



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 331 504**

⑫ Número de solicitud: 200801155

⑬ Int. Cl.:
A61B 3/113 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **22.04.2008**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2010**

Fecha de la concesión: **15.09.2010**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **29.09.2010**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
29.09.2010

⑲ Titular/es: **Universidad Pablo de Olavide
Ctra. de Utrera, Km. 1
41013 Sevilla, ES**

⑳ Inventor/es: **Fernández Mas, Rodrigo;
Gruart i Massó, Agnes;
Delgado García, José María;
Magdaleno Madrigal, Víctor Manuel;
Martínez Vargas, David y
Valdés Cruz, Alejandro**

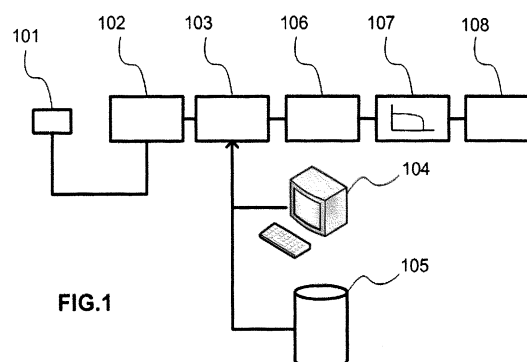
㉑ Agente: **Temño Cenicerros, Ignacio**

㉒ Título: **Sistema y procedimiento para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular.**

㉓ Resumen:

Sistema y procedimiento para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular.

Sistema para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular, que comprende medios para obtener al menos una señal de actividad eléctrica de al menos un músculo del párpado (101); medios para convertir la señal obtenida al dominio digital (102); medios para rectificar la señal convertida (106); medios para aplicar un filtro paso-bajos a la señal rectificada (107); y medios para calcular la posición del músculo a partir de la señal a la que se le ha aplicado el filtro (108).



ES 2 331 504 B1

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular, que comprende la obtención de al menos una señal de actividad eléctrica de un músculo del párpado y la obtención de la posición del párpado a partir de modificaciones en dicha señal. Más concretamente, la invención se refiere a un procedimiento para calcular la posición de un párpado de manera que las modificaciones de la señal obtenida se realizan de manera más rápida y fiable, mediante la conversión de la señal al dominio digital.

10 La presente invención se refiere también a un sistema para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular, siendo el sistema adecuado para llevar a cabo dicho procedimiento.

15 La invención se enmarca dentro de la neurofisiología aplicada a sujetos animales, entre los que puede estar el ser humano, y más concretamente en experimentos relacionados con el movimiento del párpado de un ojo y su posición respecto al globo ocular.

Antecedentes de la invención

20 Actualmente existen varios procedimientos de medición del movimiento de un músculo, basados en la captación de la actividad eléctrica generada por el movimiento del músculo de un animal.

25 Normalmente, dicha captación de la actividad eléctrica se realiza mediante la medición del campo magnético producido por algún dispositivo implantado en el músculo en cuestión, o sus proximidades, y por lo tanto es necesaria la inserción de un elemento extraño en el cuerpo del animal que, además de conllevar posibles complicaciones en la salud del mismo, puede interferir con otras mediciones del sistema nervioso que sea necesario realizar al mismo tiempo.

30 Más concretamente, son conocidos en el estado de la técnica sistemas de medición del desplazamiento del párpado del ojo en la órbita ocular o del párpado sobre la superficie de la córnea, los cuales basan su funcionamiento en el efecto Hall (la aparición de un campo eléctrico al desplazarse un elemento conductor a través de un campo magnético), y que utilizan la técnica del seguidor magnético de la posición, como el descrito en [Fuchs AF y Robinson DA. "A method for measuring horizontal and vertical eye movement chronically in the monkey" *J Appl Physiol.*, 21: 1068-1070]. Dicha medición se lleva a cabo mediante la generación de un campo magnético dentro del cual se mueve una bobina metálica implantada alrededor del ojo o del párpado del animal. De éste modo, al desplazarse la bobina por culpa del movimiento del párpado respecto al campo magnético creado, se genera un voltaje proporcional al desplazamiento realizado.

40 Por tanto, para medir el desplazamiento del párpado respecto al globo ocular, dicho tipo de sistema puede ser poco práctico si el animal sobre el cual se realiza la medición es de tamaño reducido, dada la envergadura de los componentes necesarios para realizar la medición, como puede ser la bobina implantada en el párpado del animal.

También se encuentra en el estado de la técnica un sistema de medición del desplazamiento del párpado basado en el efecto Hall descrito en los documentos [Koekkoek SK, Hulscher HC, Dortland BR; Hensbroek RA, Elgersma Y, Ruigrok TJ y De Zeeuw CI. "Cerebellar LTD and learning-dependent timing of conditioned eyelid responses" *Science*, 301:1736-1739, 2003] y [Koekkoek SK, Den Ouden WL, Perry G, Highstein SM y De Zeeuw CI "Monitoring kinetic and frequency-domain properties of eyelid responses in mice with magnetic distance measurement technique". *J Neurophysiol.*, 88:2124-2133, 2002]. Dicha medición se lleva a cabo mediante la captación de la corriente generada por una bobina, implantada en el párpado del ojo del animal, mediante un imán implantado sobre su cráneo. De éste modo, al desplazarse la bobina debido al movimiento del párpado, se capta una actividad eléctrica consecuencia de la relación de movimientos entre la bobina y el imán, pero, por la misma razón que el sistema anteriormente descrito, este sistema presenta dificultades a la hora de implantar los componentes en animales pequeños.

55 Otra característica de los sistemas citados es que utilizan una señal eléctrica generada a partir de la relación de movimientos entre dos o varios elementos encontrados en el cuerpo del animal, lo cual es muy intrusivo en el caso concreto de la zona del ojo, donde implantar dispositivos puede ser complicado o doloroso para el animal.

60 Además, debido a sus características técnicas, los sistemas diseñados para determinar el movimiento de músculos son complejos y requieren de distintos dispositivos de captación o generación de campo eléctrico o magnético, los cuales pueden interferir con otras mediciones, requiriendo además la inserción de un dispositivo en las proximidades del tejido del animal. Además, las señales analógicas utilizadas a lo largo de la cadena de tratamiento de la señal del sistema, desde los elementos encargados de captar la actividad eléctrica del músculo hasta los medios de procesamiento de los datos, son propensas a introducir distorsiones e inexactitudes.

65 Es por ello que, por todo lo descrito anteriormente, todos los sistemas conocidos requieren de un procesamiento de las señales analógicas que resulta lento y, en muchos casos, una inspección manual adicional por parte de un operario, de las distintas señales resultantes de la captación de la actividad eléctrica.

Descripción de la invención

De acuerdo con estos antecedentes, es un objeto de la presente invención el de aportar un sistema y un procedimiento para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular, mediante la obtención de la actividad eléctrica de un músculo del párpado, manipulando la señal obtenida y determinando el movimiento del músculo.

Dicho objeto se consigue de acuerdo con la reivindicación 1, proporcionando un procedimiento para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular, que comprende las etapas de:

- a) Obtener al menos una señal de actividad eléctrica de al menos un músculo del párpado;
- b) Convertir la señal obtenida al dominio digital;
- c) Rectificar la señal convertida;
- d) Aplicar un filtro paso-bajos a la señal rectificada;
- e) Calcular la posición del músculo a partir de la señal a la que se le ha aplicado el filtro.

Según una realización de la invención, el procedimiento comprende además una etapa (f), ejecutada después de la etapa (a) y antes de la etapa (e), de aplicar al menos un filtro de eliminación de ruido a la señal adaptada al dominio digital.

Dichos filtros son útiles dado que la señal analógica obtenida inicialmente es muy susceptible a numerosos problemas técnicos, incluyendo interferencia de ruido blanco generado por el propio sistema de obtención, problemas de desviación gradual de la señal de referencia del sistema de obtención (*baseline drift*), aparición de picos en la señal no deseados, ruido provocado por el contacto del sistema de obtención con el sujeto, etc.

De acuerdo con una realización de la invención, la etapa (c) de rectificación comprende la sub-etapa (c1) de obtener la envolvente de la señal convertida, mediante un promedio estadístico de la señal adaptada.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un sistema para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular, que comprende medios para obtener al menos una señal de actividad eléctrica de al menos un músculo del párpado; medios para convertir la señal obtenida al dominio digital; medios para rectificar la señal convertida; medios para aplicar un filtro paso-bajos a la señal rectificada; y medios para calcular la posición del músculo a partir de la señal a la que se le ha aplicado el filtro.

De este modo, realizando todos los cálculos y modificaciones de la señal en el dominio digital en un mismo dispositivo se consigue reducir el coste de construcción del sistema, pudiendo integrarlo en un único dispositivo, y una fácil y rápida obtención y reproducción de los datos resultantes del cálculo de la posición del párpado, sustituyendo así técnicas de cálculo más complejas y agresivas hacia el sujeto experimental.

Según una realización de la invención, el sistema se caracteriza por que la obtención de la señal de actividad eléctrica se realiza mediante unos medios de adquisición de señal de EMG en superficie.

De ésta manera, la técnica utilizada para la obtención de la actividad eléctrica del músculo del ojo es muy poco intrusiva para el sujeto (a lo sumo varios electrodos de superficie adheridos a una zona cercana al ojo), lo cual es muy importante dada la delicadeza con la que se ha de tratar la zona del párpado.

Según una realización, el sistema comprende además medios para aplicar al menos un filtro de eliminación de ruido a la señal adaptada al dominio digital.

De acuerdo con otra realización de la invención, el sistema comprende también al menos un integrador con pérdida, para calcular la posición del músculo.

Según una realización de la invención, el sistema se caracteriza por que, para obtener un valor inicial de la constante de pérdida del integrador con pérdida, se utiliza un modelo del párpado del ojo que depende de la inercia del párpado, de una aproximación de la amortiguación del párpado y de una aproximación de la elasticidad del párpado.

Dicho modelo aproxima el movimiento del párpado respecto al ojo y es útil para determinar los parámetros iniciales del cálculo que realiza el integrador con pérdida, de manera rápida y sencilla.

De acuerdo con una realización de la invención, el sistema comprende medios para introducir parámetros referentes a, al menos, un filtro digital de eliminación de ruido y medios para calcular e implementar filtros digitales de eliminación de ruido a partir de los parámetros introducidos.

Según una realización de la invención, el filtro digital de eliminación de ruido se calcula e implementa en tiempo real.

De acuerdo con una realización de la invención, los parámetros referentes a un filtro digital comprenden al menos una frecuencia de corte superior, una frecuencia de corte inferior y una frecuencia de muestreo del filtro.

Dichos datos se consideran los más relevantes para determinar la forma que debe de tener un filtro digital, y así poder crear uno o varios que cumplan dichos parámetros.

Breve descripción de los dibujos

Para mayor comprensión de cuanto se ha expuesto se acompañan unos dibujos en los cuales, esquemáticamente y sólo a título de ejemplo no limitativo, se representa un caso práctico de realización.

En los dibujos:

La figura 1 muestra una representación esquemática de un diagrama de bloques de un sistema para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular, de acuerdo con una realización de la invención;

Descripción de la realización preferida

La presente realización proporciona un procedimiento para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular de una persona, que comprende las etapas de:

- 1) Obtener una señal de electromiograma (EMG en adelante) de un músculo referente al párpado;
- 2) Amplificar la señal adquirida y aplicarle una conversión analógico/digital;
- 3) Obtener la envolvente de la señal mediante un promedio estadístico de la señal;
- 4) Aplicar un filtro paso-bajos a la envolvente de la señal;
- 5) Aplicar un filtro de eliminación de ruido en la frecuencia en que se halle una interferencia y sus armónicos;
- 6) Aplicar una doble integración a la señal mediante un integrador con pérdida.

La señal de electromiograma se adquiere mediante unos medios de captación de EMG en superficie, siendo así menos dañinos para el paciente, dada la zona en que se debe adquirir la señal (cerca del globo ocular).

Por otro lado, dada la baja intensidad de la señal EMG captada, ésta debe ser amplificada y, para realizar los cálculos posteriores más rápidos y eficientes, convertida al dominio digital, para realizar todas las manipulaciones posteriores de la señal mediante, en esta realización, un DSP programable.

Para aplicar la doble integración de la señal mediante el integrador con pérdida se utiliza un modelo del párpado del ojo, que depende de la inercia del párpado, de una aproximación de la amortiguación del párpado y de una aproximación de la elasticidad del párpado, para obtener un valor inicial de la constante de pérdida del integrador con pérdida.

Más concretamente, dicho modelo comprende parámetros referentes a las características del movimiento del párpado y a las características físicas de los músculos asociados con dicho movimiento. Por ello se modeliza el movimiento del párpado mediante la aproximación a un movimiento circular, comprendiendo el modelo en sus ecuaciones un factor referente a la inercia (con respecto a un sector esférico al que se aproxima el globo ocular) y unos factores de amortiguación y elasticidad (referentes a la actuación de los músculos implicados en el movimiento del párpado).

Dado que la señal resultante de aplicar el filtro paso-bajo de la etapa 4) es proporcional a la aceleración del párpado, después de la doble integración realizada mediante el integrador con pérdida, la señal resultante es proporcional a la posición del párpado en relación al globo ocular.

Según esta realización preferida, la invención proporciona también un sistema para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular de una persona, que será descrito con referencia a la Fig. 1, y que comprende unos medios de obtención una señal de actividad eléctrica de electromiograma (101), los cuales obtienen la señal EMG referente a un músculo del párpado mediante una pluralidad de electrodos de superficie;

Dicha señal de EMG captada mediante electrodos de superficie se compone de, entre otros factores, los distintos potenciales creados por las unidades motoras relativas a las fibras de un músculo (en éste caso el del párpado del ojo), y mediante su observación, se determinan distintas características cinéticas del músculo en cuestión.

ES 2 331 504 B1

El sistema comprende un primer módulo de adaptación de la señal (102), que comprende a su vez una pluralidad de etapas de amplificación de pequeña señal, ya que la señal EMG está en el rango de μV a los mV . En ésta realización se utiliza al menos un amplificador diferencial, ya que tiene la virtud de eliminar el ruido común y provee una señal más limpia que la de un amplificador monopolar. Se puede aplicar un filtro paso-bajos o paso-altos para eliminar ruidos que generalmente se encuentran en todas las señales, estando dichos filtros generalmente incluidos en los amplificadores e implementados con electrónica analógica. También se pueden aplicar offsets para adecuar el rango de las señales entrantes, que ha de ser acorde a las características de los siguientes módulos.

Además, los medios de adaptación (102) comprenden también unos medios para convertir la señal obtenida al dominio digital, como puede ser un conversor analógico/digital. Así, utilizando una conversión con una resolución suficiente, la señal puede ser manipulada más rápidamente y con mayor precisión en el dominio digital.

El sistema comprende también un módulo de eliminación de ruido (103), un módulo de envolvente (106), un módulo de filtraje paso-bajo (107) y un módulo de integración con pérdida (108).

Dicho módulo de eliminación de ruido (103) consta de medios para calcular e implementar filtros digitales. Dichos filtros digitales son utilizados para eliminar posibles señales no deseadas halladas en la señal de electromiograma y que interfieran a su análisis posterior para determinar la posición de un músculo. Las señales interferentes pueden ser cualquier señal externa al sistema, como por ejemplo la señal de 50 Hz proveniente de una red eléctrica externa, o la interferencia electromagnética creada por otro aparato cercano al sistema en el momento en que se capta la actividad eléctrica de un músculo. El módulo de eliminación de ruido puede, en caso de que los filtros a implementar sean difíciles de implementar en un único filtro, concatenar una pluralidad de filtros más sencillos para obtener el mismo resultado, calculando los filtros más rápidamente y filtrando la señal de manera más rápida y precisa.

Además, los filtros digitales pueden estar prediseñados y almacenados en un repositorio de datos (105) del sistema, o pueden calcularse a partir de parámetros introducidos por un usuario. Es por ello que el sistema comprende además medios para introducir parámetros referentes a al menos un filtro digital (104), tales como una interfaz gráfica de usuario (Graphic User Interface, GUI), lo aporta una gran flexibilidad al sistema para eliminar distintas señales interferentes.

Así, por ejemplo, el sistema puede implementar a partir de los parámetros introducidos, una pluralidad de filtros para eliminar varios armónicos de una señal interferente, reduciendo el ruido creado por dicha señal interferente, que se encuentra en distintos puntos del espectro frecuencial de la señal EMG.

Los parámetros de los filtros introducidos por el usuario son las frecuencias de corte menor y mayor, las cuales corresponden al punto en el cual el filtro tiene una atenuación de 3dB, pero dado que existen varios tipos de filtros posibles, pueden necesitarse más de una de esas frecuencias, como por ejemplo en el caso de querer implementar un filtro paso banda o rechazo banda, donde sería necesaria una frecuencia de corte mayor o menor adicional.

La obtención de parámetros por parte de la interfaz de usuario puede realizarse antes o después de captar la señal EMG. En el caso de realizarse antes de la captación de la señal EMG, los datos referentes al filtro se almacenan en el repositorio de datos (104), y son recuperados antes de calcular e implementar el filtro.

Por otro lado, el sistema comprende también un módulo de cálculo de envolvente (106). Muchas veces lo que más interesa de la señal EMG es la amplitud máxima debida a un movimiento del párpado en particular, de manera que es necesario rectificar la señal y aplicarle algún tipo de promedio estadístico. Por ello se realiza un promedio estadístico de la señal, obteniendo la envolvente de la misma y eliminando las altas frecuencias de la señal que no sean representativas para calcular la posición del párpado. Dicho promedio estadístico se realiza mediante la ecuación:

$$x(n) = |x(n-1)|$$

donde $x(n)$ es una muestra rectificada y $x(n-1)$ es la muestra anterior de la señal de EMG. De esta manera se calcula la envolvente de la señal EMG, que resulta en una aproximación a la determinación del movimiento del músculo: más concretamente, en una señal proporcional a la aceleración del párpado en un sentido.

Dado que el movimiento final del párpado es el resultado de la suma de movimientos menores (o micro-movimientos) en ambos sentidos, al rectificar se calcula la energía absoluta que resulta en el movimiento final del músculo.

Además, el sistema comprende también el módulo de filtraje paso-bajo, que es utilizado para filtrar la señal rectificada y eliminar así señales fisiológicas no relacionadas con el movimiento del párpado, se hallen en el espectro del EMG (el cual tiene un rango de frecuencias mucho mayor al que corresponde al movimiento del párpado). El filtro es paso-bajo debido a que las señales fisiológicas tienen una frecuencia mucho mayor a las señales relacionadas con el movimiento del párpado, las cuales son de frecuencia mucho menor.

En particular, se aplica un filtro pasa bajos con una constante de aproximadamente 60 dBs/octava y una frecuencia de corte de 10 Hz, para la óptima eliminación de las señales fisiológicas no relacionadas con el movimiento del párpado.

ES 2 331 504 B1

Por otro lado, para calcular la posición absoluta del párpado respecto al globo ocular, el sistema comprende el módulo de integración con pérdida (108). Dicho módulo comprende al menos un integrador digital con pérdida, utilizado para integrar la señal en el último paso del procedimiento para calcular la posición del párpado.

- 5 El integrador con pérdida necesita de unos parámetros iniciales, los cuales se obtienen mediante el modelo del párpado del ojo citado anteriormente.

10 El modelo representa las características cinéticas del parpado, que están determinadas por su peso, sus anclajes mecánicos y la configuración de los músculos asociados. Para describir de manera matemática el movimiento del músculo, se analiza la contribución de fuerza elástica de los músculos hacia el párpado.

15 El movimiento del párpado se representa mediante coordenadas polares, aproximando el movimiento a un objeto que cambia de fase o ángulo. Esto facilita los cálculos dado que se utiliza una representación teniendo en cuenta una sola variable (el ángulo) en lugar de realizar los cálculos con tres coordenadas (x, y, z).

Así, la representación del movimiento del párpado permite medir la posición del párpado respecto a la velocidad. Esto implica una ecuación diferencial de segundo orden para el movimiento del párpado.

20
$$I\theta'' + c\theta' + k\theta = 0;$$

donde θ es la posición del párpado en grados, I es el parámetro de inercia, c es el factor de atenuación o “damping” y k es el parámetro de elasticidad. Si dividimos lo anterior entre I :

25
$$\theta'' + \frac{c\theta'}{I} + \frac{k\theta}{I} = 0;$$

30 Si se substituye para obtener parámetros estandarizados:

$$\theta'' + 2\delta\omega_n\theta' + \omega_n^2\theta = 0;$$

35 donde θ es el factor de atenuación y ω_n es la frecuencia natural de oscilación del párpado. Si se aplica la transformada de Laplace para resolver la ecuación diferencial, se obtienen las siguientes ecuaciones características:

40
$$s^2 + c s + k = 0,$$

donde “s” es el operador de frecuencia de Laplace, también definido como:

45
$$s^2 + 2d\omega_n + \omega_n^2 = 0.$$

La solución de lo anterior es:

50
$$s = -d\omega_n \pm \omega_n \sqrt{(d^2 - 1)}.$$

En este caso,

55
$$\omega_n = \sqrt{(k/I)},$$
$$d = \frac{c}{2I\omega_n} = \frac{c}{2} \sqrt{k/I}$$

de manera que si expresamos las dos soluciones en función de k y de c :

65
$$s = -\frac{c}{2} I \pm \sqrt{\left(c^2 - 4k \frac{I}{2} I\right)}.$$

Finalmente, se obtiene gracias a éste modelo, y mediante sustitución de los parámetros “s”, un resultado con la siguiente forma: $\theta = f(I, c, k)$.

Dicho resultado será utilizado como parámetro inicial para empezar la integración con pérdida. Además, dicho modelo se aplica una primera vez para cada especie animal, según las características del párpado del sujeto, haciendo así más versátil la utilización del sistema sin restringirla a su uso sobre seres humanos.

En esta realización preferida de la invención, el sistema comprende también unos medios para adaptar la señal de salida, que se obtiene de los medios para calcular la posición del párpado, comprendiendo dicho medios de adaptación unos medios de amplificación de la señal de salida y unos medios de conversión digital-analógica. Dicha adaptación al dominio analógico es debida a la necesidad de utilizar posteriormente otros dispositivos o sistemas para modificar o visualizar la señal o la información sobre la posición del párpado.

A pesar de que se han descrito y representado realizaciones concretas de la presente invención, es evidente que el experto en la materia podrá introducir variantes y modificaciones, o sustituir los detalles por otros técnicamente equivalentes, sin apartarse del ámbito de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

A pesar también de que las realizaciones descritas de la invención con referencia a los dibujos comprenden sistemas de computación y procesos realizados en sistemas de computación, la invención también se extiende a programas de ordenador, más particularmente a programas de ordenador en o sobre unos medios portadores, adaptados para poner la invención en práctica. El programa de ordenador puede estar en forma de código fuente, de código objeto o en un código intermedio entre código fuente y código objeto, tal como en forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para usar en la implementación de los procesos de acuerdo con la invención. El medio portador puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de portar el programa.

Por ejemplo, el medio portador puede comprender un medio de almacenamiento, tal como una *ROM*, por ejemplo un *CD ROM* o una *ROM* semiconductora, o un medio de grabación magnético, por ejemplo un *floppy disc* o un disco duro. Además, el medio portador puede ser un medio portador transmisible tal como una señal eléctrica u óptica que puede transmitirse vía cable eléctrico u óptico o mediante radio u otros medios.

Cuando el programa de ordenador está contenido en una señal que puede transmitirse directamente mediante un cable u otro dispositivo o medio, el medio portador puede estar constituido por dicho cable u otro dispositivo o medio.

Alternativamente, el medio portador puede ser un circuito integrado en el que está encapsulado (*embedded*) el programa de ordenador, estando adaptado dicho circuito integrado para realizar, o para usarse en la realización de, los procesos relevantes.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular, que comprende las etapas de:

- a) Obtener al menos una señal de actividad eléctrica de al menos un músculo del párpado;
- b) Convertir la señal obtenida al dominio digital;
- c) Rectificar la señal convertida;
- d) Aplicar un filtro paso-bajos a la señal rectificada;
- e) Calcular la posición del músculo a partir de la señal a la que se le ha aplicado el filtro, aplicando una doble integración a dicha señal mediante un integrador con pérdida.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que comprende además una etapa (f), ejecutada después de la etapa (a) y antes de la etapa (e), de aplicar al menos un filtro de eliminación de ruido a la señal adaptada al dominio digital.

3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 ó 3, **caracterizado** por el hecho de que la etapa (c) de rectificación comprende la sub-etapa (c1) de obtener la envolvente de la señal convertida, mediante un promedio estadístico de la señal adaptada.

4. Sistema para calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular, que comprende medios para obtener al menos una señal de actividad eléctrica de al menos un músculo del párpado (101); medios para convertir la señal obtenida al dominio digital (102); medios para rectificar la señal convertida (106); medios para aplicar un filtro paso-bajos a la señal rectificada (107); y medios para calcular la posición del músculo a partir de la señal a la que se le ha aplicado el filtro, que comprende un módulo de integración con pérdida (108) que a su vez comprende, al menos, un integrador digital con pérdida, utilizado para integrar la citada señal.

5. Sistema según la reivindicación 4, **caracterizado** por el hecho de que la obtención de la señal de actividad eléctrica se realiza mediante unos medios de adquisición de señal de electromiograma (EMG) en superficie.

6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 4 ó 5, **caracterizado** por el hecho de que comprende medios para aplicar al menos un filtro de eliminación de ruido a la señal adaptada al dominio digital (103).

7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado** por el hecho de que comprende al menos un integrador con pérdida, para calcular la posición del músculo.

8. Sistema según la reivindicación 7, **caracterizado** por el hecho de que, para obtener un valor inicial de la constante de pérdida del integrador con pérdida, se utiliza un modelo del párpado del ojo que depende de la inercia del párpado, de una aproximación de la amortiguación del párpado y de una aproximación de la elasticidad del párpado.

9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, **caracterizado** por el hecho de que comprende medios para introducir parámetros referentes a, al menos, un filtro digital de eliminación de ruido y medios (104) para calcular e implementar filtros digitales de eliminación de ruido a partir de los parámetros introducidos.

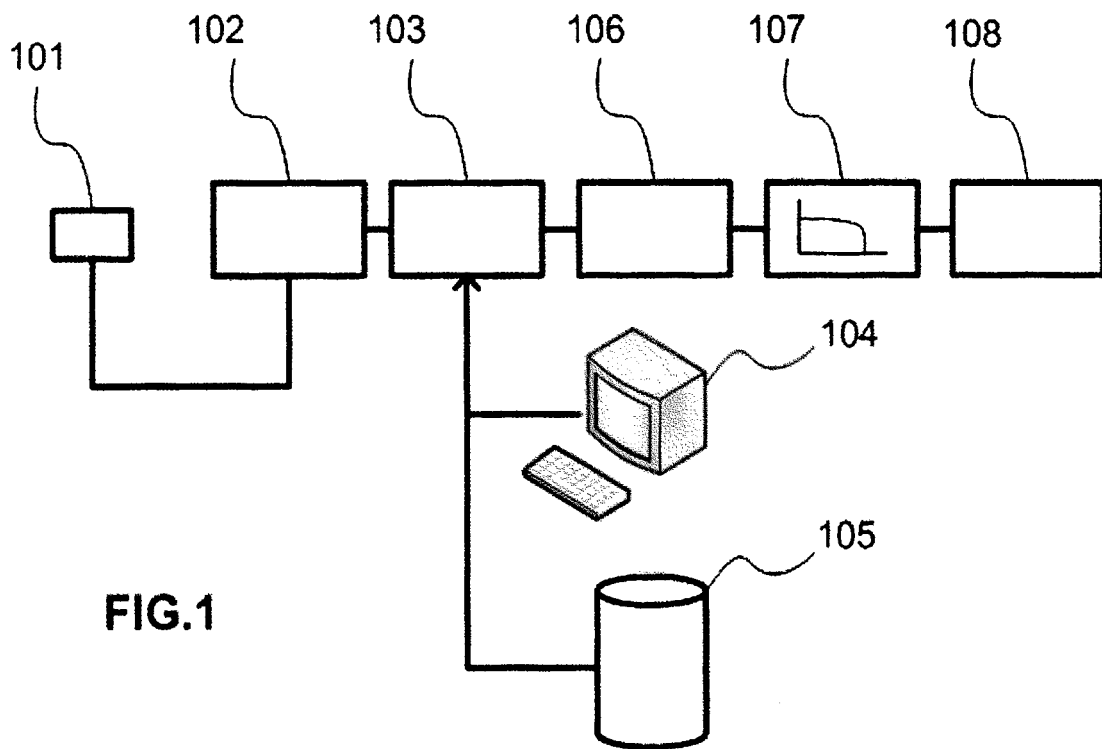
10. Sistema según la reivindicación 9, **caracterizado** por el hecho de que el filtro digital de eliminación de ruido se calcula e implementa en tiempo real.

11. Sistema según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado** por el hecho de que los parámetros referentes a un filtro digital comprenden al menos una frecuencia de corte superior, una frecuencia de corte inferior y una frecuencia de muestreo del filtro.

12. Programa de ordenador que comprende instrucciones de programa para provocar que un sistema de computación realice el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

13. Programa de ordenador según la reivindicación 12, **caracterizado** por el hecho de que está almacenado en unos medios de grabación.

14. Programa de ordenador según la reivindicación 12, **caracterizado** por el hecho de que es portado por una señal portadora.





OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 331 504

⑫ Nº de solicitud: 200801155

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: **22.04.2008**

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **A61B 3/113** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	SÁNCHEZ-CAMPUSANO, R. et al. "A phenomenological model for the neuromuscular control of reflex and learned eyelid responses", Society for Neuroscience Abstract Viewer and Itinerary Planner, 2003, Vol. 2003, nº 78.2, página 1.	1-14
A	BOUR L. J. et al. "Neurophysiological Aspects of Eye and Eyelid Movements During Blinking in Humans", Journal of Neurophysiology (Bethesda), enero 2000, Vol. 58, nº 6, páginas 692-698.	1-14
A	VANDERWERF F. et al. "Eyelid Movements: Behavioral Studies of Blinking in Humans under different Stimulus Conditions", Journal of Neurophysiology (Bethesda), mayo 2003, Vol. 89, nº 5, páginas 2784-2796.	1-14
A	GEHRICKE J. "Differentiating between reflex and spontaneous blinks using simultaneous recording of the orbicularis oculi electromyogram and the electro-oculogram in startle research", International Journal of Psychophysiology, junio 2002, Vol. 44, nº 3, páginas 261-268.	1-14
A	AU 3717593 B (YONG-XIN SHI) 08.09.1994, todo el documento.	1-14
A	WO 2007041766 A1 (COMPUMEDICS LTD.) 19.04.2007, todo el documento.	9-11
A	Base de datos EPODOC/EPO, JP 7275206 A 24.10.1995 (SHIOYA KEIICHI), resumen.	1

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

15.12.2009

Examinador

A. Cardenas Villar

Página

1/4

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

A61B

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

INVENES, EPODOC,WPI,NPL,INSPEC,BIOSIS,MEDLINE

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 15.12.2009

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-14	SÍ
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-14	SÍ
	Reivindicaciones		NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	Sánchez-Campusano, R. et al. "A phenomenological model for the neuromuscular control of reflex and learned eyelid responses", Society for Neuroscience Abstract Viewer and Itinerary Planner, 2003, Vol. 2003, nº 78.2, página 1	2003
D02	Bour L. J. et al. "Neurophysiological Aspects of Eye and Eyelid Movements During Blinking in Humans", Journal of Neurophysiology (Bethesda), enero 2000, Vol. 58, nº 6, páginas 692-698	01-2000
D03	Vanderwerf F. et al. "Eyelid Movements: Behavioral Studies of Blinking in Humans under different Stimulus Conditions", Journal of Neurophysiology (Bethesda), mayo 2003, Vol. 89, nº 5, páginas 2784-2796	05-2003
D04	Gehricke J. "Differentiating between reflex and spontaneous blinks using simultaneous recording of the orbicularis oculi electromyogram and the electro-oculogram in startle research", International Journal of Psychophysiology, junio 2002, Vol. 44, nº3, páginas 261-268	06-2002
D05	AU 3717593 A	08.09.1994
D06	WO 2007041766 B	19.04.2007
D07	JP 7275206 A	24.10.1995

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La solicitud de patente en estudio reivindica un procedimiento (reivindicación independiente nº 1) y un sistema (reivindicación independiente nº 4) cuyo problema técnico es calcular la posición de un párpado respecto al globo ocular. EL cálculo de la posición se consigue por medio de la obtención de al menos una señal de la actividad eléctrica de un músculo del párpado, su conversión al dominio digital, el tratamiento de la señal y el posterior proceso de cálculo aplicando una doble integración a dicha señal mediante un integrador con pérdida.

Los documentos citados D01 - D07 reflejan diferentes aspectos del estado de la técnica, pero se considera que no afectarían ni a la novedad ni a la actividad inventiva de la solicitud en estudio según lo especificado en el A. 8 de la LP.

En los documentos D01 - D05 se encuentran descritos distintos procedimientos para el estudio del movimiento de los párpados en donde se emplean electromiogramas para recoger la actividad de los músculos orbicularis oculi y levator palpebrae.

El documento D06 es un ejemplo de procedimiento para la supresión de ruido en sistemas que utilizan señales electrofisiológicas.

El resumen del documento D07 describe un dispositivo de análisis del movimiento del párpado aunque por un procedimiento diferente al descrito en la solicitud en estudio.