv) descomposición del perfil de la velocidad con un modelo Sigma-Lognormal en 3D de la teoría cinemática de movimientos rápidos mediante una suma vectorial de funciones matemáticas, en donde dichas funciones matemáticas pueden ser lognormales, dobles lognormales, gaussianas, gamma, beta o función de valores extremos generalizada u otra similar, con el fin de optimizar la aproximación con dicho perfil de velocidad; v) descomposición de la trayectoria con el modelo Sigma-Lognormal en 3D de la teoría cinemática de movimientos rápidos; vi) extracción de al menos un parámetro de cada función matemática del modelo Sigma-Lognormal en 3D usadas para aproximar el perfil de velocidad y trayectoria; vii) monitorización de al menos un parámetro de las funciones matemáticas que modelan la velocidad con unos márgenes de referencia correspondientes a la cinemática normal del animal terrestre, en donde dichos márgenes se calculan automáticamente para cada especie de animal terrestre en la etapa previa de calibrado del sensor de movimiento; viii) establecimiento del estado prodrómico de un animal si éste supera los márgenes de referencia en la monitorización de la etapa vii) de forma continuada.
- De este modo se hace posible la estimación del estado neuromotor de un animal terrestre, a partir de su estado prodrómico, es decir del estado de malestar previo a la declaración de una enfermedad. Es cuando se detecta que se superan los márgenes de referencia que se establece la recomendación de que un profesional médico evalúe dicho animal terrestre.
- Señalar que los parámetros de cada función matemática son extraídos de modo preferente por la descomposición cinemática, basado en el principio de lognormalidad, mediante un modelo

Sigma-Lognormal en 3D que modela la trayectoria y velocidad del animal con parámetros relacionados con el estado neuromotor del animal. Por modelo Sigma-Lognormal se entiende una suma vectorial de funciones, preferentemente funciones de la familia lognormal, si bien pueden ser también con otras funciones tales como dobles lognormales, gaussianas, gamma, beta o función de valores extremos generalizada, u otras similares.

Ventajosamente, la función del modelo Sigma-Lognormal en 3D comprende la secuencia de parámetros t_0 , o tiempo de activación de la corteza cerebral, al iniciar la cinemática individual de cada impulso neuronal, de manera que se alcanza una mayor precisión en la medida al tener en cuenta dicho parámetro neurológico de base.

Adicionalmente, la función del modelo Sigma-Lognormal en 3D comprende al menos una secuencia de parámetros δ_i, μ_i , que hacen referencia a parámetros asociados al estado neuromuscular del animal terrestre, de manera que se alcanza una mayor precisión en la medida al tener en cuenta dicho parámetro neuromuscular de base.

Preferentemente, la función Sigma-Lognormal en 3D comprende al menos una de las secuencias de parámetros $(D_i, \Theta_{Si}, \Theta_{ei})$ los cuales hacen referencia a parámetros que representan la geometría relativa a la cinemática en 3D del lugar donde está implantado el sensor de movimiento, de modo que se puede establecer con precisión la medida en cada uno de los ejes de coordenadas, para diferentes marcos de referencia dimensionales.

Cabe mencionar que la aceleración es, bien lineal y/o angular, es decir, que la señal de aceleración puede medirse en términos lineales o en términos angulares. O ambos y simultáneamente.

Más específicamente, los intervalos de tiempo predeterminados están en un rango de entre 1 y 6 minutos, con el fin de reducir errores debidos a las derivas del sensor de movimiento.

En una realización preferida del método de la invención, la descomposición de la trayectoria con el modelo Sigma-Lognormal en 3D de la teoría cinemática de los movimientos rápidos es mediante el uso de trayectorias primitivas circulares o clotoïdes, estando la trayectoria con clotoide compuesta por dos curvas con radios finitos unidos de manera gradual a una recta con radio infinito, de modo que el modelo de la trayectoria se ajusta más adecuadamente a la trayectoria real.

Sistema de sensado, u opcionalmente un dispositivo sensor, para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre, que comprende al menos un sensor de movimiento configurado para captar los datos cinemáticos del animal terrestre durante un periodo de tiempo determinado; comprendiendo también medios de procesamiento configurados para convertir al menos una señal de entrada procedente del sensor de movimiento, de acuerdo a un método con alguna de las etapas de procedimiento anteriormente descritas, emitiendo al menos una señal de salida proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre; y comprendiendo al menos un elemento de memoria configurado para almacenar al menos una señal de salida proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre.

En los dibujos adjuntos se muestra, a título de ejemplo no limitativo, un dispositivo sensor y método asociado para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre, constituido de acuerdo con la invención. Otras características y ventajas de dicho un dispositivo sensor y método asociado para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre, objeto de la presente invención, resultarán evidentes a partir de la descripción de una

realización preferida, pero no exclusiva, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos que se acompañan, en los cuales:

Breve descripción de los dibujos

- 5 Figura 1.- Vista en perspectiva de un animal terrestre, con posibles disposiciones del sensor de movimiento.
- 10 Figura 2.- Vista de un diagrama de bloques de las distintas partes que compone el dispositivo sensor.
- Figura 3.- Vista de un diagrama de bloques del procesado de señal realizado sobre las señales iniciales adquiridas con el dispositivo sensor.

15 Descripción de una realización preferente

A la vista de las mencionadas figuras y, de acuerdo con la numeración adoptada, se puede observar en ellas un ejemplo de realización preferente de la invención, comprendiendo las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

20 El dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1) comprende un sensor de movimiento (2), que puede estar situado en distintas partes del animal terrestre (1). El sensor de movimiento (2), contiene unos sensores (21a, 21b, 21c), que obtienen distintas señales de datos sobre la cinemática, produciendo señales procesables mediante el uso de unos transductores (31). Las señales llegan en un formato digital a los medios de procesamiento (3) incluyendo un elemento computacional (32) tipo microcontrolador, FPGA, CPLD, etc..., el cual es capaz de por un lado generar una predicción sobre anomalía en la cinemática que dará lugar a una señal de salida (51), generando por otro lado un fichero informático (41) a ser almacenado en un elemento de memoria (4).

30 Así mismo, el procesado de la señal del sistema se lleva a cabo troceando la señal de entrada (50) y compensando la aceleración de la misma, con el fin de, al derivar, obtener un módulo de la señal de velocidad lo más limpia posible reduciendo el ruido. Sobre esa señal se aplicará el modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) de la teoría cinemática. El sistema neuromotor del animal terrestre (1) se realizará evaluando la normalidad de los parámetros analíticos de la teoría cinemática, según muestra la figura 3.

40 Según se puede observar en la figura 1, con una vista en perspectiva de un animal terrestre (1), hay varias posibles disposiciones del sensor de movimiento (2), mostrándose a modo de ejemplo ilustrativo en cruz (11) y en la pata (12).

45 Según se puede observar en la figura 2, con una vista de un diagrama de bloques de las distintas partes que compone el dispositivo sensor, lo integran un sensor de movimiento (2), incluyendo preferentemente un sensor inercial (21) con un acelerómetro (21a), un giróscopo (21b) y un magnetómetro (21c), y opcionalmente, un transductor (31), el cual también puede estar integrado alternativamente en los medios de procesamiento (3). Dicho transductor (31) procesa una serie de parámetros (52), tales como una señal de aceleración (53) y un perfil de la velocidad (54) a partir de una señal de entrada (50) y originando una señal de salida (51). Los medios de procesamiento (3) por su parte presentan unos indicadores de estado de sensor (5) a partir de la señal de salida (51). Integra un elemento computacional (32), y un elemento de memoria (4) con ficheros informáticos (41). Es en dichos medios de procesamiento (3) que

se albergan la función matemática (55) de la trayectoria (56) como modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) en unos márgenes de referencia (57) en un intervalo de tiempo (59).

5 Según se puede observar en la figura 3, con una vista de un diagrama de bloques del procesado de señal realizado sobre las señales iniciales adquiridas con el dispositivo sensor, tendríamos en primer lugar una señal de aceleración, giróscopo y brújula (F31), originando una partición/troceado de la señal (F32), efectuando a continuación una compensación de la aceleración y obtención de medida de velocidad (F33), luego una descomposición de velocidad con la teoría cinemática (F34), una extracción de los parámetros Sigma-Lognormal en 3D (58) 10 (F35), un estudio de la normalidad de los parámetros (F36), y finalmente una estimación cuantificable del estado neuromotor del animal (F37).

15 Más en particular, según se muestra en las figuras 1 y 2, el dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), caracterizado por que comprende al menos un sensor de movimiento (2) configurado para captar los datos cinemáticos del animal terrestre (1) durante un periodo de tiempo determinado; medios de procesamiento (3) configurados para convertir al menos una señal de entrada (50) procedente del sensor de movimiento (2), emitiendo al menos una señal de salida (51) proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre (1); y al menos un elemento de memoria (4) configurado para almacenar al menos una señal de salida (51) proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre (1).

20 Preferentemente, según se muestra en la figura 2, el sensor de movimiento (2) comprende un acelerómetro (21a). Adicionalmente un giróscopo (21b). Y complementariamente un magnetómetro (21c) o brújula, de manera que el sensor de movimiento (2) es un sensor inercial (21).

25 Señalar que tanto el acelerómetro (21a), como el giróscopo (21b), como el magnetómetro (21c), pueden ser de uno, dos o tres ejes, de manera que a mayor número de ejes, mayor es la 30 precisión que puede conseguirse en el seguimiento de la cinemática del animal terrestre (1).

35 Cabe mencionar que el uso de los sensores iniciales (21), incluyendo acelerómetros (21a), giróscopos (21b) y magnetómetros (21c), ha experimentado un elevado crecimiento en las últimas décadas, siendo conectables a elementos computacionales (32) que pueden realizar cálculos complejos con un muy bajo consumo de energía, tales como microcontroladores, FPGAs, CPLDs, etc. El uso de estos elementos computacionales (32) junto con la mejora en el manejo de los algoritmos que ofrecen, produce que se puedan realizar implementaciones, cada vez más complejas, en sistemas empotrados. Dichos sistemas empotrados tienen la ventaja de poder ser anclados a los sujetos en estudio, en el presente caso, animales terrestres (1) 40 cuadrúpedos de producción, ganado o mascotas.

45 Ventajosamente, según se muestra en la figura 2, los medios de procesamiento (3) comprenden al menos un transductor (31) y/o un elemento computacional (32). El transductor (31) es capaz de interpretar la reacción de reconocimiento biológico que produce el sensor de movimiento (2) y convertirla en una señal de salida (51) cuantificable: El transductor (31) recibe las señales del sensor de movimiento (2) y las modifica en una señal eléctrica, analógica o digital, interpretable por el elemento computacional (32) mediante el escalado a unidades físicas de los valores del sensor inercial (21): m/s^2 , rad/s^2 y $Tesla$ o As/m^2 .

50 Por otro lado, según se muestra en la figura 2, el elemento de memoria (4) está configurado para almacenar las señales de salida en al menos un fichero informático (41).

Adicionalmente, según se muestra en la figura 1, el sensor de movimiento (2) está configurado para ser colocado en la cruz (11) del animal terrestre (1), en una de sus patas (12) y/o de manera subcutánea.

- 5 En cuanto al método de la invención, según se muestra en la figura 3, éste comprende las etapas de i) captación de al menos una señal de aceleración (53) por medio de un sensor de movimiento (2); ii) partición de la señal de aceleración (53) en intervalos de tiempo (59) predeterminados; iii) obtención del perfil de la velocidad (54) a partir de la señal de aceleración (53); iv) descomposición del perfil de la velocidad (54) con un modelo Sigma-Lognormal en 3D
 10 (58) de la teoría cinemática de movimientos rápidos mediante una suma vectorial de funciones matemáticas; v) descomposición de la trayectoria (56) con el modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) de la teoría cinemática de movimientos rápidos; vi) extracción de al menos un parámetro (52) de cada función matemática (55) del modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) usadas para
 15 aproximar el perfil de velocidad y trayectoria al mismo tiempo (56), en donde al menos un parámetro (52) son el tiempo de activación neuronal de los movimientos primitivos o individuales tras la descomposición cinemática y los parámetros (52) de forma de la función que modela la velocidad; vii) monitorización de al menos un parámetro (52) de las funciones matemáticas que modelan la velocidad con unos márgenes de referencia (57) correspondientes
 20 a cinemática normal del animal terrestre (1) cuadrúpedo; viii) establecimiento del estado prodrómico de un animal si éste supera los márgenes de referencia (57) en la monitorización de la etapa vii) de forma continuada.

Más concretamente, según se muestra en la figura 3, la función del modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) comprende la secuencia de parámetros (52) t_0 , o tiempo de activación de la corteza cerebral, al iniciar el movimiento individual de cada impulso neuronal.
 25

Complementariamente, según se muestra en la figura 3, la función del modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) comprende al menos una secuencia de parámetros (52) δ_i, μ_i , que hacen referencia a parámetros (52) asociados al estado neuromuscular del animal terrestre (1).
 30

Preferentemente, según se muestra en la figura 3, la función Sigma-Lognormal en 3D comprende al menos una de las secuencias de parámetros (52) ($D_i, \Theta_{Si}, \Theta_{ei}$) los cuales hacen referencia a parámetros (52) que representan la geometría relativa a la cinemática en 3D del lugar donde está implantado el sensor de movimiento (2).
 35

Cabe señalar que, según se muestra en la figura 3, la aceleración puede ser lineal y/o angular. Y que los intervalos de tiempo (59) predeterminados están en un rango de entre 1 y 6 minutos.

Según otro aspecto de la invención, la descomposición de la trayectoria (56) con el modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) de la teoría cinemática de los movimientos rápidos es mediante el uso de trayectorias (56) primitivas circulares o clotoides.
 40

En una realización preferida de la invención, según se muestra en las figuras 1 y 2, un sistema de sensado, opcionalmente un dispositivo sensor, para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), comprende al menos un sensor de movimiento (2) configurado para captar los datos cinemáticos del animal terrestre (1) durante un periodo de tiempo determinado; medios de procesamiento (3) configurados para convertir al menos una señal de entrada (50) procedente del sensor de movimiento (2), de acuerdo a un método según las etapas de procedimiento anteriormente descritas, emitiendo al menos una señal de salida (51) proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre (1); al menos un elemento de memoria (4) configurado para almacenar al menos una señal de salida (51) proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre (1).
 45
 50

Los detalles, las formas, las dimensiones y demás elementos accesorios, así como los componentes empleados en la implementación del dispositivo sensor y método asociado para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre, podrán ser miniaturizados o convenientemente sustituidos por otros que sean técnicamente equivalentes, 5 y no se aparten de la esencialidad de la invención ni del ámbito definido por las reivindicaciones que se incluyen a continuación de la siguiente lista.

Lista referencias numéricas:

- 10 1 animal terrestre
- 11 cruz
- 12 pata
- 2 sensor de movimiento
- 21 sensor inercial
- 15 21a acelerómetro
- 21b giróscopo
- 21c magnetómetro
- 3 medios de procesamiento
- 31 transductor
- 20 32 elemento computacional
- 4 elemento de memoria
- 41 fichero informático
- 5 indicadores de estado de sensor
- 50 señal de entrada
- 25 51 señal de salida
- 52 parámetro
- 53 señal de aceleración
- 54 perfil de la velocidad
- 55 función matemática
- 30 56 trayectoria
- 57 márgenes de referencia
- 58 modelo Sigma-Lognormal en 3D
- 59 intervalo de tiempo

35 **Lista referencias texto en figuras:**

- F31 Señal de aceleración, giróscopo y brújula
- F32 Partición/troceado de la señal
- F33 Compensación de la aceleración y obtención de medida de velocidad
- 40 F34 Descomposición de velocidad con la teoría cinemática
- F35 Extracción de los parámetros Sigma-Lognormal en 3D
- F36 Estudio de la normalidad de los parámetros
- F37 Estimación del estado neuromotor del animal

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), caracterizado porque comprende:

- 5 - al menos un sensor de movimiento (2) configurado para captar los datos cinemáticos del animal terrestre (1) durante un periodo de tiempo determinado;
- medios de procesamiento (3) configurados para convertir al menos una señal de entrada (50) procedente del sensor de movimiento (2), emitiendo al menos una señal de salida (51)

- 10 proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre (1);
- elemento de memoria (4) configurado para almacenar al menos una señal de salida (51) proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre (1);

15 2. Dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que el sensor de movimiento (2) comprende un acelerómetro (21a).

20 3. Dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1) según la reivindicación 2, caracterizado por que el sensor de movimiento (2) comprende un giróscopo (21b).

25 4. Dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1) según la reivindicación 3, caracterizado por que el sensor de movimiento (2) comprende un magnetómetro (21c), en donde el sensor de movimiento (2) es un sensor inercial (21).

30 5. Dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de procesamiento (3) comprenden al menos un transductor (31) y/o un elemento computacional (32).

35 6. Dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el elemento de memoria (4) está configurado para almacenar las señales de salida en al menos un fichero informático (41).

40 7. Dispositivo sensor para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sensor de movimiento (2) está configurado para ser colocado en la cruz (11) del animal terrestre (1), en una de sus patas (12) y/o de manera subcutánea.

45 8. Método para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), que comprende las etapas de:

- i) captación de al menos una señal de aceleración (53);
ii) partición de la señal de aceleración (53) en intervalos de tiempo (59) predeterminados;
iii) obtención del perfil de la velocidad (54) a partir de la señal de aceleración (53);
iv) descomposición del perfil de la velocidad (54) con un modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) de la teoría cinemática de movimientos rápidos mediante una suma vectorial de funciones matemáticas;

- v) descomposición de la trayectoria (56) con el modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) de la teoría cinemática de movimientos rápidos;
- vi) extracción de al menos un parámetro (52) de cada función matemática (55) del modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) usadas para aproximar el perfil de velocidad y trayectoria (56);
- 5 vii) monitorización de al menos un parámetro (52) de las funciones matemáticas que modelan la velocidad con unos márgenes de referencia (57) correspondientes a la cinemática normal del animal terrestre (1);
- viii) establecimiento del estado prodrómico de un animal si éste supera los márgenes de referencia (57) en la monitorización de la etapa vii) de forma continuada.
- 10 9. Método para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), según la reivindicación 8, caracterizado por que la función del modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) comprende la secuencia de parámetros (52) t_0 , o tiempo de activación de la corteza cerebral, al iniciar el movimiento individual de cada impulso neuronal.
- 15 10. Método para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, caracterizado por que la función del modelo Sigma-Lognormal (58) en 3D comprende al menos una secuencia de parámetros (52) δ_i, μ_i que hacen referencia a parámetros (52) asociados al estado neuromuscular del animal terrestre (1).
- 20 11. Método para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que la función Sigma-Lognormal en 3D comprende al menos una de las secuencias de parámetros (52) ($D_i, \Theta_{Si}, \Theta_{ei}$) los cuales hacen referencia a parámetros (52) que representan la geometría relativa a la cinemática en 3D del lugar donde está implantado el sensor de movimiento (2).
- 25 12. Método para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado por que la aceleración es lineal y/o angular.
- 30 13. Método para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado por que los intervalos de tiempo (59) predeterminados están en un rango de entre 1 y 6 minutos.
- 35 14. Método para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, caracterizado por que la descomposición de la trayectoria (56) con el modelo Sigma-Lognormal en 3D (58) de la teoría cinemática de los movimientos rápidos es mediante el uso de trayectorias (56) primitivas circulares o clotoïdes.
- 40 15. Sistema de sensado para la captación y el procesado de datos cinemáticos de un animal terrestre (1), caracterizado porque comprende:
- al menos un sensor de movimiento (2) configurado para captar los datos cinemáticos del animal terrestre (1) durante un periodo de tiempo determinado;
 - 45 - medios de procesamiento (3) configurados para convertir al menos una señal de entrada (50) procedente del sensor de movimiento (2), de acuerdo a un método según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, emitiendo al menos una señal de salida (51) proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre (1);
 - elemento de memoria (4) configurado para almacenar al menos una señal de salida (51) proporcional a una medida cuantificable de la cinemática de un animal terrestre (1).

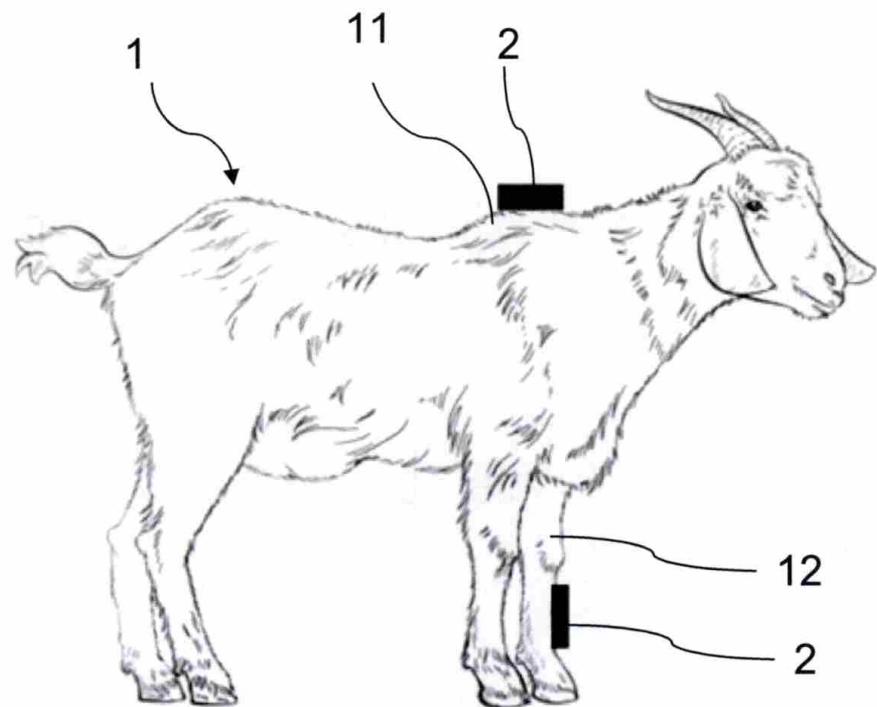


FIG 1

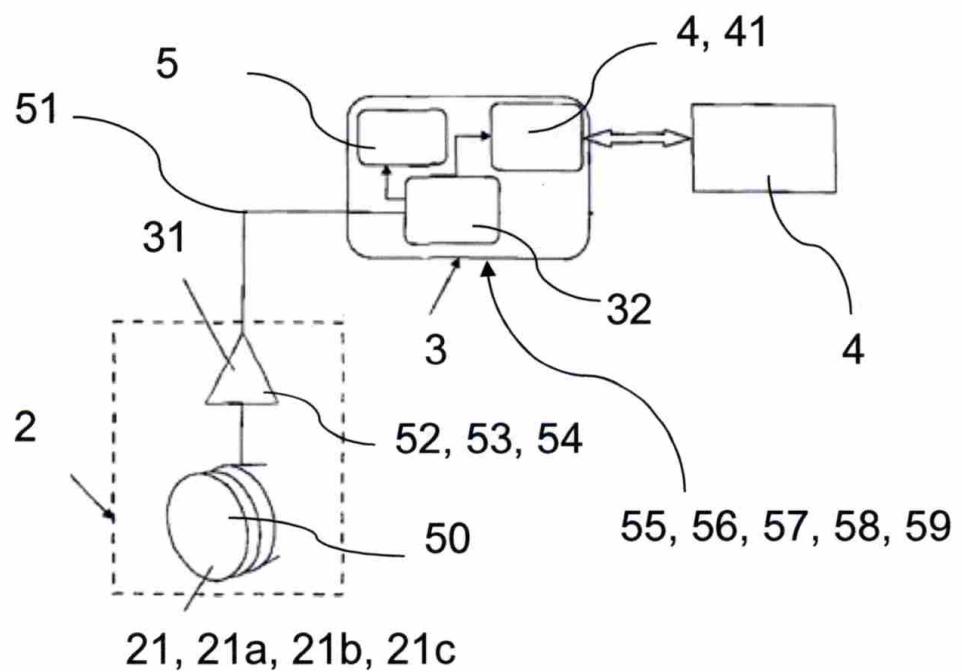


FIG 2

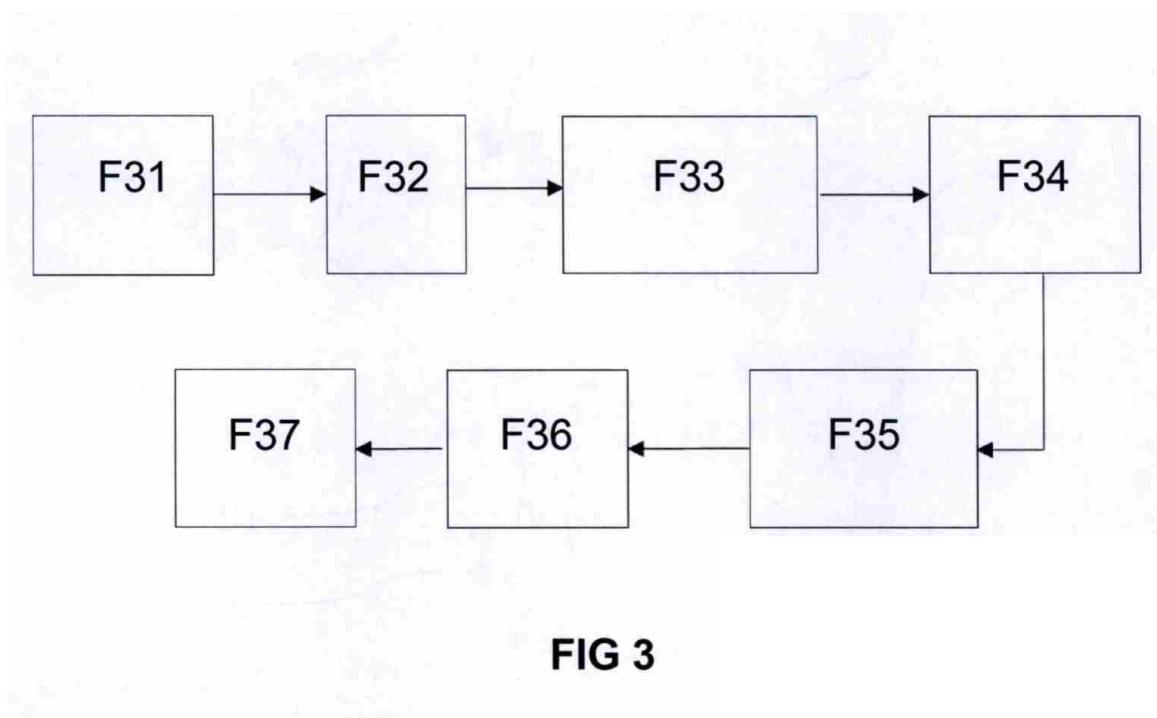


FIG 3



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 202100027

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 17.02.2021

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) Int. Cl.: **A61B5/11 (2006.01)**

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2011313705 A1 (ESSER PATRICK et al.) 22/12/2011, resumen WPI, resumen EPODOC; figuras 1, 3; reivindicación 33	1-7, 15
X	CN 105850773 A (UNIV NORTHWEST A&F) 17/08/2016, resumen WPI, resumen EPODOC; párrafo 23; figuras 2, 3; reivindicaciones	1-7, 15
X	US 2011218463 A1 (HODGINS DIANA et al.) 08/09/2011, resumen WPI, resumen EPODOC; párrafos 39, 40; figuras 1a, 1b; reivindicaciones	1-7, 15
X	WO 2014169329 A1 (DORSAVI PTY LTD) 23/10/2014, resumen WPI, resumen EPODOC; párrafos 42-48; figuras 1-3; reivindicaciones	1-7, 15
X	US 2014343460 A1 (EVANS III BOYD MCCUTCHEN et al.) 20/11/2014, resumen WPI, resumen EPODOC; párrafos 57, 64-66; figuras 1-4; reivindicaciones	1-7, 15
A	US 2018018533 A1 (TARANTA II EUGENE M et al.) 18/01/2018, Todo el documento	1-7, 15

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

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

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

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

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

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 11.06.2021	Examinador M. T. Ibáñez Blanco	Página 1/2
--	-----------------------------------	---------------

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

A61B

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

INVENES, EPODOC