

OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 326 503**

②1 Número de solicitud: 200601762

⑤ Int. Cl.:  
**A61F 4/00** (2006.01)

**G06F 3/02** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

②② Fecha de presentación: **26.06.2006**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **13.10.2009**

④<sup>3</sup> Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**13.10.2009**

**71) Solicitante/s: Universidad de Sevilla  
OTRI-Pabellón de Brasil  
Paseo de las Delicias, s/n – 1ª Planta  
41013 Sevilla, ES**

72 Inventor/es: **Molina Cantero, Alberto y  
Gómez González, Isabel**

⑦<sup>4</sup> Agente: **No consta**

⑤4 Título: **Sistema de acceso a un ordenador basado en guiños voluntarios.**

⑤⑦ Resúmen:

Sistema de acceso a un ordenador basado en guiños voluntarios.

La presente invención tiene por objeto un sistema que permite el acceso a un ordenador por personas discapacitadas cuya capacidad motora se ve reducida a la región ocular. El usuario interactúa con un ordenador a través de un sistema de detección de guiños voluntarios que utiliza emisores y receptores de infrarrojos montados en unos raíles que se han instalado en unas gafas y que se encuentran enfocados hacia el centro del ojo. Los parpadeos, guiños o movimientos oculares son detectados por los receptores, que envían sus señales al sistema de detección, el cual, tras un proceso de demodulación, filtrado y amplificación, genera una señal de tensión que es digitalizada y tratada por un microcontrolador.

La invención también se distingue por implementar la parte del control del PC en el propio PC y por minimizar el tiempo de latencia con objeto de reducir la fatiga del usuario.

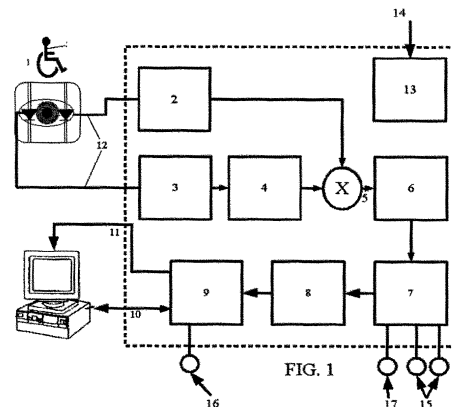


FIG. 1

**ES 2 326 503 A1**

**DESCRIPCIÓN**

Sistema de acceso a un ordenador basado en guiños voluntarios.

**5 Objeto de la invención**

La presente invención tiene por objeto un sistema que permite el acceso a un ordenador por personas discapacitadas cuya capacidad motora se ve reducida a la región ocular. El usuario interactúa con un ordenador a través de un sistema de detección de guiños voluntarios que utiliza emisores y receptores de infrarrojos montados en unos raíles que se han instalado en unas gafas y que se encuentran enfocados hacia el centro del ojo. Los parpadeos, guiños o movimientos oculares son detectados por los receptores, que envían sus señales al sistema de detección, el cual, tras un proceso de demodulación, filtrado y amplificación, genera una señal de tensión que es digitalizada y tratada por un microcontrolador.

La invención también se distingue por implementar la parte del control del PC en el propio PC y por minimizar el tiempo de latencia con objeto de reducir la fatiga del usuario.

**Estado de la técnica**

Existen varias técnicas para la detección de eventos oculares. La mayor parte de ellas, derivadas de otras, más sofisticadas, que buscan obtener la zona sobre la que un sujeto mira, dependiendo de la posición del ojo. Una buena introducción a las distintas técnicas de medición de la posición ocular aparece en (1), donde son clasificadas en tres grandes bloques: basadas en luz reflejada, en potenciales eléctricos y en lentes de contacto, y que, a continuación, se describen brevemente.

- Las basadas en luz reflejada utilizan como iluminación luz infrarroja y la detección es determinada por dos métodos distintos: cámaras de video adaptadas a la luz infrarroja o, simplemente, sensores de infrarrojos. La más habitual es la primera, que requiere procesamiento de imágenes y, dependiendo de qué parte de la imagen recibida se procesa, se clasifica en: reflexión de limbos, reflexión de pupila, relación entre la reflexión de la córnea y la pupila, reflexión de las imágenes de Purkinje. Todas ellas se encuadran dentro de la denominada video-oculografía (VOG) que también trabaja con cámaras o webcam con iluminación ambiental. La mayoría de las empresas del sector muestran productos de este tipo. La segunda técnica, la basada por sensores infrarrojos, es la utilizada en el sistema desarrollado y la de menor difusión en el mercado, existiendo pocos equipos y bastante caros. En (2) se muestra una empresa que comercializa un dispositivo similar, basado en el mismo principio, aplicado al estudio clínico del ojo.

- La técnica basada en potenciales eléctricos (EOG) utiliza electrodos situados en posiciones próximas a las cuencas de los ojos y detectan el campo eléctrico que genera el dipolo ocular. El movimiento ocular provoca una rotación del dipolo que es detectado con un cambio de potencial en los electrodos.

- La última técnica utiliza lentes de contacto en las que se insertan micro-espejos que permiten reflejar una luz incidente. Dependiendo de la posición del ojo, la luz reflejada variará en intensidad. La medición de ésta determinará la posición del ojo. Una variante de esta técnica es la que utiliza núcleos magnéticos insertados en las lentes de contacto. La posición del ojo se determina mediante sofisticados sistemas de medición electromagnética situados en la cabeza.

Las aplicaciones de las técnicas de detección de la mirada son muy diversas. Se han utilizado estas técnicas con fines sociológicos (estudios sobre qué miran determinados sujetos ante una imagen proyectada), publicitarios (en el mismo sentido que el anterior), clínico-médicas (determinación de enfermedades oculares o neurológicas), de accesibilidad (permitir el control de determinadas aplicaciones o dispositivos por personas con grados elevados de discapacidad), etc.

Los aspectos de accesibilidad han sido (y lo están siendo) objeto de interés tecnológico durante los últimos años. Existen numerosas publicaciones en este ámbito y, actualmente, existen también casas comerciales que han sacado algunos productos relacionados. Hay que destacar que la gran mayoría de dispositivos e investigaciones, se han basado en la detección de la mirada mediante técnicas VOG y EOG, para el manejo de determinadas aplicaciones específicas orientadas, fundamentalmente, a la escritura de texto.

Un sistema basado en EOG ha sido desarrollado en la EUP de la U. Alcalá (3) para el control de una silla de ruedas eléctrica. También, como aplicación del sistema, se permite la escritura de texto utilizando una aplicación particular para el PC.

Sistemas que permiten a discapacitados la escritura de texto existen gran variedad. Destacamos (4), un dispositivo que, conectado a una impresora, permite la escritura del texto seleccionado mediante unas gafas sobre las que se han montado unos diodos de infrarrojos. La dirección de la mirada permite la selección de la letra situada en una matriz de 7x6 en el propio dispositivo y ordenada según la frecuencia de uso de las letras en un lenguaje concreto. Existe el barrido horizontal y vertical. Se usan opciones adicionales para controles de iluminación, etc. Es un dispositivo de "bolsillo", lo que lo hace fácilmente transportable por el discapacitado, pero no dispone de conectividad con un PC.

Una aplicación de PC interesante para la escritura rápida de texto controlada por el ratón, y de libre distribución es Dasher (5). Consiste en que el texto va saliendo por la derecha de la pantalla a mayor o menor velocidad dependiendo de la cercanía del ratón al extremo derecho de la pantalla. Incorpora un sistema predictivo que, a medida que se van seleccionando letras, agrupa las letras que faltan para completar una posible palabra. Esta aplicación se apoya en cualquier sistema de medición que permita el control del ratón. Como ejemplo, sus diseñadores, han utilizado un sistema basado en VOG para la detección de la mirada.

Otro sistema para la escritura rápida de caracteres se muestra en (6), basados en mediciones horizontal y vertical de la mirada mediante diodos de infrarrojos montados en unas gafas. El sistema dispone de una pantalla sobre la que se proyectan los caracteres seleccionados por el usuario. Ambos sistemas requieren calibración cada vez que se utilicen por un mismo sujeto y no permiten el manejo de cualquier aplicación del PC.

En (7) se presenta un estudio de comunicación mediante guiños voluntarios. El sistema utilizado para la obtención de la señal es VOG y muestra la posibilidad de utilizar una aplicación de escritura específica seleccionando palabras mediante secuencias de guiños de distinta duración, a modo de lenguaje "morse". Tampoco permite el control de cualquier aplicación del PC.

El sistema EagleEyes (8) se basa en EOG para controlar un PC mediante el control del cursor del mismo. Se requiere un dispositivo externo y un software de configuración y calibración. Permite el manejo del ratón tanto por mirada como por movimientos leves de cabeza. Requiere de calibración cada vez que se utilice el sistema.

En (9), se muestra un dispositivo que permite a un usuario emular el ratón y el teclado de un ordenador, lo que le posibilita la aplicación de cualquier aplicación del mismo. No obstante, el método utilizado se basa en un pulsador mecánico, y una pantalla gráfica, distinta a la del ordenador, acoplada en una silla de ruedas, con la que se permite seleccionar diferentes acciones a partir de las pulsaciones. Dichas acciones se traducen en el envío de las señales eléctricas equivalentes a las que generarían un ratón o un teclado convencionales.

## Referencias

(1) *Eye Controlled Media: Present and Future State. Thesis for the Partial Fulfilment of the Requirements for a Bachelor's Degree in Information Psychology at the Laboratory of Psychology, University of Copenhagen.* Ame John Glenstrup y Theo Engell-Nielsen. 1995. <http://www.diku.dk/%7Epanic/eyegaze/article.html>

(2) *Skalar IRIS IR Eyetracker.* <http://www.crsiitd.com/catalog/skalar/index.html>

(3) *Interfaz Usuario Máquina basado en EOG (Aplicación de ayuda a la movilidad).* Tesis doctoral de Rafael Barea Navarro.

(4) *An Eye-movement controlled Communication appliance: from Eye-Letter-Selector to Handiwriter.* <http://www.ph.tn.tudelft.nl/ed/ELS-Handi.html>

(5) *Sistema Dasher. Homepage:* <http://www.Inference.phy.cam.ac.uk/dasher/>

(6) *EPCOS. Eye-Ball-Position controlled Communication System.* E.E.E. Friteman et al. Microprocessor and microprogramming. North Holland. 1984.

(7) *Communication via eye blinks. Detection and duration analysis in real time.* Kristen Grauman. MIT Lab.

(8) *Eagle Eyes.* <http://www.bc.edu/schools/csom/eagleeyes/>

(9) *"Periférico de entrada al ordenador para discapacitados".* Patente con nº de publicación 2107937.

## Descripción de las figuras

Figura 1.- Diagrama de bloques de la arquitectura del sistema de detección de guiños voluntarios.

1. Usuario
2. Generador de reloj
3. Amplificación
4. Filtrado paso de banda
5. Multiplicador analógico
6. Filtrado paso de baja

## ES 2 326 503 A1

- 7. Etapa de amplificación y offset regulable
- 8. Conversión AD
- 5 9. Microcontrolador
- 10. Interfaz paralelo
- 11. Interfaz serie
- 10 12. Interfaz con los diodos
- 13. Fuente de alimentación
- 15 14. Cable de alimentación
- 15. Potenciómetros de ajuste
- 16. Diodos de visualización
- 20 17. Conector BCN de salida en tensión

Figura 2.- *Detalle del sistema de soporte de los diodos y fototransistores.*

- 25 20. Tornillo pasante
- 21. Eje metálico
- 22. Chapa circular
- 30 23. Cilindro metálico
- 24. Monturas de plástico
- 35 25. Tornillo de fijación
- 26. Hueco para el tornillo de fijación

Figura 3.- *Diagrama de bloques del programa de control del PC.*

- 40 30. Estado inicial
- 31. Estado intermedio
- 45 32. Estado final

### Descripción de la invención

La presente invención permite el acceso a un ordenador por personas discapacitadas cuya capacidad motora se ve reducida a la región ocular. El usuario interactúa con un ordenador a través del sistema de detección de guiños voluntarios, aunque también sirven los movimientos oculares rápidos en dirección vertical, y una aplicación específica que corre en el sistema operativo Windows. El sistema de detección está basado en la emisión, reflexión y recepción de un haz de infrarrojos montados en unos raíles que se han instalado en unas gafas sobre las que se han situado unos diodos emisores y receptores de infrarrojos y que se encuentran enfocados hacia el centro del ojo. El sistema de detección se comunica al sistema de procesado a través de un bus de entradas/salidas analógicas para el control de los diodos y fototransistores ubicados en unos cilindros móviles a lo largo de los raíles que atraviesan las monturas de las gafas.

Para cada ojo se han montado, pues, dos raíles sobre los que los cilindros metálicos que soportan los dispositivos se pueden desplazar verticalmente. Los cilindros, además del desplazamiento a lo largo del raíl pueden girar sobre éste, lo que les confiere dos grados de libertad muy útiles para conseguir un buen ajuste del sistema de procesado. Con el movimiento vertical (cilindro desplazándose a lo largo del eje) se permite ubicar el emisor o el receptor de manera centrada con el ojo. Con el movimiento de rotación, se permite el enfoque hacia el centro del ojo. Un raíl soporta al emisor y el otro al receptor con una separación suficiente como para no perder la visión frontal.

Los receptores reciben, tanto la radiación infrarroja emitida por el emisor, como la natural existente en el ambiente (de baja frecuencia) como la artificial suministrada por las luminarias de interior (de 100 Hz). Con objeto de poder

distinguir adecuadamente la fuente de infrarrojos montada en las gafas frente a las demás, ésta se genera de forma pulsada a una frecuencia de 2.5 KHz, muy superior a la de las otras fuentes. Por consiguiente, la señal que se deberá procesar se corresponderá con la que tenga una pulsación cuadrada de alta frecuencia.

- 5 El sistema de procesamiento cuenta con una fuente de alimentación interna, un conjunto de indicadores luminosos que permiten avisar de la detección correcta de un guiño, un sistema de amplificación y filtrado de las señales procedente del sistema de detección y un microcontrolador.

- 10 El microcontrolador implementa un algoritmo de detección que busca la generación de una señal binaria asociada a la detección o no, de un guiño voluntario, permitiendo la detección robusta de guiños, eliminando parpadeos involuntarios y señales espúreas procedentes de cualquier otro tipo de movimiento ocular no vertical o de cabeza (si éste existiera). El algoritmo realiza en el siguiente orden y a partir de la señal digitalizada, las siguientes operaciones: a) un filtrado digital (valor medio de las últimas 16 muestras), b) diferenciación de la señal para la obtención de las pendientes, c) trinarización (1,0,-1) de la señal de pendientes utilizando umbrales ajustables a cada usuario y d) el procesamiento de la señal trinarizada mediante una máquina de estados también parametrizable que decide sobre la concurrencia de un guiño voluntario y el filtrado de los parpadeos involuntarios.

- 20 Mediante un bus de salida que se conecta con el puerto paralelo del PC, el sistema transmite los valores binarios asociados a la detección o no de un guiño voluntario, a través de un programa de control que traduce el valor de la entrada del puerto paralelo del PC a códigos de tecla virtual y su introducción en la cola de mensajes del sistema operativo del PC.

- 25 El programa de control dispone de un teclado matricial de 4x4 teclas en la pantalla del PC consiguiéndose la selección de una tecla mediante dos activaciones consecutivas recibidas por el puerto paralelo. Cada tecla puede contener letras para la edición de textos o funciones especiales para el manejo del entorno y, para el caso de escritura de texto, se permite la predicción de la palabra buscada en función del número de letras seleccionadas.

- 30 El sistema dispone de una aplicación de ajuste, un bus de entrada/salida que se conecta al puerto serie del PC, para la configuración del sistema y el entrenamiento del usuario, visualización de la señal adquirida, los parámetros ajustables y los resultados del procesamiento de la señal mediante indicadores luminosos.

- 35 La presente invención presenta la ventaja de que el sistema sólo requiere un ajuste inicial sencillo y para siempre, que lo diferencia de otros sistemas similares que requieren continuas calibraciones. La invención también presenta la ventaja de implementar la parte del control del PC en el propio PC (ventana con teclado reducido y gestión de mensajes de teclas virtuales), lo que permite el abaratamiento del producto final. Asimismo, se ha buscado la minimización del tiempo de latencia (tiempo que el usuario emplea en la escritura de una palabra o un comando) con objeto de reducir la fatiga del usuario.

#### Modo de realización de la invención

- 40 Para una mejor comprensión de la invención, seguidamente se realizará un modo de realización del sistema:

- 45 En unas monturas de plástico (24), se instalan cuatro ejes metálicos (21) cortados a medida y dispuestos verticalmente por parejas y con una separación suficiente como para no reducir excesivamente la visión. A un cilindro metálico (23) se le practica una perforación (26) y se le suelda una chapa metálica de forma circular (22) con el diámetro adecuado para sustentar un diodo o un fototransistor. El cilindro metálico (23) confiere al diodo o al fototransistor, dos grados de libertad (movimiento longitudinal vertical y rotacional sobre el eje). El tornillo (25) permite fijar la posición del cilindro (23).

- 50 Los diodos y los fototransistores se sueldan a un cable plano (12) que finaliza en un conector que se adapta a la entrada del sistema de detección. La selección de los cables para los diodos de excitación y los fototransistores se realizará siguiendo criterios que reduzcan interferencias entre los mismos. El bloque (2) genera la señal de reloj a 2.5 KHz que se utilizará uno para la activación de los diodos y otro, por el multiplicador (5) en la fase de demodulación.

- 55 La señal recibida por los fototransistores pasa por los siguientes bloques: (3) amplificador, (4) filtro paso de banda sintonizado con la frecuencia de activación de los diodos, (5) multiplicador analógico, (6) filtro paso de baja, (7) etapa de amplificación y offset regulable mediante sendos potenciómetros (15) situados en el frontal del sistema y cuya salida se muestra en el conector (17), (8) convertidor analógico/digital y (9) microcontrolador, el cual, actúa señalizando los guiños detectados mediante un diodo LED (16) externo y a través del cable (10) hacia el puerto paralelo del ordenador.
- 60 Mediante el cable (11) conectado al puerto serie del PC, se posibilita la parametrización del algoritmo de detección residente en la memoria del microcontrolador (9). La fuente de alimentación (13), conectada a 220 V mediante un cable normal de red (14) genera la tensión necesaria para cada uno de los dispositivos que constituyen el sistema.

- 65 El software de ajuste mostrará la señal asociada a un guiño y permitirá el manejo de los potenciómetros con el fin de que dicha señal tenga niveles adecuados. Asimismo, permitirá la configuración del tiempo de duración del guiño y otros parámetros, anteriormente descritos, utilizando el enlace serie (11) que une el PC con el sistema de detección. Este software no es esencial, puesto que un polímetro conectado a (17) y cualquier software que permita el uso del puerto serie, pueden realizar las mismas funciones salvo las de entrenamiento.

## ES 2 326 503 A1

El software de gestión comprueba la activación de algunas de las líneas (10) de entrada del puerto paralelo y muestra un teclado matricial 4x4 siempre en primer plano. Su funcionamiento se resume, grosso modo, con el diagrama de bloques representado en la Figura 3. Inicialmente se arranca en el bloque (30) donde se inicia el barrido vertical cíclico del teclado. Un evento en el puerto paralelo provoca la selección de la fila por la que el barrido pasaba y la transición al bloque (31), en el que se procede al barrido horizontal cíclico. En (31) se dispara un temporizador, por el que si, transcurrido cierto tiempo, no se ha detectado un evento, se vuelve al bloque (30), borrando cualquier texto o comando seleccionado hasta el momento. Si en (31) se detecta un evento, se vuelve a (30), pero la letra, o el comando seleccionado, se muestra en una ventana asociada. La selección del comando ENTER en (31) provoca el paso al bloque (32) donde se procesa el texto o el grupo de comandos escritos, mandando los mensajes a la cola del sistema operativo. De (32) se vuelve a (30) borrando todo lo seleccionado previamente.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de acceso a un ordenador basado en guiños voluntarios que permite el control de cualquier aplicación de un PC **caracterizado** porque comprende:

a) un sistema de detección basado en la emisión, reflexión y recepción de un haz de infrarrojos sobre la córnea ocular;

b) un sistema de procesado que permite el tratamiento de la señal generando una señal binaria que se envía al puerto paralelo de un PC a través de un bus de salida;

c) un programa de control que traduce el valor de la entrada del puerto paralelo de un PC a códigos de tecla virtual y su introducción en la cola de mensajes del sistema operativo del PC y

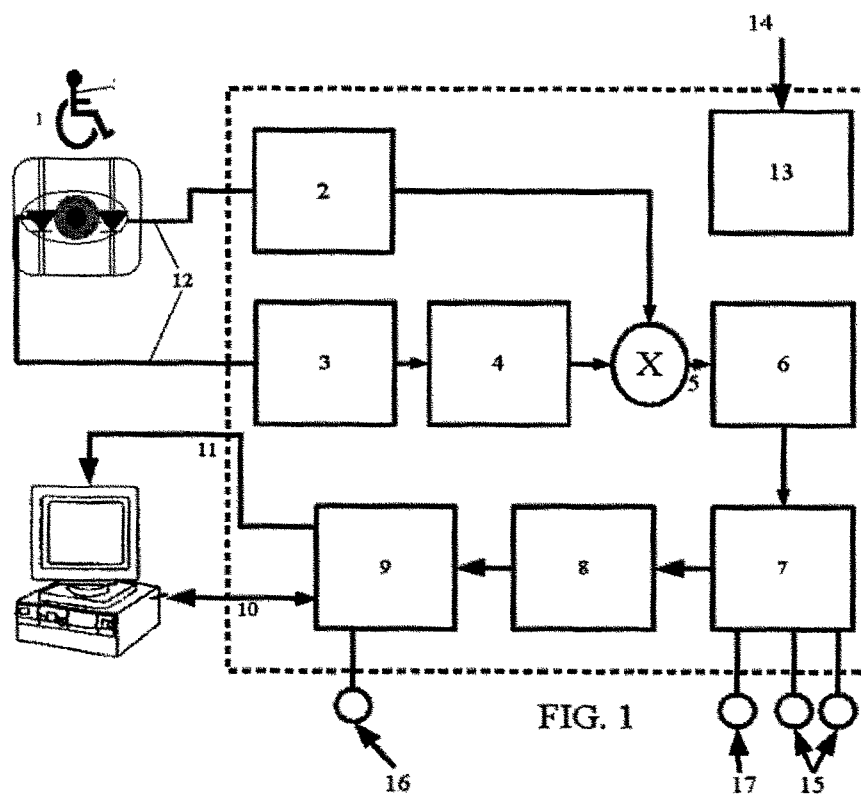
d) un bus de entrada/salida que se conecta al puerto serie del PC, para la configuración del sistema y el entrenamiento del usuario, visualizando la señal adquirida, los parámetros ajustables y los resultados del procesamiento de la señal mediante indicadores luminosos.

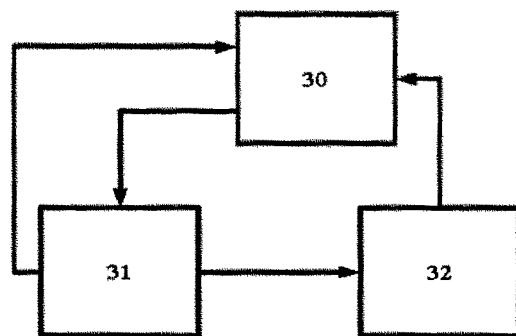
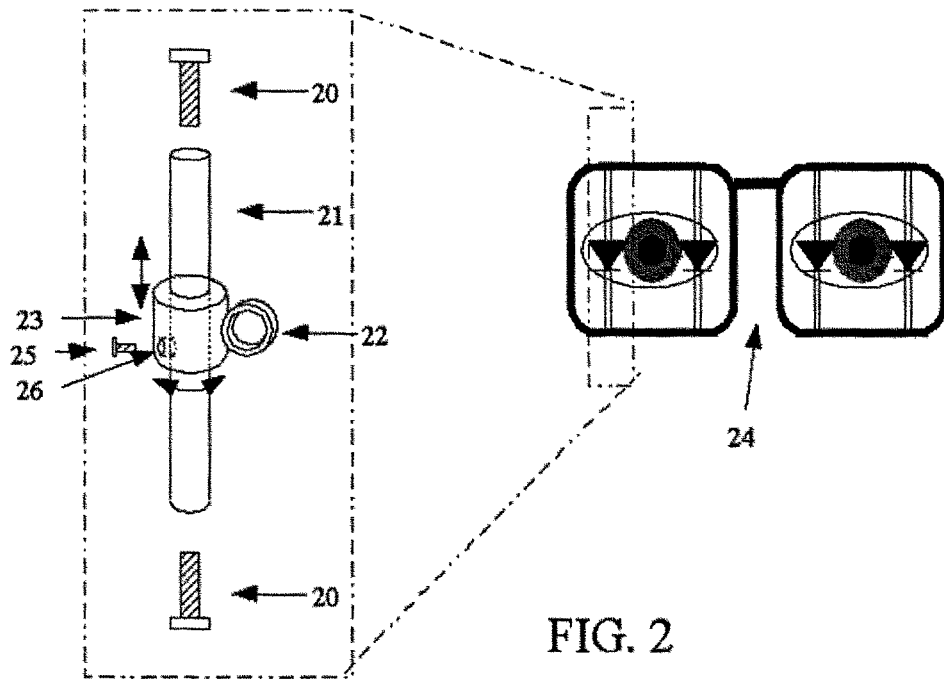
2. Sistema de acceso a un ordenador basado en guiños voluntarios que permite el control de cualquier aplicación de un PC según reivindicación 1, **caracterizado** porque el sistema de captación dispone de unas monturas sobre las que se han situado unos diodos emisores y receptores de infrarrojos.

3. Sistema de acceso a un ordenador basado en guiños voluntarios que permite el control de cualquier aplicación de un PC según reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque el sistema de detección se comunica mediante un bus analógico al sistema de procesado.

4. Sistema de acceso a un ordenador basado en guiños voluntarios que permite el control de cualquier aplicación de un PC según reivindicación 1, **caracterizado** porque el sistema de procesado consta de a) una fuente de alimentación interna; b) un conjunto de indicadores luminosos que permiten avisar de la detección correcta de un guiño; c) un sistema de amplificación y filtrado de las señales procedentes del sistema de detección y d) un microcontrolador.

5. Sistema de acceso a un ordenador basado en guiños voluntarios que permite el control de cualquier aplicación de un PC, según reivindicación 1, **caracterizado** porque el programa de control dispone de un teclado matricial de 4x4 teclas en la pantalla del PC consiguiéndose la selección de una tecla mediante dos activaciones consecutivas recibidas por el puerto paralelo.







OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 326 503

⑫ Nº de solicitud: 200601762

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 26.06.2006

⑭ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **A61F 4/00** (2006.01)  
**G06F 3/02** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑯ Documentos citados                                                                                            | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| A         | ES 2107937 B1 (UNIVERSIDAD DE MURCIA) 01.12.1997, todo el documento.                                            | 1,3,4                      |
| A         | ES 2116910 B1 (ANTONIO AMENGUAL COLOM) 16.07.1998, todo el documento.                                           | 1,2                        |
| A         | FR 2775588 A1 (ANDRES JACQUES PATRICK) 10.09.1999, todo el documento.                                           | 1,2                        |
| A         | GB 2075671 A (TAMKIN ELECTRIC CONTROL SERVICES) 18.11.1981, todo el documento.                                  | 1,2                        |
| A         | BASE DE DATOS WPI en EPOQUE, (Londres, GB), JP 11212715 A (SHIMADZU CORPORATION) 06.08.1999, resumen; figura 1. | 1,2                        |
| A         | ES 2124153 B1 (UNIVERESIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA) 16.01.1999, todo el documento.                             | 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

28.09.2009

Examinador

R. San Vicente Domingo

Página

1/1