

A dark blue vertical bar on the left side of the page. A blue arrow points to the right from the bar, containing the date.

18-11-2014

Sistema de Asistencia Móvil para Personas con Discapacidad Motriz en Extremidades

Electrónica

Diana Patron Galindo A01324820

Angélica Herrera Cruz A01323353

Rodrigo Arias Marco A01128125

Miguel Angel Islas Guerrero A01270481

Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico de la ingeniería biomédica, utilizando un microcontrolador para el movimiento de la silla controlado mediante impulsos eléctricos conocidos como bioseñales.

Estado de la técnica

La silla de ruedas es uno de los inventos más útiles que existen que ayudan a personas con discapacidades o algún problema físico, los primeros registros de este invento remontan a la antigua Grecia y a la cultura China. En Grecia aunque no era propiamente una silla de ruedas, usaba el mismo fin, era una camilla que tenía cuatro ruedas y era para transportar enfermos. En cuanto a los chinos se tiene registro gracias a una pintura de un sillón con ruedas, el registro data de 525 AC. Posteriormente fue que los chinos crearon la caretilla, que era utilizada para transportar personas entre ellos enfermos.

Más adelante en 1665, Stephen Farfler, un relojero alemán construyó un vehículo autopropulsable para su propio uso ya que el sufría de una discapacidad, era muy parecido a un triciclo pero los pedales estaban a la altura de los brazos.

En 1783 aparece la Silla “Bath”, inventada por John Dawson en la ciudad inglesa de Bath, de donde toma su nombre., la silla “Bath” no era muy cómoda y durante el siglo siguiente fueron añadiéndose mejoras, pensando sobretodo en el confort del usuario, como respaldo y reposapiés ajustables. Una patente de 1869 describe una silla con ruedas traseras autopropulsable y delanteras pequeñas, llegando por fin a verdaderas sillas de ruedas impulsadas por el propio usuario. Posteriormente en 1870’s se produjeron ruedas de goma, entre otras gracias a la invención de la bicicleta.

En 1900 se introdujeron las ruedas radiadas en las sillas manuales y en 1916 se fabricó en Londres la primera silla de ruedas motorizada con el número de patente CN103892969 (A), que se basa en un mecanismo comprendido por un controlador y por

interfaz, un control de manejo de señal, un circuito de manejo de potencia, un circuito de detección de voltaje y corriente, y un PIC enlazado con el controlador maestro.

Las últimas dos décadas han supuesto un enorme avance, tanto para las manuales como las eléctricas. Nuevos materiales, mejor rendimiento y sobretodo la posibilidad de personalizar las sillas de acuerdo a las necesidades individuales de cada persona.

La silla que se “controla con la mente” fue desarrollada por Nguyen luego de que su hijo, Jordan, sufriera una lesión que no le dejó secuelas, pero le hizo reflexionar que si se hubiera roto el cuello, habría tenido muy poca tecnología a su alcance para lograr cierta independencia. Actualmente este tipo de sillas existen y son controlados por pensamientos, que por medio de impulsos eléctricos en el cuello y en la cabeza, y por medio de un decodificador se mandan señales a la silla de izquierda y derecha.

La compañía japonesa Toyota, anunció la creación de una silla de ruedas que reacciona sólo con el pensamiento, sin la necesidad de utilizar músculos o verbalizar los comandos

La persona debe utilizar un casco especial que mide las señales emitidas por el cerebro usando la misma técnica del electroencefalograma. Hasta ahora, el equipo responde a los pensamientos de “avanzar”, “retroceder” y girar hacia la izquierda o la derecha. Para detenerse, sin embargo, el ocupante requiere de una acción física: inflar sus mejillas, las que accionan un botón que permite detener la silla automáticamente.

Especificación de la invención

Parkinson, Parálisis, carencia de miembros, son algunos de los ejemplos de los padecimientos que no permiten al usuario moverse con libertad por lo que se les dificulta hacer uso de algunos dispositivos como bastones, silla de ruedas, etc.

La mayoría de las sillas de ruedas están diseñadas para personas capaces de mover sus extremidades o de tener un cierto control en ellas, pero, como se mencionó anteriormente, algunas personas que padecen de determinadas enfermedades no tienen el control necesario en las extremidades como para hacer uso de una silla de ruedas cotidiana, a lo

que se decidió implementar un sistema que te permita mover una silla con bioseñales que son de fácil detección, como por ejemplo con el brazo.

Con este motivo, implementaremos un circuito cuyo objetivo es controlar una silla de ruedas mediante el procesamiento de bioseñales obtenidas con electrodos médicos, el documento contiene la información técnica de cada uno de los integrados utilizados, así como diagramas y esquemas involucrados en la realización de este prototipo.

El funcionamiento de nuestra invención queda de la siguiente manera:

Un par de electrodos que son utilizados como transductores, por lo que así pueden conducir la médicos EMG delimitarán ciertas áreas del brazo y transmitirán al microcontrolador el impulso eléctrico generado al contraer los músculos del tejido miótico en dichas áreas. Para conectar el circuito con los electrodos utilizamos un cable tipo coaxial que nosotros mismos realizamos para que se pudieran transportar las señales eléctricas de alta frecuencia; enredamos cable de cobre alrededor de cable para protoboard y proseguimos a utilizar termofit para cubrirlo.

Los electrodos se utilizan como transductores, de esta manera conduce la corriente que está en el musculo al integrado. Los electrodos tipo **EMG** (Electromiografía) registran la actividad eléctrica producida en el musculo, debido a que el impulso generado por el tejido miótico con frecuencia es muy pequeño, son necesarios un par de amplificadores (uno de corriente y otro de voltaje) que intensifiquen la señal antes de ser conducida al microcontrolador, esta función puede ser realizada eficientemente por los Amplificadores Operacionales **AD705JN**, para corriente, y **AD620AN**, para voltaje y el **TL084** para una amplificación final. Una vez que se tiene la señal de salida será aproximadamente de unos 200mv dependiendo de la ganancia. La señal mioeléctrica de los músculos esta entre 300 y 600 Hz, para poder filtrar el ruido se requiere de un filtro pasa altas RC de primer orden.

En la Figura 600 se puede observar a la izquierda los electrodos colocados en distintas partes del cuerpo, la señal es conducida a través del AD620, Figura 200 (donde se deben colocar dos electrodos en el músculo que deseamos leer, +IN e -IN son las entradas a las que se conectan en el integrado. Los RG son resistencias que consultando el datasheet se encuentra el valor adecuado), el electrodo de referencia es conectado a la salida del AD705J, Figura 300 Para poder tener una ganancia en el orden de los volts en vez de

tener microvolts, utilizamos un amplificador operacional TL084 y lo configuramos en modo no inversor, calculamos el valor necesario para tener una ganancia de 143; la salida de este es la salida final del circuito, que va conectado al microcontrolador; este recibe la señal de los EMG intensificada por los Amplificadores Operacionales y la procesa por medio del ADC, por consecuente sacamos rangos para delimitar los diferentes movimientos que realizaríamos y así poder conectar la salida del ADC a los motores a paso que son los que realizarán el movimiento.

En la Figura 700 se puede apreciar el microcontrolador con sus debidas conexiones del cristal y alimentaciones (el diagrama es ilustrativo, no es preciso y el microcontrolador difiere en tamaño y posiciones a su versión real).

El microcontrolador **PIC18F4550** es el cerebro principal del prototipo, el programa necesario para su funcionamiento está programado en el lenguaje C y para funcionar requiere de una alimentación a 5V, que será proporcionada mediante una batería.

Para este proyecto se utilizaron dos motores a pasos, uno para cada rueda de la silla. El motivo por el cual se seleccionaron este tipo de motores es porque se necesita hacer mover una rueda con movimientos de precisión y control de acuerdo a los pulsos enviados por los electrodos.

Los motores tienen una característica singular a diferencia de los demás motores en el mercado, se pueden mover un paso cada vez que reciben un pulso. Esto va a depender del fabricante y del tipo de motor a pasos que se utilice, los giros pueden variar desde los 90° hasta movimientos tan pequeños de solo 1.8°. (Figura 800)

Las secuencias para manejar los motores a pasos dependen de la programación del microcontrolador. Existen principalmente 3 secuencias para los motores a pasos, secuencia normal, secuencia del tipo wave drive y secuencia de medio paso.

En este caso se utilizará la secuencia de medio paso ya que es una secuencia de 8 pasos que, a comparación con las otras dos que se mueven con 4 pasos, tiene un movimiento más preciso y con más control. (Figura 900)

La función principal de un puente H es para que los motores a pasos puedan girar en ambos sentidos, sirven como convertidores de potencia. El puente H está construido con

cuatro interruptores, cuando dos están conectados, el motor gira hacia un lado y cuando los otros dos con conectados, gira de manera inversa. (Figura 1000)

En el caso del circuito conectado al puente H y después a los motores, en las entradas del puente se conectan los pines de salida de un microcontrolador, en este caso se utilizó un PIC 18f4550; para que cuando el puente H reciba la señal del PIC como 0s y 1s lógicos, este vaya habilitando cada uno de los switches internos mandando 5 V a los motores para que se muevan cierta distancia.

Breve descripción de las figuras

La **100** es el modo en que se realizó el cable tipo coaxial, el conductor interno **102** y el dieléctrico **103** fue el cable para hacer conexiones en protoboards, el conductor externo **101** fue realizado con cable de cobre que fue enredado alrededor del cable para hacer conexiones en “trenza” o “malla”, y la capa protectora **104** final fue el termofit.

La **200** es el diagrama de conexión del AD620, en donde vemos que las entradas **201** y **210** son resistencias que van conectadas a tierra, el **202** y **203** son las entradas de los electrodos que conectaremos para crear una diferencia de potencial, el **204** y **207** son las entradas del voltaje que estaremos utilizando a -3v y +3v respectivamente, y la salida de este integrado está en el **206**.

La **300** es el integrado AD705j, aquí solo conectamos el electrodo de referencia en el **306** que es la salida y el arreglo de capacitores y resistencias van conectadas al **302** y **304**.

La **400** es el diagrama del amplificador operacional no inversor que realizamos, como necesitábamos una ganancia de 143, utilizamos la fórmula

$$V_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_2 + R_1} \right) V_{in}$$

para calcular el valor de las resistencias que ocuparíamos, en este caso utilizamos una de 10k (**401**) y una de 100 ohms (**402**) para generar la ganancia deseada y el voltaje de entrada **403** es la salida del integrado AD620.

La **500** es el diagrama de conexión del opam TL084, el **503** es la entrada de voltaje de este integrado, por lo que utilizamos la salida del AD620 y proseguimos a conectarlo, entre el **501** y **502** se conectó una resistencia de 100k, y en el **503** se conectó una resistencia a tierra, y la salida se midió en el **501**, que es la salida final de nuestro integrado.

La **600** es un diagrama representativo de todos los pasos que se realizarán desde la obtención de las señales mediante los electrodos hasta la manipulación de los motores. Primero haremos uso de un ADC (analog digital converter) para pasar de las señales de los electrodos a determinados valores digitales, que en este caso serán los distintos rangos de voltaje a los que son detectados diferentes movimientos. Haciendo una simple regla de 3 donde 5 volts corresponden a el valor máximo de los 10 bits del ADC (1023) por lo que asignaremos un valor del ADC para cada volt y así estableceremos rangos para cada movimiento, siendo avanzar y retroceder movimientos por sobre los 3.5 volts y rotar hacia la izquierda y derecha entre los 0 y 3 volts, finalmente mediante uso de banderas se determinara que tipo de movimiento se está realizando para así indicar que se mueva el motor indicado.

La **700** es el diagrama del microcontrolador PIC18f450, este será el que habilite el funcionamiento de los motores, está programado en C, contara con un ADC y un Switch para determinar el tipo de movimiento debe realizar el sistema, siendo PORTA (**701**) el puerto análogo de entrada y PORTD el puerto de salida del PIC a donde se conectaran ambos motores.

La **800** muestra el diagrama interno de los motores a pasos. Estos motores tienen función para poder quedar en una posición en específico o quedar totalmente libres para recibir un flujo de corriente para moverse, si alguna de las bobinas está energizada, el motor se moverá a esa posición; de otra manera el motor quedará estático mientras no circule corriente por alguna de las bobinas.

La **900** muestra la tabla de la secuencia de medio paso, la cual es capaz de activar las bobinas de la misma manera que la mitad del paso real. Para ello se activan primero dos bobinas y después 1 y así sucesivamente hasta obtener el giro completo.

La **1000** muestra cómo deben ir conectados los motores para cada puente H, es necesario utilizar un puente H para cada dos motores a pasos. Los valores de voltaje que necesitan los motores son 5 V.

Mejor método de llevar a cabo la invención

El método que predomino durante la implementación de nuestro prototipo, fue el de investigación y el de prueba y error ya que las bioseñales varían dependiendo de cada persona, por lo que tuvimos que probar con diferentes personas antes de intentar

implementar otro circuito, primero investigamos la frecuencia estándar a las que trabajan los músculos y probamos el circuito con cada uno de los integrantes del equipo, aquí nos dimos cuenta que solo funcionaba con uno de los cuatro, con los demás la señal era inadecuada a lo que estábamos esperando, en la implementación se armó primero un circuito con el amplificador diferencial INA106, pero este no funcionó por lo que investigando encontramos un integrado que es frecuentemente usado para medir señales del cuerpo, el AD620, este fue un poco más tardado, verificamos las conexiones necesarias para su funcionamiento, al probar el prototipo en el usuario, se pueden modificar los rangos de variación de la señal en la programación para que sea más preciso el movimiento y adecuado a sus necesidades porque cada impulso es diferente de acuerdo a la persona.

Reivindicaciones

1. Proyecto de Asistencia Móvil para Personas con Discapacidad Motriz en Piernas, caracterizado porque comprende: i) una serie de conexiones en una tarjeta de prototipos con integrados en donde estarán para las conexiones de los electrodos, ii) un microcontrolador que recibe la señal de los EMG intensificada por los Amplificadores de corriente, instrumentación y Operacionales para procesarla mediante un ADC y iii) los motores, uno para accionar el estado del motor (encendido, apagado) y otro para controlar hacia donde se quiere realizar el movimiento.
2. Proyecto de Asistencia Móvil para Personas con Discapacidad Motriz en Piernas con la reivindicación 1, caracterizado porque se controla mediante bioseñales obtenidas por electrodos de electromiografía.
3. El método de obtención de las señales, caracterizado por una etapa de amplificación, donde se hace uso de un amplificador de corriente y otro de instrumentación a baja potencia.

Resumen

La presente invención se refiere a una silla de ruedas controlada por impulsos eléctricos mejor conocido como bioseñales, esto comprende de diferentes etapas, empezando por los electrodos y la implementación del circuito que permite leer las señales arrojadas por el cuerpo, estas señales son utilizadas por un microcontrolador y posteriormente por un ADC que convierte la señal, que a su vez se incorpora a los motores para realizar el movimiento deseado.

Todos estos componentes y materiales son necesarios pueden ser adquiridos sin mucho problema en cualquier ciudad, por lo que no debería de haber complicaciones en la implementación del prototipo.