

The diagram illustrates the EEG system architecture. It shows a participant with electrodes on the forehead (Coral vertical) and top (Electrode vertical Top) and bottom (Electrode vertical Bottom) of the head. The Coral vertical electrode is connected to a 'Biosignals acout (Coral Vertical)' block, which is a summing junction. The Electrode vertical Top and Electrode vertical Bottom electrodes are connected to 'Biosignals acout (Coral Vertical Top)' and 'Biosignals acout (Coral Vertical Bottom)' blocks, respectively, which are also summing junctions. These three blocks are connected to a 'PAB-Amplificador' block, which is a gain block. The output of the amplifier is connected to a 'Filtro' block, which is a filter block. The output of the filter is connected to an 'Amplificador' block, which is a gain block. The final output is 'Coral Vertical'.

1	Tipo de solicitud		☒ Patente de invención		☐ Patente de modelo de utilidad	
2	Título de la invención__			3	CIP Clasificación Internacional de Patentes	
SISTEMA DE CONTROL PARA SILLAS DE RUEDAS ELÉCTRICAS POR MEDIO DE ELECTROOCULOGRAFÍA				Nombre		Código
4	Datos del Solicitante					
Nombre:		UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE		Dirección Electrónica:		clientes@cavelier.com
Dirección:		CALLE 90 No 42-112, Barranquilla, Atlantico, Colombia		Domicilio/País de constitución:		COLOMBIA - ATLANTICO - BARRANQUILLA
Identificación:				Tipo Empresa:		

☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE	☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☒ NIT	☐ GRAN EMPRESA ☐ OTRO ☐ MICROEMPRESA ☐ ENTIDAD ESTATAL ☐ ENTIDADES DE ANIMO DE LUCRO	☐ MEDIANA EMPRESA ☐ PEQUEÑA EMPRESA ☐ PERSONAL ☐ UNIVERSIDADES
Número: 890102572-			

5

Solicitantes

Apellidos - Nombres o Razón Social	Tipo	Identificación
1. UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE	NI	890102572

6

Datos del Inventor

Nombre:	MARIO ANDRES VILLAMIZAR PALACIO	Dirección Electrónica:	clientes@cavelier.com
Dirección:	Calle 90 No 42-112, Barranquilla, Atlantico, Colombia	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - ATLANTICO - BARRANQUILLA
Identificación: ☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE Número: 1124034493-			

7

Inventor(es)

Apellidos - Nombres	Domicilio
1. VILLAMIZAR PALACIO MARIO ANDRES	COLOMBIA
2. SUAREZ MEJIA JOSE EDUARDO	COLOMBIA

3.		BORJA RONCALLO GISELLA YOLANDA		COLOMBIA	
8		Datos Inventor(es)			
País de Residencia		Departamento/Estado		Ciudad	Dirección
1.	COLOMBIA	ATLANTICO		BARRANQUILLA	Calle 90 No 42-112, Barranquilla, Atlantico, Colombia
2.	COLOMBIA	ATLANTICO		BARRANQUILLA	Calle 90 No 42-112, Barranquilla, Atlantico, Colombia
3.	COLOMBIA	ATLANTICO		BARRANQUILLA	Calle 90 No 42-112, Barranquilla, Atlantico, Colombia
9		Datos del Representante Legal / Apoderado			
Nombre:		JOSE ANDRES RINCON USCATEGUI		Dirección Electrónica:	cavelier@cavelier.com
Dirección:		CARRERA. 4 No. 72-35		Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - CUNDINAMARCA - BOGOTA D.C.
Identificación: ☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT Número: 79780910-					
Presentación de Poder					
Año de Radicación					

Número de Radicación			
10	Declaraciones de prioridad		☐ SI ☒ NO
1	(33) País de origen	Codigo del país	(31) No. Solicitud
2			(32) Fecha _
3			
11	Declaración sobre uso de recursos genéticos o biológicos		
Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o numero de registro, expedido por la Autoridad competente.			
12	Declaración sobre uso de conocimientos tradicionales		
Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado o numero de registro.			
13	Para publicar a partir de la fecha de publicación o de la prioridad invocada		
Si es Patente de Invención		Si es Patente de Modelo de Utilidad	
☐ 6 Meses ☐ 12 Meses ☐ 18 Meses ☒ Otro Cual: 0 Meses		☐ 6 Meses ☐ 12 Meses ☐ Otro Cual:	
14	Reivindicaciones		
Número reivindicaciones:		2	Pago Reivindicaciones: No
15	Reducción de tasas.		
Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento. ☐ Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos			
16	Documentos Anexos		
☒ Reivindicaciones			

- ☒ Descripción
- ☒ Dibujos y/o Figuras
- ☒ Resumen
- ☐ Certificado Deposito Materia Biologico
- ☐ Uso de Conocimiento tradicional
- ☐ Listado de secuencias
- ☒ Artes finales 12 x 12 cm
- ☐ Certificado con descuento
- ☒ Poderes, si fuere el caso
- ☒ Documento que legalmente pruebe la Cesión del inventor al solicitante o a su causante
- ☐ Otros anexos

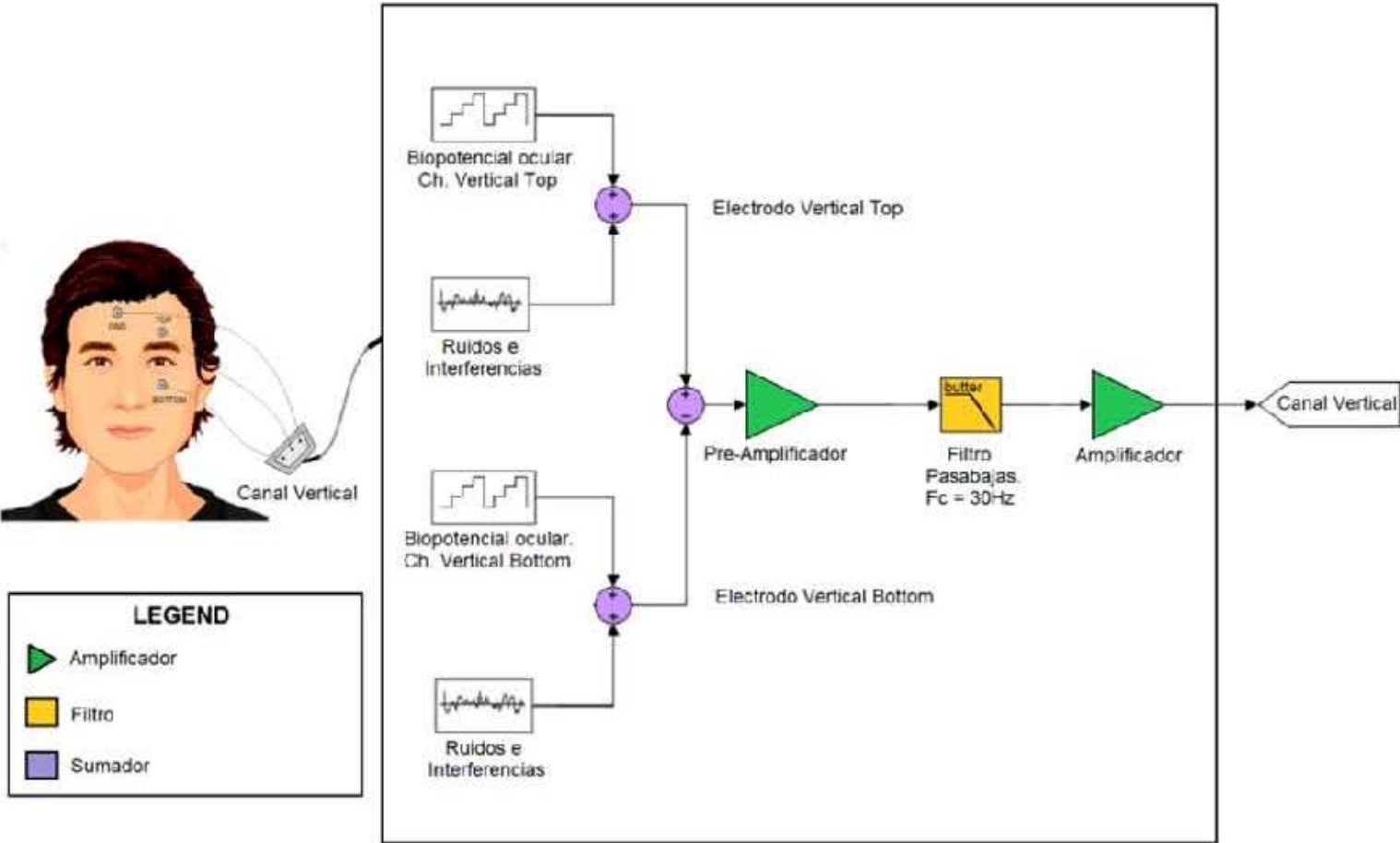


Figura 2

SISTEMA DE CONTROL PARA SILLAS DE RUEDAS ELÉCTRICAS POR MEDIO DE ELECTROOCULOGRAFÍA

I. CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se encuentra relacionada con medios de control de sillas de ruedas que facilitan el desplazamiento autónomo de personas en estado de cuadriplejia. En particular, la invención se refiere a un método y un sistema basados en electrooculografía [EOG], los cuales permiten el direccionamiento de una silla de ruedas mediante el rastreo de los movimientos oculares. Dicho sistema y método comprenden un módulo de adquisición y acondicionamiento analógico de señales electrooculográficas, un módulo de procesamiento y control, y un módulo de aislamiento y gestión de potencia, los cuales en su conjunto permiten el direccionamiento del vehículo. Adicionalmente, la invención cuenta con sistemas de detección de obstáculos y de regulación de la velocidad para garantizar la seguridad del usuario.

II. ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En el estado de la técnica se han divulgado varios sistemas y métodos de control de sillas de ruedas para permitir el libre desplazamiento de personas en estado de cuadriplejia, estando algunos de ellos basados en el sensado del movimiento de los ojos (electrooculografía). Sin embargo, este tipo de sistemas y métodos se centran únicamente en el direccionamiento de la silla, sin proporcionar herramientas adicionales que contribuyan a garantizar la seguridad del usuario.

Entre los sistemas y métodos conocidos en el estado de la técnica para el sensado del movimiento ocular se encuentran algunos que contemplan el uso de accesorios que deben ser portados por los usuarios. Tal es el caso de la patente US5293187A, la cual describe un aparato y método para determinar la posición de cada ojo con respecto a un punto de referencia; sin embargo, como parte de dicha invención el usuario está en la obligación de colocarse en la frente una banda soportada en los oídos que comprende un

arreglo de sensores configurados para registrar el movimiento vertical y horizontal de los ojos.

Del mismo modo, la patente KR20100127121A se refiere a una silla de ruedas eléctrica que utiliza señales de electrooculografía y que comprende un cuerpo, ruedas, motor, un sensor de EOG y una unidad de control. Sin embargo, el arreglo de sensores que detectan el movimiento de los ojos está localizado sobre el marco de unas gafas, las cuales deben ser portadas en todo momento por el usuario. Estas configuraciones particulares, en las que se debe portar en todo momento algún dispositivo, resultan poco prácticas y generan cansancio en el usuario cuando son usadas por largos periodos de tiempo.

En línea con lo anterior, en el estado de la técnica se conocen invenciones que, con el fin de eliminar la necesidad de que el usuario porte un dispositivo, divulgan sistemas y métodos que emplean electrodos ubicados en puntos específicos del rostro de la persona discapacitada. Tal es el caso de la patente US5360971A, la cual revela un sistema y un método con dos etapas de procesamiento que, en base a las señales adquiridas por electrodos ubicados en el rostro, permiten detectar cambios de voltaje con la variación de la posición de los ojos, determinar su posición y arrojar dicha información para ser utilizada en diversos medios de control. Sin embargo, el arreglo de electrodos divulgado en estas invenciones contempla el uso de cables, los cuales además de ser incómodos para el usuario, pueden presentar inconvenientes al enredarse con otro tipo de objetos.

Por otra parte, dentro de los sistemas y métodos conocidos en el arte previo, es ampliamente divulgado el uso de microcontroladores o procesadores para maniobrar la silla de ruedas. Tal es el caso de la patente US6842670B2, la cual se refiere a un sistema para controlar una silla de ruedas mediante el movimiento de los ojos que comprende una pantalla, un dispositivo de seguimiento ocular, un dispositivo de cálculo, un controlador y un vehículo autopropulsado. Sin embargo, dicha invención simplemente establece que el control de los motores sujetos a las ruedas es llevado a cabo mediante un controlador PID convencional. De igual manera, la patente US5360971A mencionada anteriormente, describe un mecanismo de control que le permite al usuario definir la dirección de movimiento y la velocidad, lo cual es logrado, por ejemplo, mediante patrones de diferentes gestos que le indican diferentes comandos a la máquina.

No obstante, los sistemas y métodos de control para sillas de ruedas basados en electrooculografía divulgados en el arte previo, no cuentan con medios que garanticen una velocidad segura constante para el usuario bajo todas las posibles condiciones en las que pueda operar la silla de ruedas, dejando abierta la posibilidad a que el usuario, transitando por condiciones de pendiente o superficie especiales, corra peligro de sufrir accidentes.

Adicionalmente a lo anterior, aunque hay sistemas y métodos divulgados en el arte previo que comprenden elementos de control habituales en este tipo de invenciones, es común que las mismas no contemplen ayudas adicionales orientadas a la seguridad del usuario, como por ejemplo: medios para detectar obstáculos. Tal es el caso de la patente ES2160512A, la cual menciona sistemas de electrodos perbioculares, tarjetas de amplificación y ganancia, sistemas de conversión A/D y microprocesadores para el procesamiento de la señal (filtrado, mejora, eliminación de ruido e interferencias etc.). Sin embargo, la misma no hace ninguna referencia a la influencia de agentes u otras variables externas que pueden influir dramáticamente en la experiencia de un usuario en condición de discapacidad al conducir la silla de ruedas.

En efecto, tratándose de personas en condición de discapacidad, resulta muy importante para su autonomía no solo que cuenten con la posibilidad y los medios para desplazarse, sino que además se sientan completamente seguros a lo largo de su desplazamiento. Lo anterior no solo con el fin de garantizar su protección en todo momento, sino además de evitar la necesidad de mantener una supervisión estricta y constante.

Así, aunque los sistemas y métodos divulgados en el arte previo utilizan el sensado ocular para el accionamiento de una silla de ruedas, estos por lo general no contemplan mecanismos de control orientados a garantizar la seguridad del usuario en su interacción con elementos del medio ambiente tales como posibles obstáculos, inclinación del suelo y diferentes tipos de superficie.

A partir de los problemas técnicos presentados en el control de sillas de ruedas mediante electrooculografía, relacionados con la obligación de portar dispositivos, la incomodidad del uso de cables sujetos a electrodos, y aún más importante, la necesidad de proporcionar medios efectivos de control para garantizar la seguridad en el

desplazamiento del usuario; existe la necesidad de proporcionar medios de desplazamiento que contemplen el sensado del movimiento ocular, pero que además presenten las características deseadas. Lo anterior, toda vez que un sistema y método de control para sillas de ruedas basado en electrooculografía, contando con electrodos inalámbricos, módulos de procesamiento en base a microcontroladores, sistemas de control de la velocidad y sistemas para la detección de obstáculos, permitirían una experiencia más cómoda, favorable y segura al usuario, (i) disminuyendo considerablemente el valor de producción y adquisición, (ii) reduciendo las dimensiones físicas del equipo y limitando su consumo energético, (iii) manteniendo una velocidad constante y segura sin importar las condiciones de pendiente o suelo y (iv) evitando posibles accidentes con obstáculos encontrados durante el recorrido.

El sistema y método de control para sillas de ruedas eléctricas por medio de electrooculografía, han sido diseñados para resolver esta problemática. Por esta razón se elaboró un sistema de control de desplazamiento y velocidad para la silla de ruedas eléctrica basado en el movimiento de los ojos por medio de electrooculografía y del sensado de algunas variables como la velocidad. Esta propuesta de independencia al usuario se llevara a cabo por un sistema embebido que tiene la ventaja de ser mucho más seguro, ergonómico, confiable y cómodo comparado con los dispositivos divulgados anteriormente.

Así entonces, es claro que a diferencia de la presente solicitud, el estado de la técnica no revela un sistema de control para sillas de ruedas que no solo esté basado en la determinación del movimiento ocular, sino que además contemple: i) el uso de electrodos inalámbricos ubicados en puntos específicos de la cara, ii) un sistema de control automático de velocidad basado en la inclinación y las diferentes superficies de desplazamiento, y iii) un sistema de detección de obstáculos en base a sensores ultrasónicos que detendrán el movimiento de la silla cuando se considere necesario.

III. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método y sistema de control para sillas de ruedas eléctricas a través de una técnica biomédica llamada electrooculografía, que permite

rastrear los movimientos oculares por medio de señales adquiridas. El sistema está compuesto por tres módulos de la siguiente manera: i) Módulo de adquisición y acondicionamiento analógico de señales electrooculográficas; ii) módulo de procesamiento y control; y iii) Módulo de aislamiento y gestión de potencia. Adicionalmente, la invención comprende electrodos inalámbricos, motores ajustados a la silla de ruedas, sensores ultrasónicos, un sistema de control automático de velocidad y un sistema de detección de obstáculos.

IV. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1: Ilustra esquemáticamente la posición de los electrodos inalámbricos en el rostro del usuario.

Figura 2: Ilustra el diagrama de bloques de la etapa de acondicionamiento del canal vertical de las señales electrooculográficas.

Figura 3: Ilustra el diagrama de bloques general del módulo de adquisición, acondicionamiento y transmisión inalámbrica de señales electrooculográficas.

Figura 4: Ilustra el comportamiento ideal de la señal electrooculográfica del canal vertical.

Figura 5: Ilustra el comportamiento ideal de la señal electrooculográfica del canal horizontal.

Figura 6: Ilustra la estructura de control de velocidad de la silla de ruedas.

Figura 7: Ilustra la posición de los sensores ultrasónicos en la silla de ruedas.

Figura 8: Ilustra el arreglo utilizado en el módulo de aislamiento y gestión de potencia.

V. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema y método que permiten controlar el desplazamiento de sillas de ruedas eléctricas por medio de la detección de movimientos oculares empleando una técnica llamada electrooculografía. Este sistema está pensado y

diseñado principalmente para personas en estado de cuadriplejia, de tal manera que puedan desplazarse en una silla de ruedas gracias a sus movimientos oculares.

En un primer aspecto, la invención consiste en un sistema de control para sillas de ruedas eléctricas que permite a personas en condición de discapacidad desplazarse en diferentes direcciones empleando únicamente el movimiento de sus ojos. Además, este sistema permite regular automáticamente la velocidad de la silla de ruedas según la inclinación y las diferentes superficies de desplazamiento, tratando de mantener en todo momento una velocidad constante y segura para el usuario. En particular, el sistema comprende: i) una silla de ruedas; ii) Un módulo de adquisición y acondicionamiento analógico de señales electrooculográficas, iii) Un módulo de procesamiento y control; y iv) Un módulo de aislamiento y gestión de potencia; dichos componentes son descritos a profundidad a continuación:

1. Módulo de adquisición y acondicionamiento analógico de señales electrooculográficas con transmisión inalámbrica.

Este módulo, como su nombre lo indica, permite obtener las señales eléctricas producidas por los movimientos oculares horizontales y verticales. Para este fin, se colocan cinco pequeños electrodos ubicados en posiciones estratégicas alrededor de los ojos, tal como se ilustra en la figura 1. En la figura se pueden determinar dos canales de adquisición: el canal horizontal y el canal vertical. El primero, como su nombre lo indica, distingue las señales producidas por los movimientos horizontales de los ojos por medio de los electrodos RIGHT y LEFT ubicados en las sienes de los usuarios; asimismo, los electrodos TOP Y BOTTOM, ubicados arriba de una ceja y sobre un pómullo respectivamente, permiten distinguir los movimientos verticales de los ojos. Dos de estos electrodos permiten detectar los movimientos oculares verticales, dos más permiten detectar los movimientos oculares horizontales y el otro electrodo restante es el punto de referencia o tierra eléctrica. Las señales eléctricas obtenidas de los electrodos se envían directamente a la etapa de acondicionamiento. Para el acondicionamiento de las señales electrooculográficas, por ejemplo del canal horizontal, en primera medida se pre-amplifican y se restan las señales provenientes de los electrodos RIGHT and LEFT mostrados en la figura 1, por medio de un amplificador de instrumentación en configuración diferencial. Esta pre-amplificación se realiza con el fin de aumentar la

amplitud de las señales electrooculográficas debido que originalmente son señales cuya amplitud se encuentra en el orden de los microvoltios.

La señal en la salida del amplificador de instrumentación es pasada por un filtro analógico butterworth pasabajas para reducir el ancho de banda de la señal de tal manera que se obtenga la información electrooculográfica deseada y se eliminen ruidos e interferencias no deseadas. Posteriormente, la señal de salida del filtro es nuevamente amplificada por otro amplificador de instrumentación en el que además se añade un offset a la señal para situarla en un rango de amplitud aceptable para la transmisión inalámbrica. Este mismo proceso se realiza para el canal vertical.

Finalmente las señales electrooculográficas acondicionadas del canal vertical y horizontal, se ingresan a un microcontrolador donde se convierte de análogas a digitales, se codifican y se envían por medio del módulo de transmisión UART hacia un transmisor de radiofrecuencia con modulación digital ASK.

2. Módulo de procesamiento y control

Este módulo es de gran importancia porque representa el cerebro del sistema. Es aquí donde se toman las decisiones de control necesarias para el correcto funcionamiento de la silla de ruedas. En este módulo se controlan los tres factores fundamentales de esta invención. En particular, se controla la dirección de desplazamiento de la silla de ruedas y de manera independiente, se controla la velocidad de desplazamiento y se detectan obstáculos para evitar colisiones.

Este módulo comprende un microcontrolador que cuenta con diferentes módulos internos como el conversor analógico-digital (ADC), un puerto de transmisión serial UART, comparadores, temporizadores, PWM, entre otros. A este microcontrolador se conectan diferentes periféricos, entre los que se destaca el receptor de radiofrecuencia que recibirá la información proveniente del módulo de adquisición de señales electrooculográficas para su decodificación y procesamiento. También se conectan al microcontrolador los sensores de ultrasonido que permiten determinar la existencia de obstáculos en la trayectoria de desplazamiento de la silla de ruedas, así como los sensores que permiten determinar la velocidad real de desplazamiento. Según el procesamiento realizado en el microcontrolador a partir de las variables de entrada, se generan señales de salidas

conectadas MOSFETs y relés por medio de optoacopladores, con el fin de gestionar la potencia entregada a los motores para el correcto funcionamiento de la silla de ruedas.

a) Sistema de control de dirección

Este sistema comprende un receptor de radiofrecuencia con demodulación digital ASK conectado directamente al microcontrolador por medio del módulo de recepción UART. Una vez recibidas las señales en el microcontrolador, estas señales son decodificadas para posteriormente ser analizadas por medio de un algoritmo que permite identificar la posición de los ojos y determinar la dirección hacia la cual debe desplazarse la silla de ruedas. A partir de esto, en el microcontrolador se generan cuatro salidas digitales que se conectan al módulo de potencia por medio de optoacopladores, con el fin de administrar el comportamiento de los motores para generar las acciones de direccionamiento deseadas.

El propósito de este módulo es establecer la dirección de movimiento de la silla de ruedas en base a las señales oculares comunicadas por el usuario.

b) Sistema de control automático de velocidad

Este sistema de control de velocidad utiliza dos encoders ópticos ubicados uno en cada eje de los motores de la silla de ruedas, los cuales actúan como los sensores de velocidad del sistema. Las salidas de estos sensores son pulsos eléctricos que se conectan a un microcontrolador que permite determinar la velocidad real de la silla de ruedas por medio de un algoritmo que convierte la cantidad de los pulsos recibidos durante un determinado tiempo en velocidad. Solo uno de los dos encoders tendrá acción sobre el sistema de control, y su elección depende de la dirección de desplazamiento. Así por ejemplo, si la silla de ruedas está girando hacia la derecha, el sensor de velocidad que escoge el algoritmo de control es el ubicado en el eje del motor izquierdo, pues es este motor el que permite el giro hacia la derecha.

En el microcontrolador, la velocidad real calculada de la silla de ruedas es comparada con la velocidad deseada, generando una señal de error que se corrige por medio de un algoritmo basado en control PID. De esta manera, el microcontrolador genera una salida PWM, la cual se conecta los MOSFETs del módulo de potencia, con el fin de regular la

potencia entregada a los motores para tratar de mantener una velocidad constante sobre diferentes superficies de desplazamiento.

Así pues, el propósito de este módulo es regular la velocidad de la silla de ruedas según la inclinación y las diferentes superficies de desplazamiento, tratando de mantener en todo momento una velocidad constante y segura para el usuario. De esta manera se logra un producto compacto, seguro, cómodo, y sobre todo más económico para el usuario final.

c) Sistema de detección de obstáculos

Este sistema consiste en dos sensores ultrasónicos ubicados en la parte delantera de la silla de ruedas, uno al lado derecho de la silla de ruedas y el otro al lado izquierdo. Cada sensor tiene un ángulo de detección de 15° aproximadamente, característica que no permite cubrir un ángulo de por lo menos 180° para abarcar todas las posibles direcciones de desplazamiento de la silla de ruedas. Teniendo en cuenta lo anterior, a cada sensor ultrasónico se le ha adaptado un servomotor que permite giros de 90° . De esta manera, el sensor derecho puede cubrir desde los 90° (dirección hacia el frente) hasta el grado 0° (dirección hacia la derecha). De igual manera, el sensor izquierdo puede cubrir desde los 90° hasta los 180° (dirección hacia la izquierda). Ver figura 7. Finalmente, los dos sensores se conectan a un microcontrolador el cual permite, por una parte, controlar el giro del eje de los servomotores por medio señales PWM para hacer rotar los sensores ultrasónicos, y por otra parte calcular la distancia a la que se encuentran los obstáculos y a partir de esto tomar la decisión respectiva de control.

3. Módulo de aislamiento y gestión de potencia

El módulo de aislamiento y gestión de potencia permite acoplar las salidas del controlador con una etapa de alta potencia para el correcto funcionamiento de los motores de la silla de ruedas. En el módulo de potencia se amplifican las salidas provenientes del microcontrolador para poder accionar los motores.

El módulo de potencia está compuesto por optoacopladores que reciben las señales provenientes del microcontrolador y generan una salida igual pero aislada por un medio óptico. Los optoacopladores conectados a las salidas del microcontrolador que permiten

controlar la dirección de la silla de ruedas, se conectan a cuatro relés en configuración de Puente H, con el fin de manipular la dirección de giro de los motores, tal como se muestra en la figura 8. En cada relé se conecta un MOSFET de alta potencia que permite regular la potencia entregada a los motores para controlar su velocidad por medio de la señal PWM proveniente del sistema de control de velocidad implementado en el microcontrolador, la cual también está aislada de la alta potencia por medio de otros optoacopladores.

Este módulo también es de vital importancia para la seguridad del sistema y del usuario ya que por medio de éste podemos aislar una etapa de gran potencia que permite la operación de los motores, de los módulos de baja potencia que están directamente acoplados con el usuario.

En un segundo aspecto, la invención consiste en un método para controlar el movimiento de una silla de ruedas mediante electrooculografía. Dicho método comprende las etapas de:

- a) Obtener las señales electrooculográficas por medio de cinco electrodos colocados en el rostro del usuario;

En general, en este paso se le colocan al usuario cinco electrodos inalámbricos alrededor de los ojos para obtener las señales eléctricas oculares (Ver figura 1). Los movimientos oculares horizontales son detectados por los dos electrodos ubicados en las sienes y los movimientos verticales son detectados por un electrodo ubicado por encima de la ceja y por otro ubicado cerca al pómulo.

- b) Acondicionar las señales quitándoles diferentes ruidos y llevándolas a niveles aptos, y transmitirlos a través de radio frecuencia;

En general, en este paso, el cual es llevado a cabo por el módulo de adquisición y acondicionamiento analógico de datos, las señales obtenidas de los electrodos son debidamente acondicionadas, quitándoles diferentes ruidos y llevándolas a niveles aptos para su llegada al controlador. La información obtenida es posteriormente transmitida a través de radiofrecuencia al módulo de procesamiento del sistema en tiempo real para

que el movimiento de la silla de ruedas sea simultáneo al de los ojos. De esta manera se aumenta la comodidad del usuario al evitar el cableado de los electrodos.

En particular, una vez adquiridas las señales electrooculográficas, éstas deben ser debidamente acondicionadas para poder ser transmitidas hacia el módulo de procesamiento y control. En la figura 2 se ilustra el diagrama de bloques de la etapa de acondicionamiento para las señales electrooculográficas del canal vertical, el cual es implementado de la misma manera para el canal horizontal. Como se observa, las señales electrooculográficas pasan a través de una etapa de pre-amplificación para luego ser filtradas con el fin de limitar su ancho de banda en las frecuencias que entregan información del biopotencial electrooculográfico y de esta manera eliminar otras señales e interferencias no deseadas. Adicionalmente, se amplifican las señales en un rango de voltajes que pueda ser debidamente transmitido de manera inalámbrica al módulo de procesamiento y control.

Por otro lado, las señales electrooculográficas acondicionadas, tanto del canal vertical como del canal horizontal, se transmiten de manera inalámbrica al módulo de procesamiento y control, por medio de un transmisor de radiofrecuencias con modulación digital ASK. Para ello, las señales electrooculográficas deben ser codificadas previamente utilizando un protocolo de comunicación compuesto por una trama de seis bytes. Estos bytes en orden de transmisión son los de: sincronización, dos bytes de dirección, canal, datos y verificación.

El byte de sincronización permite ajustar la ganancia del receptor. Cuando hay ausencia de señales, el receptor tiende a subir su ganancia con el fin de poder captar alguna señal, lo que hace que sean susceptibles al ruido. Por medio del byte de sincronización se ajusta la ganancia del receptor para saber qué niveles de amplitud corresponden a un cero o a un uno lógico.

Los bytes de dirección contienen la dirección de receptor al que va dirigida la trama de datos. De esta manera sólo un receptor de radiofrecuencia puede ser capaz de interpretar toda la trama de datos. Esto sirve para evitar comunicarse inequívocamente con los receptores de radiofrecuencia de otras sillas de ruedas.

El byte de canal permite saber si la información enviada corresponde al canal vertical ó al canal horizontal de las señales electrooculográficas.

El byte de datos contiene la información de las señales electrooculográficas.

Finalmente, el byte de verificación se usa para comprobar la integridad del paquete recibido. Consiste en una suma binaria de los bytes de dirección, canal y datos. Si el byte de verificación corresponde a la suma binaria mencionada, entonces la trama no tiene errores, de lo contrario se asume que la trama ha sido dañada en el camino, por lo que es rechazada.

Esta codificación se realiza utilizando un microcontrolador, en el cual inicialmente las señales electrooculográficas son convertidas de analógicas a digitales. Una vez codificadas las señales, son enviadas al transmisor de radiofrecuencia por medio del módulo UART del microcontrolador. Finalmente, el transmisor envía las señales electrooculográficas al módulo de procesamiento y control. En la figura 3 se ilustra el diagrama de bloques del módulo de adquisición, acondicionamiento y transmisión inalámbrica de señales electrooculográficas.

c) Determinar la posición de los ojos y establecer la dirección de movimiento deseada por medio de un microcontrolador;

En general, en este paso, el cual es llevado a cabo por el módulo de procesamiento y control, las señales electrooculográficas son recibidas en un microcontrolador donde se encuentra implementado un algoritmo que permite determinar la posición de los ojos y de esta manera generar las acciones correspondientes para el correcto desplazamiento de la silla de ruedas.

En otras palabras, una vez que las señales electrooculográficas llegan al módulo de procesamiento, es un algoritmo el encargado de tomar las decisiones de control de la silla de ruedas de acuerdo a posición de los ojos. Las señales electrooculográficas tienen patrones de comportamiento aplicables a cualquier persona. Estos patrones son fáciles de reconocer porque siguen de forma directamente proporcional los movimientos oculares, por ejemplo, si una persona tiene la mirada en el punto central, las señales electrooculográficas también estarán en un punto central dentro un rango de voltajes

definido. Si la persona dirige su mirada hacia arriba, entonces la señal electrooculográfica del canal vertical aumentará casi proporcionalmente su voltaje.

De esta manera, en el algoritmo de control se comparan las señales adquiridas con los patrones de comportamiento de las señales electrooculográficas y se toman las decisiones de control respectivas.

En particular, las señales de radiofrecuencia que contienen la información electrooculográfica son recibidas por medio de un receptor de radiofrecuencias, donde son ingresadas nuevamente a un microcontrolador para realizar el proceso de decodificación. Una vez decodificadas, se realiza una identificación del canal (vertical u horizontal) y de los datos recibidos de dicho canal. Así pues, es posible comparar las señales electrooculográficas, tanto del canal horizontal como del canal vertical, con unos patrones de comportamiento de estas señales previamente establecidos por medio de umbrales de amplitud. En el caso del canal vertical, cuando el usuario dirige su mirada hacia arriba, la señal electrooculográfica del canal vertical aumenta proporcionalmente de amplitud. Asimismo, si dirige su mirada hacia abajo la amplitud de la señal disminuye proporcionalmente. Este mismo patrón es aplicado en el canal horizontal cuando el usuario dirige la mirada hacia la izquierda o hacia la derecha. En la figura 4 y 5 se ilustra el comportamiento de las señales electrooculográficas. Como se observa en estas figuras, la proporcionalidad entre los movimientos oculares y las señales electrooculográficas adquiridas es aprovechada para crear niveles de acuerdo a rangos establecidos de amplitud de las señales.

El sistema de control para el direccionamiento de la silla de ruedas se comporta como una máquina de estados, en la cual las salidas o respuestas dependen del estado actual y del estado anterior de las entradas; en este caso, las entradas son los dos canales de electrooculografía, a partir de las cuales se generan cuatro salidas binarias que permitirán la manipulación de los motores.

Coherentemente, suponiendo que la silla de ruedas inicialmente está detenida, si el usuario dirige su mirada hacia arriba, la silla de ruedas empezará su marcha hacia delante. El usuario puede dirigir su mirada nuevamente hacia el centro en unos pocos segundos mientras que la silla de ruedas sigue su marcha. Consecutivamente, el usuario dirige la mirada hacia la derecha, punto a partir del cual la silla se direccionará diagonalmente

hacia la derecha hasta que el usuario retorne la mirada al centro. Si el usuario quisiera que el movimiento fuera completamente hacia la derecha, la silla debe estar detenida antes de dirigir su mirada hacia la derecha. Con esto puede lograr un giro de 360 casi sobre su mismo eje. Para detener, entonces la silla el usuario simplemente debe dirigir su mirada hacia abajo.

Así pues, las cuatro salidas digitales de la máquina de estados generada en el microcontrolador son enviadas al módulo de potencia. Dos de estas salidas digitales permiten controlar la dirección de giro del eje de uno de los motores de la silla de ruedas, mientras que las otras dos salidas digitales lo hacen para el otro motor, con lo cual se consigue manipular la dirección y el desplazamiento de la silla de ruedas.

En otras palabras, una vez que las señales electrooculográficas llegan al módulo de procesamiento, es un algoritmo el encargado de tomar las decisiones de control de la silla de ruedas de acuerdo a posición de los ojos. Las señales electrooculográficas tienen patrones de comportamiento aplicables a cualquier persona. Estos patrones son fáciles de reconocer porque siguen de forma directamente proporcional los movimientos oculares, por ejemplo, si una persona tiene la mirada en el punto central, las señales electrooculográficas también estarán en un punto central dentro un rango de voltajes definido. Si la persona dirige su mirada hacia arriba, entonces la señal electrooculográfica del canal vertical aumentará casi proporcionalmente su voltaje.

De esta manera, en el algoritmo de control se comparan las señales adquiridas con los patrones de comportamiento de las señales electrooculográficas y se toman las decisiones de control respectivas.

d) Detectar por medio de sensores ultrasónicos la presencia de obstáculos en la dirección de movimiento;

En general, en este paso, el cual es llevado a cabo por el módulo de procesamiento y control, se detectan posibles obstáculos en la dirección de movimiento deseada de la silla de ruedas, de modo que no se permita su movimiento en el caso de su existencia.

En particular, este sistema permite identificar obstáculos en el trayecto de la silla de ruedas, adicionalmente, este actúa de manera independiente de los demás sistemas de

control. Esto se debe a que, sin importar la orden que el usuario dé por medio del movimiento de sus ojos, la silla de ruedas se detendrá mientras existan obstáculos en el trayecto. Esto permite asegurar que el usuario no sufra lesiones provocadas por una colisión contra algún obstáculo. Incluso protege la integridad de otras personas que se encuentren en el trayecto de la silla de ruedas. Este también es un seguro ante posibles daños en otros módulos del sistema.

Este sistema de detección de obstáculos consiste en dos sensores ultrasónicos ubicados en la parte delantera de la silla de ruedas, uno al lado derecho y el otro al lado izquierdo, tal como se ilustra en la figura 6. Cada sensor cuenta con un servomotor adaptado que le permite una rotación de 90° . Esto permite alcanzar, entre los dos sensores, un ángulo de 180° con el fin de cubrir todas las posibles direcciones de desplazamiento de la silla de ruedas. De esta manera, el sensor derecho puede cubrir desde los 90° (dirección hacia el frente) hasta el grado 0° (dirección hacia la derecha). Así mismo, el sensor izquierdo puede cubrir desde los 90° hasta los 180° (dirección hacia la izquierda).

El giro del eje de los servomotores dependerá de la dirección de los ojos y se ejecutará antes de que la silla realice el movimiento indicado. Así, por ejemplo, cuando un usuario mira hacia la derecha con el fin de dirigirse hacia dicha dirección, el servomotor derecho gira hacia la posición de 0° (dirección hacia la derecha) para que el sensor ultrasónico pueda detectar si existen obstáculos en el trayecto. Simultáneamente el servomotor izquierdo seguirá observando si existen obstáculos en la dirección de 90° . Esto con el fin de cubrir de manera panorámica el campo de vista que el usuario deja de percibir.

Si existe algún obstáculo, el sistema de control no permitirá que la silla realice el movimiento sugerido por el usuario y se detendrá inmediatamente si se encuentra en movimiento. Si por el contrario no hay obstáculos en dicha dirección, la silla podrá ejecutar el movimiento. Una vez que usuario regrese su mirada hacia el centro, el sensor regresará a la posición de 90° (dirección hacia el frente). De la misma manera, el sistema de detección de obstáculos puede cubrir 180° de vista, anticipándose frente a la trayectoria escogida por el usuario haciendo rotar los sensores ultrasónicos por medio de los servomotores.

Quando el sistema detecta algún obstáculo en la trayectoria de desplazamiento, inmediatamente se detiene la silla de ruedas manipulando las cuatro salidas del sistema de direccionamiento, de tal manera que los motores no realicen ninguna acción. Al mismo

tiempo se genera una alarma visible y audible por el usuario para que este último cambie la dirección del trayecto.

e) Generar en base a la información obtenida el accionamiento de los motores correspondiente para el desplazamiento de la silla de ruedas;

En general, en este paso, el cual es llevado a cabo por el módulo de aislamiento y gestión de potencia, se amplifica la potencia de las salidas provenientes del microcontrolador para poder accionar los motores de la silla de ruedas. Este módulo también es de vital importancia para la seguridad del sistema y del usuario ya que por medio de éste podemos aislar una etapa de gran potencia que permite la operación de los motores, de los módulos de baja potencia que están directamente acoplados con el usuario.

En particular, en este módulo se convierten las señales eléctricas de baja potencia provenientes de las salidas del módulo de control y procesamiento, a señales eléctricas de alta potencia que permiten la manipulación de los motores. Así mismo, todas las señales de baja potencia procedentes del módulo de control y procesamiento son aisladas de la etapa de alta potencia por medio de optoacopladores con el fin de aislar al usuario de la alta potencia y salvaguardar su integridad física, así como como la de los módulos anteriormente descritos que funcionan con baja potencia.

El aislamiento de potencias se realiza por medio de optoacopladores, los cuales aíslan de forma óptica las salidas del módulo de procesamiento y control de los relés y MOSFETs encargados de la gestión de la potencia entregada a los motores. Las salidas de los optoacopladores permiten que los motores de la silla de ruedas se activen o desactiven para permitir la movilidad y direccionamiento deseado de la silla de ruedas. Para ello, se conectan a cuatro relés en forma de Puente H. Dos relés permitirán manipular la dirección de rotación del eje de uno de los motores, y los otros dos relés harán lo mismo para el otro motor. De tal manera que se logran conseguir las diferentes posibles direcciones a las cuales puede desplazarse la silla de ruedas. En la figura 7 se ilustra el arreglo utilizado para este módulo. Como se logra observar también en la figura 7, en cada relé se conecta un MOSFET de alta potencia que permite controlar la potencia entregada a los motores y asimismo la velocidad de la silla de ruedas por medio del método de modulación de ancho de pulso o PWM como se describe en el módulo de procesamiento de control.

f) Monitorear y controlar de forma paralela la velocidad de la silla de ruedas

En general, en este paso, el cual es llevado a cabo por el módulo de procesamiento y control, la velocidad de la silla de ruedas se regula automáticamente por medio de un lazo de control cerrado, donde se monitorea en tiempo real la velocidad de la silla de ruedas y se genera una señal que permite disminuir o aumentar la velocidad hasta llevarla a una velocidad establecida en el sistema de control para que el usuario tenga una movilidad segura.

En particular, el sistema de control de velocidad permite mantener una velocidad constante y segura en diferentes superficies sobre las cuales se desplaza la silla de ruedas, por ejemplo superficies con diferentes grados de inclinación y/o superficies con diferentes niveles de fricción. Este sistema de control actúa de manera independiente del sistema de control de dirección, es decir, que la velocidad de la silla no dependerá de la dirección de la trayectoria sino de las perturbaciones generadas por la superficie de desplazamiento.

Por medio de un sistema de control retroalimentado se mide constantemente la velocidad de la silla de ruedas a través de un encoder óptico de velocidad. La velocidad real de la silla de ruedas se compara con una velocidad de referencia establecida, considerada como la velocidad segura para el sistema y la que se procura mantener en todo momento. Por medio de esta comparación se calcula el error existente entre la velocidad medida y la velocidad de referencia, lo que permitirá que el controlador ajuste la señal de salida para regular la velocidad del motor y corregir el error. La estructura de control se ilustra en la figura 5.

La señal reguladora en la salida del controlador es modulada por ancho de pulsos (PWM, por sus siglas en inglés). Los elementos actuadores son MOSFETs de potencia, que abren o cierran sus compuertas según la señal PWM proveniente del controlador. De esta manera se manipula la potencia entregada a los motores para disminuir o incrementar la velocidad según la necesidad.

El controlador utilizado es un PID. Este es un controlador que por sus siglas tiene tres parámetros de ajuste: proporcional, integral, y derivativo. La acción de control

proporcional como su nombre lo indica, genera una salida en el controlador proporcional al error, sin embargo, no elimina completamente el error. La acción integral ayuda a corregir completamente el error, mientras que la acción derivativa permite reducir el tiempo de respuesta del controlador al producir una corrección significativa antes de que la magnitud del error se vuelva demasiado grande.

En este sistema de control de velocidad es importante que el tiempo de respuesta del controlador sea rápido tratándose de una variable a controlar con cambios rápidos en el tiempo como lo es la velocidad.

Finalmente, este sistema y método en conjunto permiten que una persona en estado de cuadriplejía pueda controlar una silla de ruedas de la siguiente manera. Si el usuario desea desplazarse hacia delante debe mirar hacia arriba durante un segundo y regresar la mirada a un punto central. Si desea detener la silla debe mirar hacia abajo. Si desea girar hacia la derecha o hacia la izquierda simplemente debe mirar hacia la dirección correspondiente. El algoritmo de control también detecta movimientos oculares en direcciones diagonales.

Adicionalmente, este sistema y método buscan brindar un recurso que permita solucionar el problema de movilidad y autonomía que padecen las personas en estado de cuadriplejía, y de esta manera apostar a la inclusión social y laboral de estas personas. Además, se busca ofrecer un producto que no requiera de un ordenador y softwares especiales para su funcionamiento sino por el contrario que sea compacto y ligero, conjuntamente seguro y que requiera de poco consumo energético. En consecuencia se logra un producto accesible económicamente a gran parte del mercado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar una silla de ruedas mediante el movimiento ocular del usuario, que comprende los pasos de:
 - a) Obtener las señales electrooculográficas por medio de cinco electrodos colocados en el rostro del usuario;
 - b) Acondicionar las señales quitándoles diferentes ruidos y llevándolas a niveles aptos, y transmitir las a través de radio frecuencia;
 - c) Determinar la posición de los ojos y establecer la dirección de movimiento deseada por medio de un microcontrolador;
 - d) Detectar por medio de sensores ultrasónicos la presencia de obstáculos en la dirección de movimiento;
 - e) Generar en base a la información obtenida el accionamiento de los motores correspondiente para el desplazamiento de la silla de ruedas; y
 - f) Monitorear de forma paralela la velocidad de la silla de ruedas.

2. Un sistema de control para una silla de ruedas mediante oculografía caracterizado porque comprende:
 - a) Un módulo de adquisición y acondicionamiento analógico de señales electrooculográficas con transmisión inalámbrica que obtiene las señales eléctricas producidas por los movimientos horizontales y verticales por medio de cinco electrodos inalámbricos;
 - b) Un módulo de procesamiento y control que además comprende:

Un sistema de control de dirección que recibe las señales, las analiza mediante un algoritmo y determina la dirección hacia la cual debe desplazarse la silla de ruedas;

Un sistema de control automático de velocidad que utiliza dos encoders ópticos ubicados uno en cada eje de los motores de la silla de ruedas y que regula la velocidad de la silla de ruedas según la inclinación y las diferentes superficies de desplazamiento; y

Un sistema de detección de obstáculos que emplea dos sensores ultrasónicos ubicados en la parte delantera de la silla de ruedas mediante los cuales se calcula la distancia a la que se encuentran los obstáculos y a partir de esto se toma la decisión respectiva de control;

- c) Un módulo de aislamiento y gestión de potencia compuesto por optoacopladores que reciben las señales digitales del microcontrolador y se conectan a MOSFETs y relés para controlar la dirección de desplazamiento y la velocidad de la silla de ruedas; y
- d) Una silla de ruedas eléctrica.

CESION DE DERECHOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

Los suscritos, Mario Andrés Villamizar Palacio, mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía número 1.124.034.493 de Maicao, domiciliado en Barranquilla, José Eduardo Suárez Mejía, mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía número 1.140.842.969 de Barranquilla, domiciliado en Barranquilla y Gisella Yolanda Borja Roncallo, mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía número 22.733.118 de Barranquilla, domiciliado en Barranquilla, declaramos bajo juramento ser únicos y verdaderos inventores de la invención **SISTEMA DE CONTROL PARA SILLAS DE RUEDAS ELÉCTRICAS POR MEDIO DE ELECTROOCULOGRAFÍA.**

Declaramos así mismo que **cedemos y transferimos**, sin limitación, a favor de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE, constituida y existente de conformidad con las leyes de la República de Colombia, domiciliada en Calle 90 No. 46 - 112 en Barranquilla, Colombia, todos los derechos y privilegios inherentes a la referida invención, pudiendo por consiguiente la citada compañía, considerarse como única dueña, explotarla como cosa propia o disponer de ella como mejor convenga a sus intereses.

El presente documento se suscribe para ser presentado por CAVELIER ABOGADOS, en la solicitud de patente de Invención anteriormente indicada ante la Superintendencia de Industria y Comercio.

Dado y firmado hoy treinta y uno (31) de mayo en Barranquilla,

Mario Villamizar Palacio

Mario Andrés Villamizar Palacio, C.C. N° 1.124.034.493 de Maicao

INVENTOR

Jose Suarez Mejia

José Eduardo Suárez Mejía, C.C. N° 1.140.842.969 de Barranquilla

INVENTOR

Gisella Borja Roncallo

Gisella Yolanda Borja Roncallo, C.C. N° 22.733.118 de Barranquilla

INVENTOR

Efraín Maldonado Palma

Efraín Maldonado Palma, C.C. N° 72.225.195 de Barranquilla
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE

LA CESIONARIA



CAVELIER

ABOGADOS

EDIFICIO SISKI
CARRERA 4a N° 72-35
BOGOTÁ, B - COLOMBIA

REPRESENTACION

Yo, **EFRAÍN MALDONADO PALMA** identificado con cédula de ciudadanía N° 72.225.195 de la ciudad de Barranquilla – Atlántico, obrando en nombre y representación legal de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE**, confiero poder amplio y suficiente a **CAVELIER ABOGADOS**, sociedad colectiva constituida de conformidad con las leyes de la República de Colombia, mediante Escritura Pública No. 6233 del 10 de septiembre de 1974, otorgada en la Notaría Sexta del Círculo de Bogotá, domiciliada en Bogotá D.C., con matrícula mercantil No. 00820237 y NIT 860041367-3, domiciliada en la Carrera 4a N° 72-35, Bogotá, Colombia, como nuestra representante para la presentación y trámite de la solicitud de patente titulada “**SISTEMA DE CONTROL PARA SILLAS DE RUEDAS ELÉCTRICAS POR MEDIO DE ELECTROOCULOGRAFIA**”, con facultad para recibir notificaciones y nombrar apoderados judiciales o extrajudiciales.

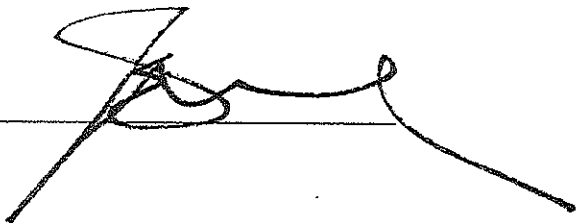
La representante podrá, en nuestro nombre, designar apoderados para actuar ante autoridades administrativas y judiciales, por vía extrajudicial y también procesalmente en nuestro nombre, como demandantes, como demandados, como litisconsortes, como agentes oficiosos, como terceros, por llamamiento en garantía o como intervinientes ad excludendum. Dentro de esta autorización, la representante podrá facultar a los apoderados que ella designe para transigir, conciliar, admitir los hechos del proceso, desistir, cancelar, recibir, renunciar y sustituir el poder que se le otorgue. Así mismo, la representante tendrá la facultad para revocar el poder así otorgado en el momento que considere pertinente. La representante en todo caso podrá ratificar los actos de agentes oficiosos.

Dado y firmado hoy 27 de junio de 2016

En Barranquilla

Por **EFRAÍN MALDONADO PALMA**

Firma



Señor Director

NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Asunto : Solicitud de patente para: **SISTEMA DE CONTROL PARA SILLAS DE RUEDAS ELÉCTRICAS POR MEDIO DE ELECTROOCULOGRAFÍA**

Solicitante : **UNIVERSIDAD AUNTÓNOMA DEL CARIBE.**

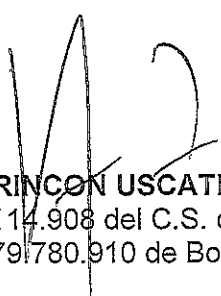
Yo, ADRIANA ZAPATA GIRALDO mayor de edad, vecina de esta ciudad, identificada con cédula de ciudadanía No. 51.680.061 de Bogotá, en mi calidad de representante legal de la sociedad CAVELIER ABOGADOS domiciliada en la Carrera 4 No. 72-35, en desarrollo de la representación que le fue otorgada por **UNIVERSIDAD AUNTÓNOMA DEL CARIBE**, confiero poder a los doctores ANDRES RINCON USCATEGUI, identificado con cédula de ciudadanía No. 79.780.910 de Bogotá, portador de la tarjeta profesional No. 114.908, LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, identificada con cédula de ciudadanía No. 35.456.344 de Usaquén, portadora de la Tarjeta Profesional No. 23.555, JORGE CHAVARRO ARISTIZABAL, identificado con la cédula de ciudadanía No. 16.209.380 de Cartago (Valle), portador de la Tarjeta Profesional No. 40.119 y EDNA DARMELY SARMIENTO CHARRY identificada con la cédula de ciudadanía No. 52.006.265 de Bogotá, portadora de la Tarjeta Profesional No. 65.794, para presentar la patente indicada en la referencia.

Los apoderados quedan facultados para interponer recursos, transigir, conciliar, desistir, cancelar, recibir, renunciar, sustituir y revocar las sustituciones, y ratificar los actos de agentes oficiosos.

Señor Director,


ADRIANA ZAPATA GIRALDO
C.C. No. 51.680.061 de Bogotá

Acepto:


ANDRES RINCON USCATEGUI
T.P.A. No. 114.908 del C.S. de la J
C.C. No. 79.780.910 de Bogotá

"EXCELENCIA LEGAL EN UN MUNDO SIN FRONTERAS"

CBB/NCA/COLO-22573-801-001-9

BOGOTÁ - Edificio Siskú - Carrera 4 No. 72 - 35 - Tel: (57-1) 347 3611 - Fax (57-1) 211 8650 - Fax in U.S.A: (1-305) 675 7743 - COLOMBIA
MEDELLÍN - San Fernando Plaza - Carreza 43 A No. 1 - 50 - Torre Protección Oficina 652 - Tel: (57-4) 604 4794 Ext. 6729 / 6731 - Fax: (57-4) 604 4731- COLOMBIA

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

RESUMEN

El sistema objeto de la siguiente invención es un sistema de control de desplazamiento, velocidad y detección de obstáculos de una silla de ruedas eléctrica basado en la tecnología médica de electrooculografía (EOG). El sistema está conformado por tres módulos: i) Un módulo de adquisición, acondicionamiento y transmisión inalámbrica de señales electrooculográficas; ii) Un módulo de procesamiento y control que comprende un sistema de control de velocidad y detección de obstáculos; y (iii) Un módulo de potencia.

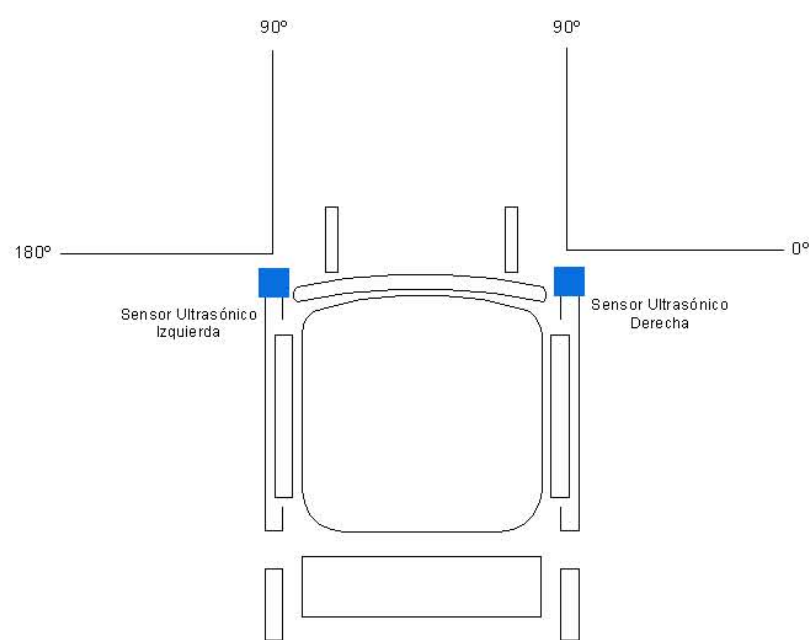


Figura 7

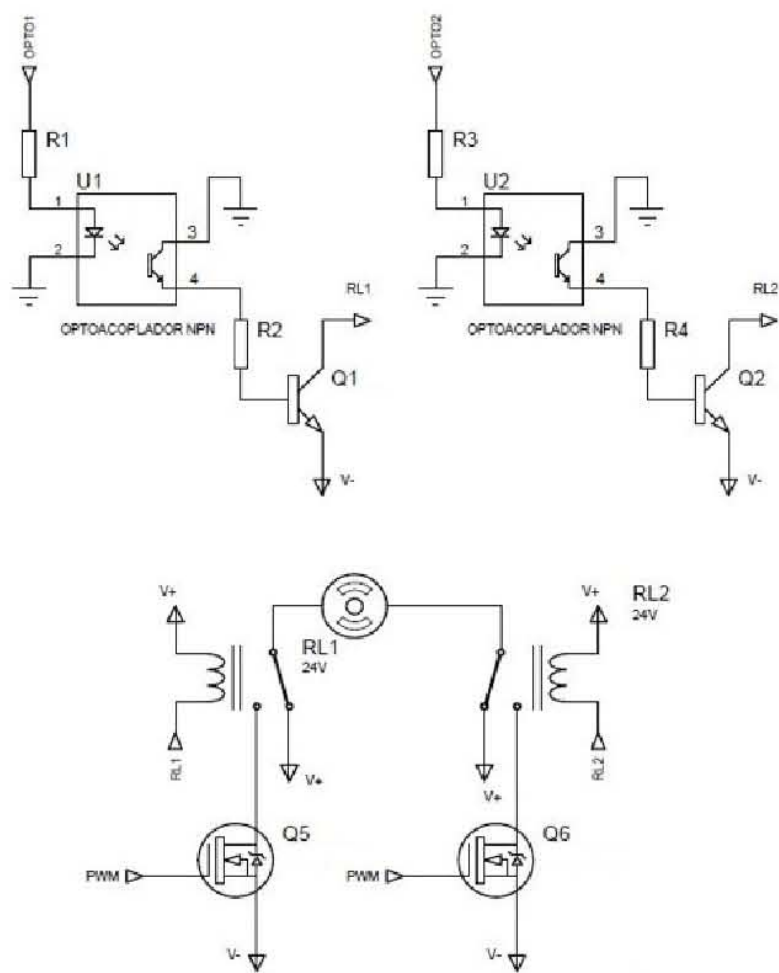


Figura 8

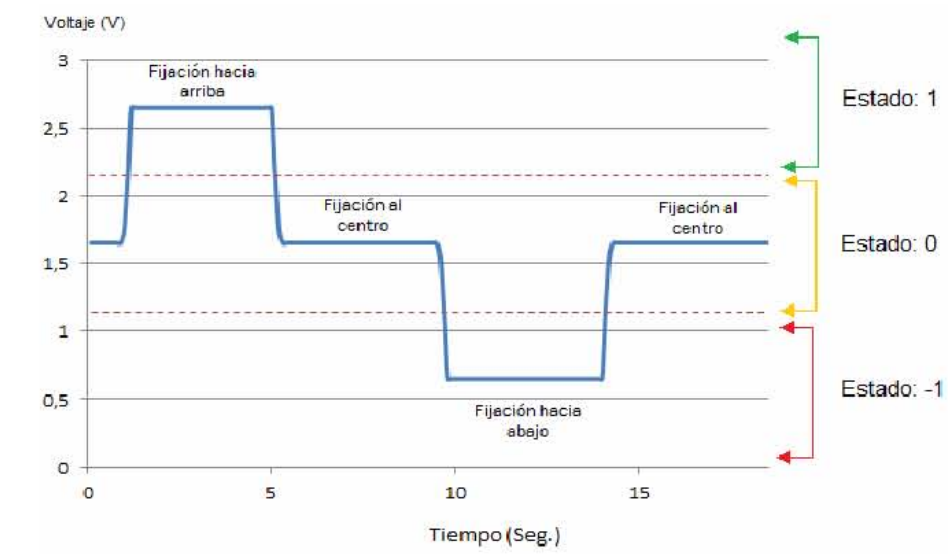


Figura 4

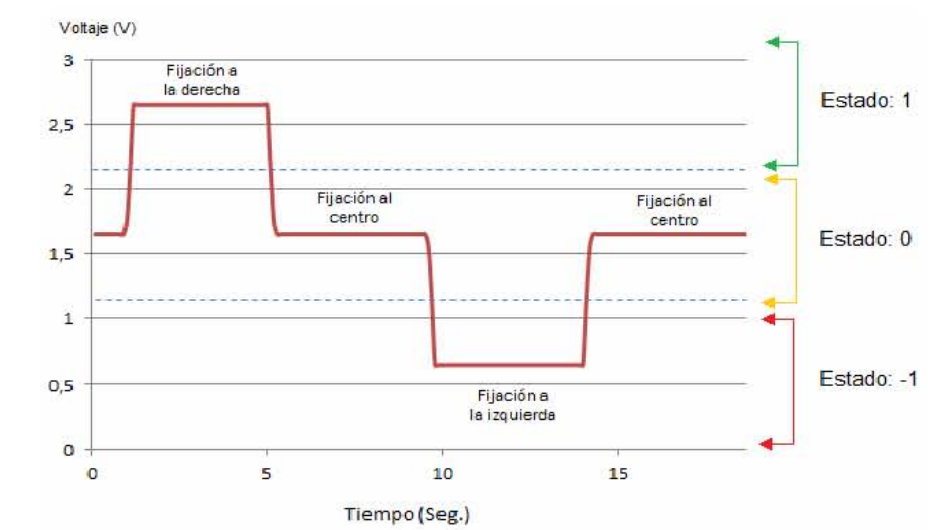


Figura 5

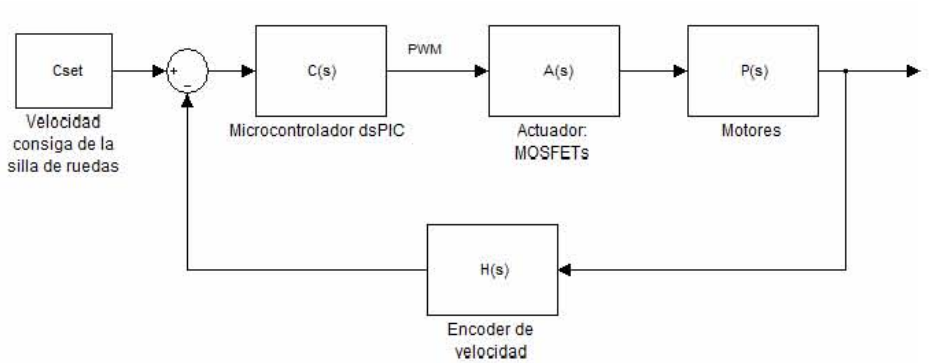


Figura 6

FIGURAS

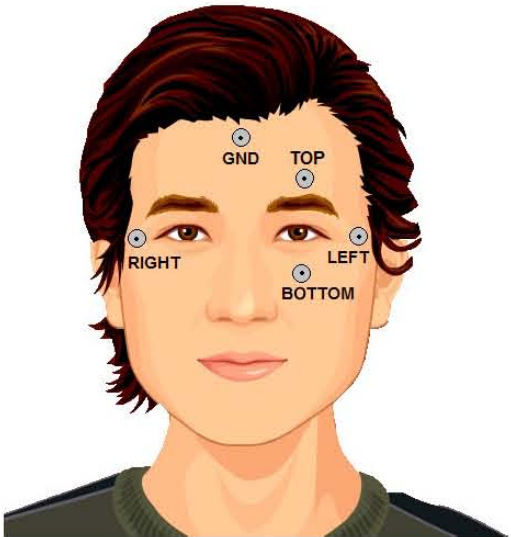


Figura 1

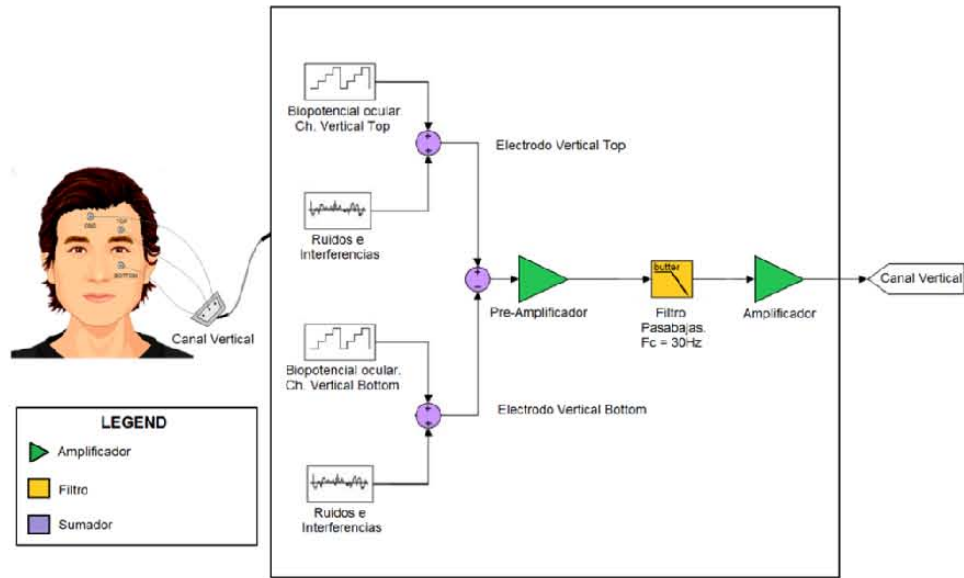


Figura 2

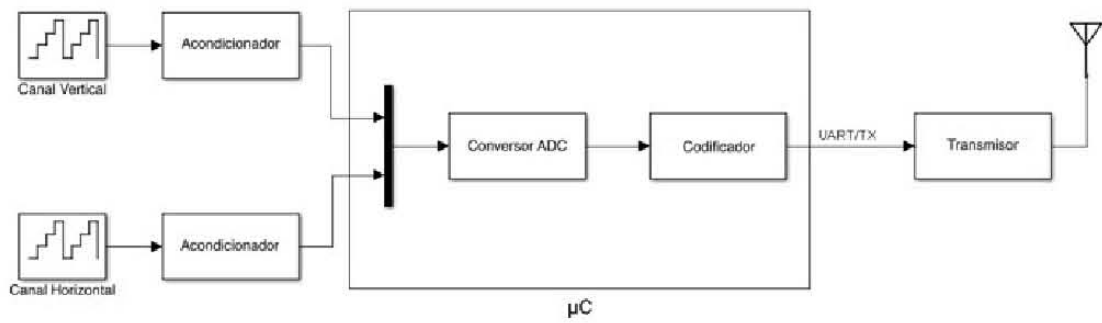


Figura 3