

VIII

CONGRESO
NACIONAL DE
TECNOLOGÍA
APLICADA A
CIENCIAS DE
LA SALUD

15-17
JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS
DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León



SILLA DE RUEDAS CONTROLADA POR PACIENTES CUADRIPLÉJICOS MEDIANTE UNA MÁQUINA DE ESTADOS

José Luis Hernández Ameca, Marco Arturo Palma Montiel, Elsa Chavira Martínez, Gregorio Trinidad García, Edna Iliana Tamariz Flores, Cosme Ramses Hernández Hernández, José Ítalo Cortez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias de la Computación

Ciudad Universitaria, Edif. CC02-Laboratorio de Sistemas Robóticos "SIRO", 14 Sur y Avenida San Claudio, Fraccionamiento Jardines de San Manuel, C.P. 72570, Puebla, Pue.; México.

amecajl@hotmail.com, arturopalmamontiel@gmail.com,

elsachavira56@hotmail.com, tgarcia@cs.buap.mx, liana.tamariz@gmail.com,

kosmoramhh@gmail.com, jose.italo.cortez@gmail.com

RESUMEN.

Se presenta el desarrollo de un sistema de control capaz de manipular una silla de ruedas utilizada por pacientes con cuadriplejía. El usuario puede manipular los movimientos: adelante, atrás, derecha, izquierda y paro; mediante la inclinación de su cabeza. Este proyecto se adecúa a cualquier tipo de silla de ruedas, con los ajustes tecnológicos necesarios. La finalidad es contribuir a la mejora de la calidad de vida de los usuarios.

ABSTRACT.

I present the development of a control system capable to handle a wheelchair used by patients with quadriplegia. The user can manipulate the movements: forward, backward, right, left and stop by tilting his head. This project fits any type of wheelchair, with the necessary technological adjustments. The purpose is to contribute to the improvement of the quality of life of users.

PALABRAS CLAVE: acelerómetro, bluetooth, cuadriplejía, frecuencia, giroscopio, lesión medular, máquina de estados, motorreductores, sensores, sistema empotrado.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2010) el 5.1% de la población en México tiene una discapacidad, de la cual el 58.3% tiene dificultad para caminar o moverse [1]. La Asociación Americana de Lesión Espinal (por sus siglas en inglés ASIA), define la cuadriplejía como la pérdida de función motora y sensitiva en los segmentos cervicales de la médula espinal, que ocasiona un déficit funcional en los brazos, tronco, piernas y órganos pélvicos [2]. Dicha asociación clasifica las lesiones medulares en 5 grupos de la "A" hasta la "E".

Lesión medular completa A: no hay preservación sensitiva ni motora por debajo del nivel de la lesión, se abarcan segmentos sacros, es decir, no existe sensibilidad ni control para miccionar ni defecar. Lesión medular incompleta B: hay preservación de la sensibilidad, pero no motora por debajo del nivel neurológico abarcando segmentos sacros, es decir, existe sensibilidad para defecar y miccionar, pero no control voluntario. Lesión medular incompleta C: existe preservación de la sensibilidad y la fuerza por debajo del nivel de lesión, pero los músculos se encuentran débiles y se consideran no funcionales. Lesión medular incompleta D: los músculos por debajo del nivel neurológico son funcionales en un 75%. Lesión medular incompleta E: la fuerza y la sensibilidad prácticamente están normal. [3]



Los pacientes que sufren de cuadriplejía regularmente utilizan como medio de asistencia la silla de ruedas, ya que es una herramienta que permite mejorar el desplazamiento, brindando cierta independencia. En este tipo de casos, la silla de ruedas debe tener características adecuadas específicas para cada paciente en particular.

Se ha observado que este tipo de pacientes dependen de una persona que los asista diariamente a desplazarse. El presente trabajo contribuye a dar una mayor independencia al usuario, ya que le permite controlar los movimientos de su silla. Se ha identificado que los pacientes que tienen cierto grado de movilidad en la cabeza, son candidatos a utilizar el sistema que se ha desarrollado en este trabajo. Con la ayuda del giroscopio se codifican los movimientos de traslación y rotación hechos por la cabeza del usuario, los cuales son almacenados y enviados a un sistema empotrado, donde mediante la programación de una máquina de estados, polarizan al par de motorreductores adaptados en la silla de ruedas, lográndose a si los desplazamientos deseados.

2. TEORÍA

De acuerdo a las necesidades detectadas, los usuarios de cualquier silla de ruedas, requieren realizar los siguientes movimientos: avanzar, retroceder, derecha, izquierda y paro. Para lograrlos en este trabajo se han utilizado: un giroscopio con acelerómetro, bluetooth, un sistema empotrado, dos motorreductores, una batería y un circuito manejador de corriente y voltaje, como el que se muestra en la figura 1.

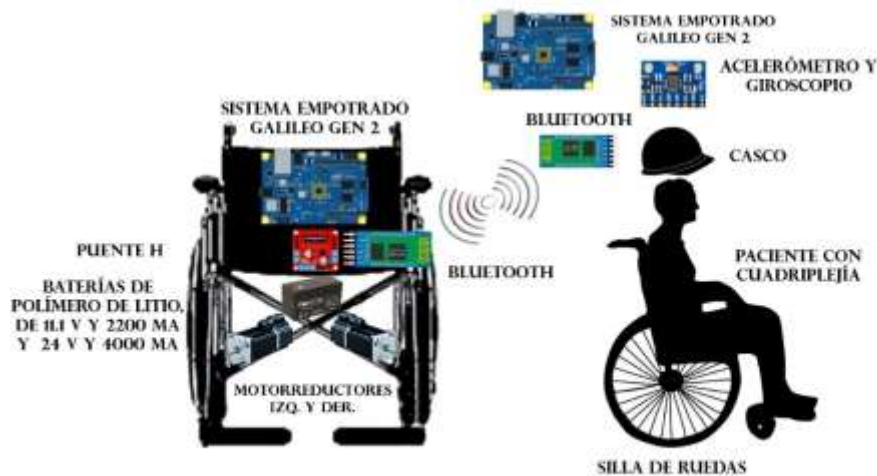


Fig. 1. Diagrama general del sistema.

En la figura 1 se muestra el sistema completo, donde el giroscopio está colocado en la parte superior del casco plano, el cual se posiciona sobre la cabeza del usuario.



El giroscopio mide los movimientos de traslación y rotación realizados por la cabeza del paciente, convirtiéndolos en datos digitales, que son enviados inalámbricamente por radio frecuencia de 2.4GHz (bluetooth) al sistema empotrado, el cual se encarga de recibir y decodificar la información.

El sistema empotrado está posicionado en la parte inferior de la silla de ruedas, su función principal es tomar decisiones mediante una máquina de estados; dichos estados enviarán una serie de bits a un circuito de potencia, el cual permitirá polarizar a los motorreductores adaptados a cada una de las llantas, permitiendo que la silla se mueva. Es importante mencionar que se han utilizado una batería de polímero de litio de 11.1v y 2200 mA y otra de ácido de plomo con 12v y 4A utilizada para alimentar los motorreductores.

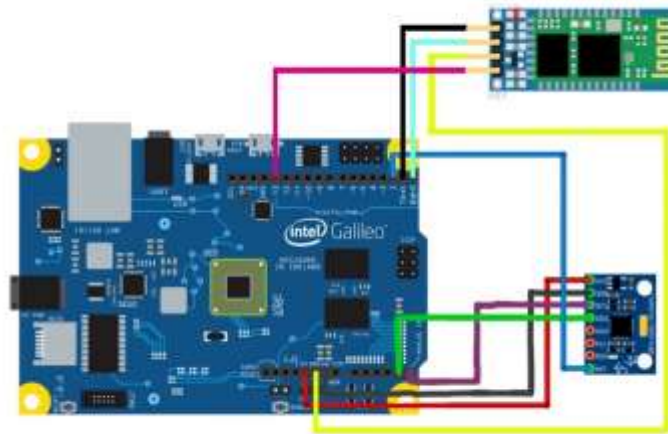


Fig. 2. Diagrama de conexión Galileo Intel Gen2 con giroscopio mpu6050 y emisor bluetooth Hc06.

En la figura 2 se muestran los dispositivos colocados en el casco. El sistema empotrado (Galileo Intel Gen2) recibe y codifica datos provenientes del giroscopio Mpu6050, y los envía al emisor bluetooth.

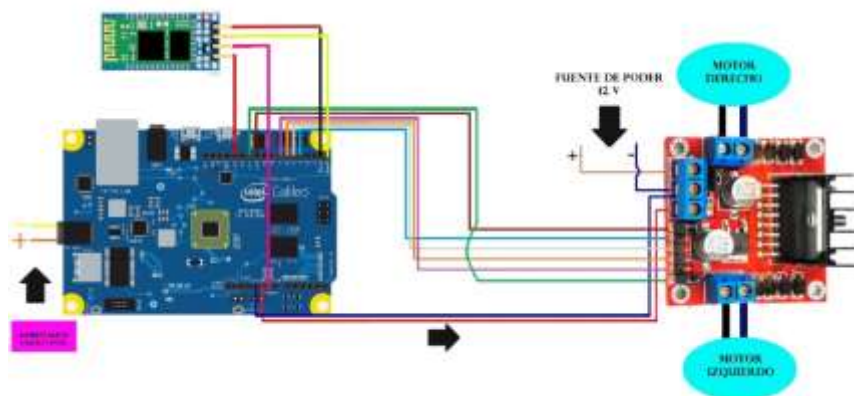


Fig. 3. Diagrama de conexión Galileo Intel Gen2 con Puente H y receptor Bluetooth Hc06.



En la figura 3 se muestra la tarjeta Galileo Intel Gen2 en la que se implementó la máquina de estados, la cual se encarga de procesar y tomar decisiones sobre los datos provenientes del transmisor Bluetooth, sus salidas se colocan como entradas al circuito driver L298, encargado de proteger, regular y polarizar los motorreductores.

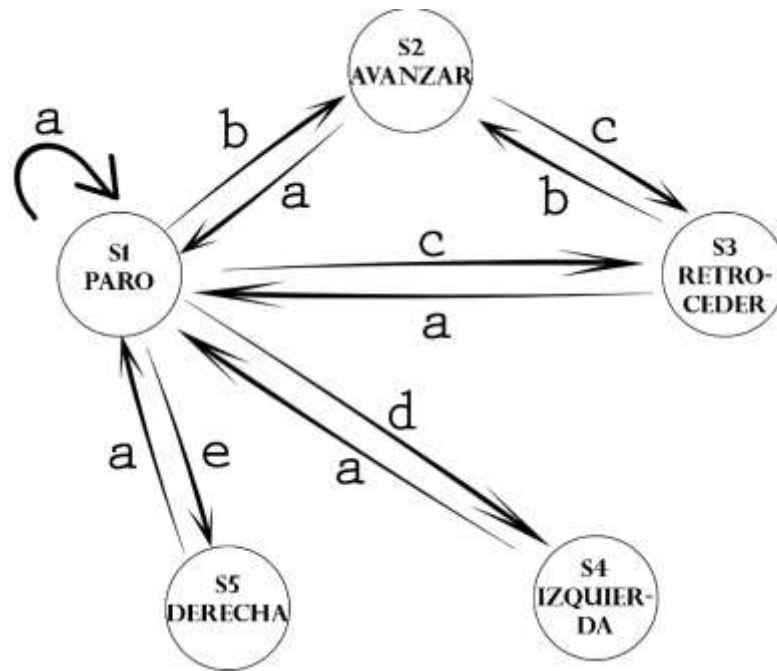


Fig. 4. Máquina de Estados para el control de movimientos.

En la figura 4, se muestra la máquina de estados que describe los movimientos permitidos por el sistema para la dirección que desea darle el usuario a la silla.[4]

Estado	Motor derecho	Motor izquierdo
Avanzar	1	1
Retroceder	-1	-1
Izquierda	1	0
Derecha	0	1
Paro	0	0

Tabla 1. Lógica de polarización de motores.

La tabla 1 muestra la lógica de polarización de los motorreductores. En el estado Avanzar ambos motores se polarizan directamente con 24v, en el estado Retroceder los motores se polarizan inversamente, para el estado Izquierda el motor derecho se polariza en directa y el izquierdo se manda a tierra, para el estado. Derecha, el motor derecho se pone a tierra y el motor izquierdo se polariza en directa y para el estado de Paro de los motores ambos se conectan a tierra.



Tarjeta Intel Galileo Gen 2.

La placa cuenta con pines de salida de 3.3v, PWM de 12-bits, alimentación de 12V PoE (Power-over-Ethernet), con regulación de voltaje de 7 a 15v. Cuenta con un procesador Intel Quark X1000, 32-bit, un núcleo y 400 MHz, puertos Ethernet, microSD, USB, 256 MB de memoria RAM DDR3, 512 KB de SRAM. [5]

Módulo bluetooth.

Bluetooth es una tecnología de ondas de radio de corto alcance (2.4GHz de frecuencia) cuyo objetivo es el simplificar la sincronización y comunicaciones entre dispositivos informáticos, como ordenadores móviles, teléfonos móviles y dispositivos de mano. [6]

Giroscopio.

Es un dispositivo mecánico que sirve para medir, mantener o cambiar la orientación en el espacio de algún aparato o vehículo. Se utiliza para medir la orientación o mantener una posición fija, se utiliza para equilibrar, estabilizar plataformas de tiro, vehículos y dispositivos móviles. [7]

Motorreductor.

Es un elemento mecánico, adecuado para el accionamiento de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial que necesiten reducir su velocidad de una forma eficiente, constante, segura y aumentar su torque. Este tipo de motor se compone de un motor de DC y un sistema de engranaje. [8]

Driver L298N.

Este módulo está basado en el chip L298N, que controla motores de dc o motores a pasos, con 2A. El módulo cuenta con diodos de protección y un regulador LM7805 que suministra 5v a la parte lógica del integrado. Cuenta con jumpers de selección para habilitar cada una de las salidas del módulo (A y B). La salida A está conformada por OUT1 y OUT2 y la salida B por OUT3 y OUT4. Los pines de habilitación son ENA y ENB respectivamente. [9]

3. PARTE EXPERIMENTAL

3.1. Montaje



Fig. 5. Montaje del sistema de detección de movimientos en el casco.



En la figura 5, se muestra la adaptación de una placa de plástico en la parte superior del casco, para dar estabilidad de sensado al giroscopio.



Fig. 6. Instalación del sistema de control en la silla de ruedas.

En la figura 6, se muestra la colocación del (receptor bluetooth Hc06, sistema empotrado, driver L298N), adaptación de los motorreductores a las llantas y baterías de alimentación.



Fig. 7. Sistema de control adaptado a la silla, con sujeto de prueba.

En la Figura 7, se muestra la versión final donde la silla está equipada con los dispositivos necesarios para ser controlada por el sujeto de prueba.

VIII

CONGRESO NACIONAL DE
TECNOLOGÍA
APLICADA A
CIENCIAS DE
LA SALUD

15-17
JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS
DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León



3.2. Control de movimientos con giroscopio

Se caracterizó la sensibilidad del giroscopio mediante un rango de grados, de acuerdo al usuario que sirvió como sujeto de prueba, quedando los valores como se muestran en la tabla 2.

4. RESULTADOS

Como resultado se diseñó una máquina de estados, la cual se muestra en la figura 4. Esta se encarga de controlar los movimientos de la silla de acuerdo a rangos de grados establecidos.

En la tabla 2 se muestran los valores obtenidos por el giroscopio, los cuales corresponden a cada uno de los movimientos de la silla.

Estado	Movimiento	Condición	Rango en x	Rango en y
S1	Paro	a	-27°, -32°	-5°, 5°
S2	Avanzar	b	-10°, -10°	2°, 5°
S3	Atrás	c	-30°, -50°	1°, 3°
S4	Izquierda	d	-30°, -35°	17°, 22°
S5	Derecha	e	-19°, -24°	-7°, -12°

Tabla 2. Rango de valores para los ejes x y y.

Las adaptaciones que se realizaron a la silla de ruedas se pueden observar en las figuras 6 y 7.

La velocidad óptima de funcionamiento, con la cual la silla recorrió 10 mts en 17 seg., es de 0.58 m/s, lo que es equivalente a 2.087 km/h.

5. CONCLUSIONES

El prototipo funciona como una herramienta de autonomía para las personas cuádruplégicas ya que les permite trasladarse sin la ayuda de otra persona.

Es posible mejorar este trabajo por medio de la aplicación de la ciencia y la tecnología a corto, mediano y largo plazo. En corto plazo ya se ha logrado con el presente trabajo. A mediano plazo se harán mejoras en el diseño estructural, diseño de la lógica de control, rendimiento de la batería y precisión en los sensores. A largo plazo se buscará brindar un servicio especializado con un producto comercializable al alcance y que brinde beneficios reales a las personas con cuádrupleja.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1] El Instituto Nacional de Estadística y Geografía. "Discapacidad en México" Mex. (2010). <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P>

[2] American Spinal Injury Association (ASIA). "Standards for neurological and functional classification of spinal cord injury" (1992).

[3] Netter Frank H, "Atlas of Human Anatomy: Including student consult interactive ancillaries and guides", 6ta Ed. (2014).



[4] J. Tocci Ronald, “Sistemas digitales, principios y aplicaciones”, Prentice Hall, 10ma. Ed. (2015)

[5] Intel.org (2014) Intel Galileo Gen 2.Latinoamerica

<https://ark.intel.com/es/products/83137/Intel-Galileo-Gen-2-Board>

[6] Julián Pérez Porto y María Merino. Actualizado: 2009. Definición de bluetooth

<http://definicion.de/bluetooth/>

[7] Todointeressante.com. (2009). Que es un giróscopo y como funciona

<http://www.todointeressante.com/2009/04/que-es-un-giroscopo-como-funciona-y.html>

[8] Solomantenimiento.com. (2015). Reductores y Motorreductores

<http://www.solomantenimiento.com/articulos/m-reductores-motorreductores.htm>

[9] E Tools.com. (2016). Puente H con Driver L298

<http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/05/06/puente-h-con-driver-l298/>

[5] Hernández Ameca José Luis, Pedroza Meléndez Alejandro, Chavira Martínez Elsa, Ítalo Cortés Trinidad García Gregorio “Diseño Y Desarrollo De Un Interfaz Interactiva De Comunicación Para Pacientes Con Discapacidad Múltiple.

Estudio De Caso: Parálisis Cerebral Congénita.” Memorias del VII Congreso nacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud. 16 a 18 de junio del (2016).

[6] Pedroza Meléndez A, Hernández Ameca JL, Chavira Martínez E “Diseño, Desarrollo y Construcción de un Guante Para Rehabilitación” Memorias del VII Congreso nacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud. 16 a 18 de junio del (2016)