

Silla de ruedas electrónica para niños con cuadripareja secundaria a parálisis cerebral

ALEXANDER ARTUNDUAGA GUTIÉRREZ

JAVIER PÉREZ ZAMUDIO

EDUARDO VARGAS BOCANEGRA

TUTORES

JUAN CARLOS BOHÓRQUEZ

EXTERNO: ANDRÉS RODRÍGUEZ.

ORTOPEDISTA INFANTIL. COORDINADOR DE EDUCACIÓN

MÉDICA ORTOPÉDICA. INSTITUTO ROOSEVELT

RESUMEN

Este proyecto se realiza para apoyar a los niños con discapacidades motrices, a su núcleo familiar y mejorar así su nivel de vida, brindándoles un grado de autodesplazamiento; con tal fin se diseña e implementa una silla de ruedas electrónica que al ser desarrollada con tecnología versátil y económica, reduce drásticamente su precio, lo cual facilitará su adquisición. Esta silla de ruedas cuenta con un bloque de desplazamiento diseñado con base en motores DC, los cuales son accionados desde un bloque central de manejo, diseñado con microcontroladores PIC.

Los niños con cuadripareja secundaria a parálisis cerebral, padecen una deficiencia de vocalización, hecho que les impide la pronunciación correcta y repetitiva de una palabra, también sufren problemas motrices; por estos motivos se diseña un sistema accionador que no dependa de un sistema D.S.P. ni de alguna de las extremidades del niño; por estas razones la silla será activada por una señal sonora que proviene de un micrófono ubicado frente a la boca del niño. El niño tiene la posibilidad de accionar la silla de ruedas electrónica con cualquier tipo de sonido que pueda generar, sólo después de haber observado el rumbo deseado en un panel de navegación que estará frente a él y le mostrará los rumbos posibles separados por un pequeño margen de tiempo. Contará, igualmente, con sistemas de sensores de obstáculos y de superficies riesgosas. Para garantizar la seguridad del niño, se implementa un sistema de alarma en caso de situaciones de peligro.

El desarrollo de este proyecto contó con el apoyo del Instituto Roosevelt. El costo total que abarca la silla de ruedas, su correspondiente rediseño, materiales electrónicos, materiales bibliográficos y gastos varios, suman aproximadamente \$2.490.000, pesos que fueron asumidos por los tres miembros del proyecto.

Palabras clave: *cuadripareja, parálisis cerebral, desplazamiento autónomo.*

1. INTRODUCCIÓN

Los niños que sufren cuadripareja secundaria a parálisis cerebral no poseen un grado de desplazamiento autónomo. Permanecen el 50 por ciento del día acostados y dependen en su totalidad de otras personas para su transporte. Su única opción de desplazamiento autónomo son las sillas electrónicas, demasiado costosas y únicamente desarrolladas en el exterior.

Se ha visto la necesidad de diseñar una silla de ruedas electrónica que supla las necesidades autónomas de desplazamiento del niño con cuadripareja secundaria a parálisis cerebral, y se espera que al ser producida en el país disminuya notablemente su precio.

Esta silla de ruedas electrónica es movilizada a través de moto-reductores DC, que se accionan por órdenes de sonido que el niño envía después de haber verificado la disponibilidad de desplazamiento en un panel de navegación.

2. Contenido

Este proyecto se desarrolla e implementa para niños con cuadripareja secundaria a parálisis cerebral, que tienen un retardo mental situado entre moderado y severo, es decir, en una escala hasta 100 se encuentran entre 25 y 54. Esta condición genera problemas asociados de carácter visual, auditivo, motriz y psicológico que lleva a problemas de aprendizaje, por lo cual los niños no pueden compartir ni comunicarse con el medio que los rodea. Teniendo en cuenta estas limitaciones, se desarrolla un sistema que supla sus necesidades de desplazamiento, con fácil asimilación y rápido aprendizaje por parte del niño.

2.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

La investigación de carácter interdisciplinario se realizó asesorados por el Instituto Roosevelt y el doctor Andrés Rodríguez, ortopedista infantil, jefe de rehabilitación

ortopédica y coordinador de educación médica ortopédica del Instituto Roosevelt. Como resultado de la investigación se pudieron reconocer las patologías de la parálisis cerebral y cuadripareja, además de la capacidad cognitiva de los niños; se identificaron cuáles eran las necesidades a suplir desde el punto de vista de la electrónica, así como los cuidados que se debían tener y los requerimientos primordiales de los niños. A su vez se constató la ausencia de empresas diseñadoras y/o ensambladoras de ayudas móviles para niños con cuadripareja que les permita mejorar su nivel de vida.

2.2 Planteamiento de la solución

Después de realizada la investigación, se pudo establecer que la única posibilidad de acceder a una silla de ruedas electrónica es importándola, puesto que en nuestro país no se producen, lo cual eleva los costos y la hace inaccesible para el común de la gente.

Tras analizar las sillas electrónicas fabricadas en el exterior y con base en el análisis de las tecnologías que se tienen al alcance en el mercado, se desarrolló un primer prototipo cuyo fin fue el estudio del manejo de potencia de los moto-reductores, con el cual se estableció la necesidad de implementar un sistema de engranaje que sirviera para mejorar la fuerza, y a su vez desengranar los motores en caso de que fuera necesario; de igual manera se hicieron algunas pruebas preliminares con los sensores y su respuesta en el móvil, con lo cual se generaron algunos problemas en cuanto a la determinación de las distancias.

2.3 Evaluación de tecnologías

Al analizar las diferentes alternativas tecnológicas que ofrece el mercado, la experiencia previa obtenida con algunas de ellas, y al buscar satisfacer ciertas necesidades como disponibilidad, facilidad de manejo y documentación teórica sobre ellas, para que se ajustaran a las necesidades requeridas, se evaluaron varias opciones que se explican a continuación.

2.3.1 Bloque central de manejo

Uno de los factores que más pesó en la escogencia del bloque central de manejo fue el conocimiento de los microcontroladores, además porque los dispositivos de grabación para los microcontroladores son de fácil fabricación y comercialización y, su costo es reducido y se consiguen comúnmente en el mercado electrónico, lo que nos ayuda a prestar un buen servicio pos venta. Además es de fácil adaptación a futuros cambios en caso de mejoramiento del proyecto. Y si se agrega a todo lo anterior su excelente desempeño y su bajo consumo de energía, no cabe la menor duda de que los microcontroladores son la mejor opción para el bloque central de manejo de la silla electrónica.

2.3.2 Sistema de accionamiento

Para realizar el análisis y la elección del dispositivo de accionamiento que se utilizó, se tuvo en claro las limitaciones físicas que los niños con cuadripareja secundaria a parálisis cerebral poseen. Estos niños no pueden mover o mueven brusca e involuntariamente sus extremidades, y tienen una pequeña deficiencia de pronunciación.

El sistema ergonómico, es importante, pues los niños no tienen mucho movimiento; en este caso, los sistemas accionados por sonido son los más convenientes. Pero la característica esencial que ayudó a la elección del dispositivo de accionamiento adecuado fue la viabilidad por deficiencia física; un sistema accionado por sonido es el más fácil de manejar para estos niños.

2.3.3 Sensores

Comparando los diferentes dispositivos, uno de los factores que más los diferencia es la respuesta a las diferentes superficies en donde el sensor de ultrasonido se comporta bastante bien. La onda de ultrasonido tiene un buen comportamiento de rebote a las superficies opacas, que no poseen los sensores infrarrojos, además su adaptación a los ambientes físicos también es bastante buena, puesto que su respuesta no depende

de cambios de luz, humedad o temperatura. Esta eficiencia sumada a su alta durabilidad representa una alta garantía a nivel de seguridad, factor indispensable para la silla.

2.4 Prototipo

El prototipo consiste en una silla de ruedas convencional para niños, a la cual se le adaptaron dos motores de 12 V, uno para cada rueda trasera de la silla, activados desde un micrófono ubicado frente al niño; con cualquier tipo de sonido y sólo después de haber verificado la dirección deseada en el panel de navegación se activarán los motores.

Diagrama de bloques

El diagrama de bloques del sistema consta de los siguientes componentes:

- Cargador externo de fuente
- Fuente
- Potencia
- Bloque central de manejo
- Sistema de desplazamiento
- Interfase niño máquina
- Sistema de accionamiento
- Sistema de sensores.

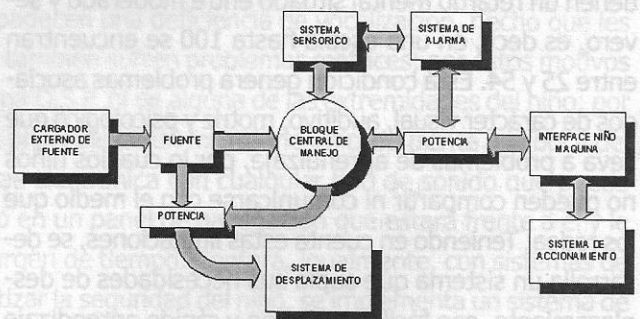


FIGURA 1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

Cargador externo de fuente

Se conecta a la red de 110 VAC y se encarga de dar el nivel adecuado de tensión a la fuente. Que en este caso es una batería recargable seca.

Fuente

Es una batería recargable de 12 V, mantiene la energía para un rango de desplazamiento diario y distribuye la tensión a los dispositivos anexos. En este caso es una batería YUASA (NPH5-12FR) de 5 A.

Potencia

Este dispositivo es indispensable para las partes que necesitan y consumen un elevado nivel de corriente. Está diseñado con base en transistores Darlington en sistema puente H para manejo de cada uno de los motores, véase figura 2.

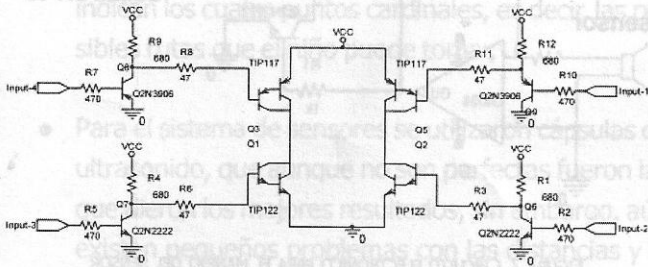


FIGURA 2. PUENTE H PARA EL MANEJO DE POTENCIA

Bloque central de manejo

Está diseñado con microcontroladores PIC y es el centro de todas las actividades que desarrolla la silla, véase figura 3.

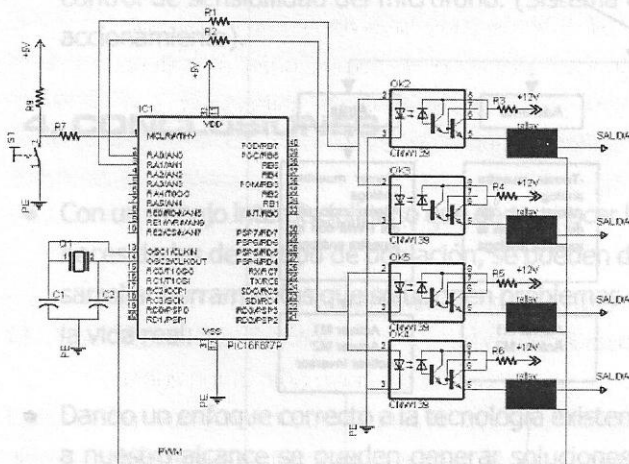


FIGURA 3. BLOQUE CENTRAL DE MANEJO

Sistema de desplazamiento

Consta de moto-reductores de 12 V. Están adaptados a través de un mecanismo de piñones que aumentan su torque al doble y reducen su velocidad a la mitad; están ubicados sobre un mecanismo especial para desengranarlos y engranarlos manualmente en caso de falla de energía. Son los encargados de desplazar y direccionar la silla mediante órdenes del bloque central de manejo.

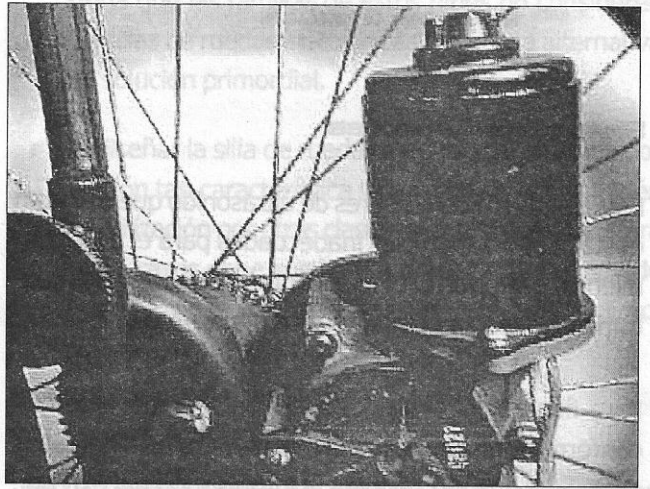


FIGURA 4. SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO

Interfase niño máquina

Consta de un panel de navegación hecho a base de flechas luminosas que señalan los cuatro puntos cardinales. Informa al niño en qué dirección puede desplazarse en determinado tiempo. Este panel tiene un tamaño considerado y un fondo azul para resaltar los símbolos y facilitar la visualización de los niños. Está elaborado en una caja acrílica, véase figura 5.

Sistema de accionamiento

Es un micrófono unidireccional complementado con un filtro de sonido pasabanda, que capta los sonidos generados por el niño dando la afirmación de un movimiento previamente observado en el panel de navegación en un instante preciso, que lo transmite al bloque central de manejo y este a su vez accionará los motores.

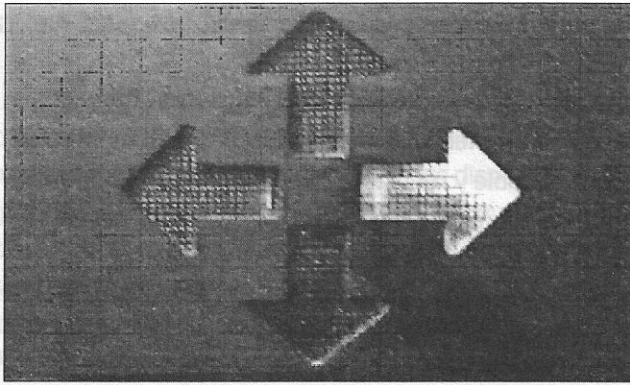


FIGURA 5. PANEL DE NAVEGACIÓN

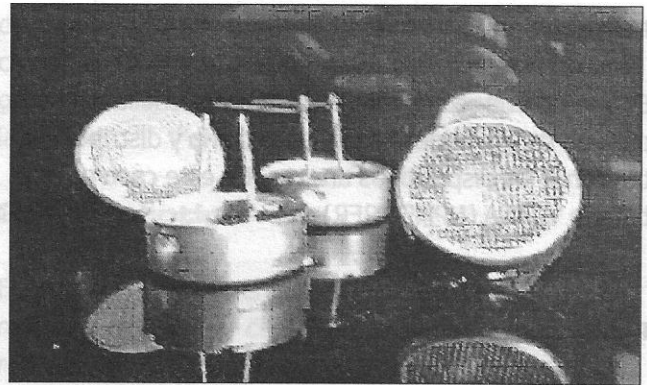


FIGURA 6. SENSORES ULTRASONICOS

Sistema de sensores

Está diseñado con sensores de ultrasonido que detectan obstáculos y superficies inadecuadas para el desplazamiento, e informa al bloque central para que la silla automáticamente los evite, véanse figuras 6 y 7.

Para finalizar la descripción de los componentes que conforman la silla, se expone la manera como actúa el programa una vez recibida la información del exterior. Véase figura 8.

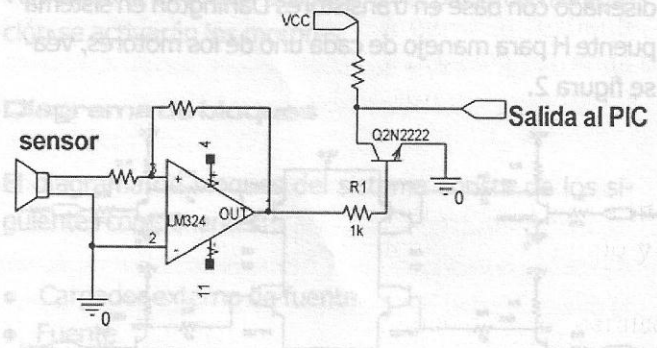


FIGURA 7. CIRCUITO ELECTRÓNICO PARA EL MANEJO DEL SENSOR

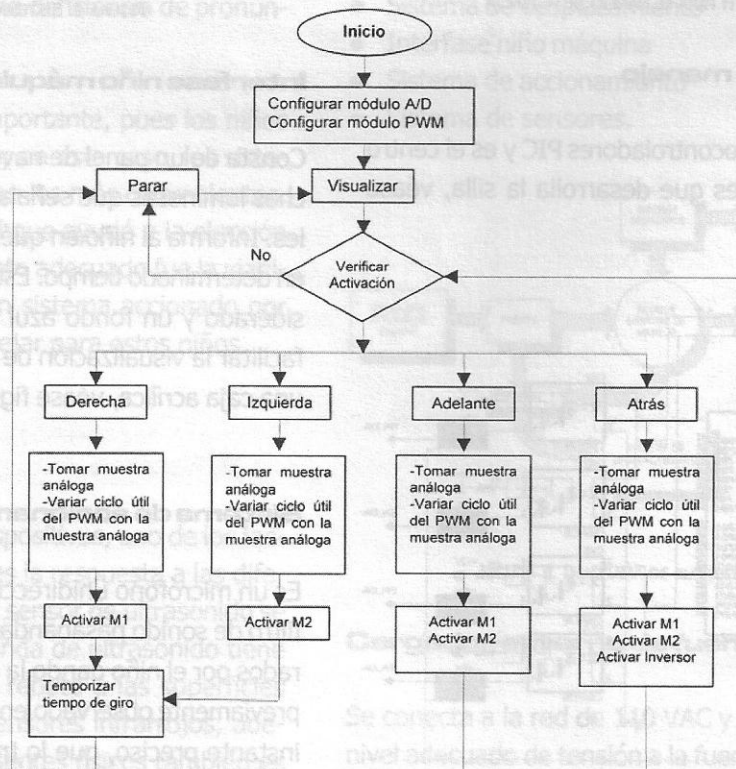


FIGURA 8. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA

3. RESULTADOS

- Se implementó un dispositivo activador a través de sonido para niños con cuadripareja, los cuales sufren de incapacidad motriz y deficiencias de vocalización que les impide la pronunciación correcta y repetitiva de las palabras. Por estos motivos el receptor de sonido es un micrófono unidireccional con un filtro pasabanda, el cual recibe cualquier sonido que provenga de la boca del niño y activa los motores según la función del panel de navegación.
- El panel de navegación fue diseñado pensando en un tamaño y un color que fuera atractivo y visible para los niños. Consta de cuatro flechas luminosas que indican los cuatro puntos cardinales, es decir, las posibles rutas que el niño puede tomar.
- Para el sistema de sensores se utilizaron cápsulas de ultrasonido, que aunque no son perfectas fueron las que dieron los mejores resultados, sin embargo, aún existen pequeños problemas con las distancias y la sensibilidad que pueden ser evitados utilizando dos tipos de sensores al tiempo.
- Se diseñó un frente o panel de control de la silla en el cual se encuentra la entrada de tensión de 110 VAC para el cargador de la batería; el interruptor de encendido y apagado; el control de velocidad de la silla; el control de velocidad de visualización y el control de sensibilidad del micrófono. (Sistema de accionamiento).

4. CONCLUSIONES

- Con un trabajo interdisciplinario que dé a conocer las necesidades de un tipo de población, se pueden desarrollar herramientas que solucionen problemas de la vida real.
- Dando un enfoque correcto a la tecnología existente a nuestro alcance se pueden generar soluciones a bajo costo con un alto desempeño.

- Uno de los problemas que se creyó tener fue el sistema de activación pero luego de estudios médicos y electrónicos, se pudo concluir que se eligió la opción más acertada, por tratarse de niños con cuadripareja secundaria a parálisis cerebral.
- Las sillas de ruedas electrónicas que se consiguen en el exterior, no han sido diseñadas para niños con problemas de cuadripareja secundaria a parálisis cerebral. Además, su costo es muy elevado lo que ocasiona que las familias de estos niños no consideren las sillas de ruedas electrónicas como una alternativa de solución primordial.
- Al diseñar la silla de ruedas electrónica para una población tan característica se ha garantizado también su utilización por otras clases de discapacitados. Para estos casos debe sustituirse el activador por sonido por un joystick, pulsador de golpe, pulsadores direccionales, o un sistema DSP.

5. BIBLIOGRAFÍA

- MILLER, Feeman y BACHRACH, Steven, *Cerebral Palsy a Complete Guide for Caregiving*, Baltimore and London, Johns Hopkins Press Health Book, 1998, pp. 43-82, 282-305.
- LEVITT, *Tratamiento de la parálisis cerebral y del retraso motor*. 3ª Edición, Panamericana, 2001, pp. 15-40, 111-200.
- VELASCO, BALLANO Joaquín y ORIOL, VELILLA Miguel, *Sistemas electro técnicos de potencia*, Paraninfo, 1998, pp. 1-46, 65-111.
- RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, Javier, *Silla de ruedas automatizada*, España, www.hannover2000.net/expo2000hannover/es/tecnologia/proyectos/silladerued/corto.htm
- SUMAR, Argentina, sumar.utic.com.ar/index.html
- CEKIT, *Curso avanzado de microcontroladores PIC*, CEKIT S.A, Compañía Editorial Tecnológica, 1997.

Autores

ALEXANDER ARTUNDUAGA GUTIÉRREZ. Tecnólogo en electrónica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Su interés es la programación y electrónica en control e instrumentación. alexartun@hotmail.com

JAVIER PÉREZ ZAMUDIO. Tecnólogo en electrónica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Su interés es la programación de microcontroladores y electrónica digital. perzamJPZ@hotmail.com

EDUARDO VARGAS BOCANEGRA. Tecnólogo en electrónica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Su interés es la programación y electrónica digital. eduarbo@hotmail.com