

## Sistema de control de silla de ruedas con reconocimiento de voz para CERSI

Wheelchair control system with voice recognition for CERSI

Sistema de controle de cadeira de rodas com reconhecimento de voz para CERSI

Jesús Daniel Ocaña Velásquez\*

### Resumen

Esta investigación consistió en diseñar un sistema de control de silla de ruedas con reconocimiento de voz utilizando el módulo Elechouse Voice Recognition V3, donde el usuario puede comandar el vehículo escogiendo entre dos modos de operación, mando manual y controlada por órdenes de voz. Para alcanzar el objetivo planteado se diseñó un sistema de control de silla de ruedas mediante reconocimiento de voz, para el Centro de Educación y Rehabilitación Sicomotriz Infantil CERSI de Chimbote. Se usó una metodología de cuatro etapas, recopilación de datos, análisis, diseño y pruebas simuladas. Como resultado de pruebas simuladas, se obtuvo un funcionamiento esperado, con una asertividad del 90%, debido a que el módulo de reconocimiento de voz capta el ruido del ambiente. El consumo total del sistema es de 22 A, dando un estimado de 5 horas de duración. Se comprobó que la silla puede moverse básicamente en cuatro direcciones.

**Palabras clave:** Reconocimiento de voz; silla de ruedas; discapacitados; sistema de control; simulación.

### Abstract

This research consisted of designing a wheelchair control system with voice recognition using the Elechouse Voice Recognition V3 module, where the user can command the vehicle by choosing between two modes of operation, manual control and controlled by voice orders. To achieve the stated objective, a wheelchair control system was designed through voice recognition for the CERSI Children's Psychomotor and Rehabilitation Center in Chimbote. A four-stage methodology, data collection, analysis, design and simulation tests were used. As a result of simulated tests, an expected operation was obtained, with an assertiveness of 90%, because the voice recognition module captures the ambient noise. The total system consumption is 22 A, giving an estimated 5 hours. It was found that the chair can basically move in four directions.

**Keyword:** Voice Recognition; wheelchair; disabled; control system; simulation.

### Resumo

Esta pesquisa consistiu em projetar um sistema de controle de cadeira de rodas com reconhecimento de voz usando o módulo Elechouse Voice Recognition V3, onde o usuário pode comandar o veículo escolhendo entre dois modos de operação, controle manual e controlado por ordens de voz. Para atingir o objetivo declarado, um sistema de controle de cadeira de rodas foi projetado através do reconhecimento de voz para o Centro de Reabilitação e Psicomotricidade Infantil CERSI em Chimbote. Utilizou-se uma metodologia de quatro etapas, coleta de dados, análise, projeto e testes de simulação. Como resultado de testes simulados, foi obtida uma operação esperada, com uma assertividade de 90%, porque o módulo de reconhecimento de voz captura o ruído ambiente. O consumo total do sistema é 22 A, dando uma estimativa de 5 horas. Verificou-se que a cadeira pode se mover basicamente em quatro direções.

**Palavras-chave:** Reconhecimento de voz; cadeira de rodas; desativado; sistema de controle; simulação.

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.

\* Autor para correspondencia: [jesus681@hotmail.com](mailto:jesus681@hotmail.com) (J. Ocaña).

**Recibido: 09 de octubre del 2019; Aceptado: 30 de noviembre del 2019**

## Introducción

La presente investigación realiza el diseño de una silla de ruedas para los discapacitados motrices para el Centro de Educación y Rehabilitación Sicomotriz Infantil de Chimbote. Un discapacitado Chalco (2017) señala que, es una persona que haya perdido capacidad de movimiento en brazos y piernas por daño en su médula espinal, por lo general queda confinada al uso de una silla de ruedas y es dependiente de una persona que pueda asistirle en sus necesidades básicas, como su desplazamiento, entre otras.

Una parte de la población Ancashina posee algún tipo de discapacidad y para poder trasladarse de un lugar a otro requieren de una silla de ruedas. El presente proyecto pretende resolver estas dificultades de desplazamiento de silla de ruedas, mediante un sistema con reconocimiento de voz.

Agüero (2018) se refiere que la silla de ruedas que reconoce la voz para movilizarse de un punto a otro le da mayor independencia a los pacientes que sufren de parálisis de piernas. Según Domínguez (2013) el reconocimiento del habla es un proceso de clasificación de patrones, cuyo objetivo es clasificar la señal de entrada (onda acústica) en una secuencia de patrones aprendidos y almacenados en unos diccionarios de modelos acústicos y de lenguaje. Higuera *et al.* (2016) argumenta que la principal dificultad del reconocimiento es que la señal de voz es muy variable, debido a la gran cantidad de locutores, diferentes velocidades a la hora de hablar, condiciones acústicas y ambientales, e incluso el estado de ánimo. En varias investigaciones (Luna *et al.*, 2014; Moumtadi *et al.*, 2014; San Juan *et al.*, 2016) indicaron que los sistemas de reconocimiento dependientes del locutor, deben ser entrenados para responder a las características particulares de la voz de una persona. López (2014) quien concluye que gracias al avance de los circuitos electrónicos se logró cambiar los motores de bobina con motores de magneto permanente más livianos y eficientes que han permitido diseñar sillas de ruedas a motor con avance progresivo y suave. También se encuentra al autor Arcia (2015) quien concluyó que el funcionamiento del sistema motriz es correcto, como el sistema de mando (joystick), hardware (microcontrolador), software (operación y aplicación) en un solo sistema.

El presente proyecto de investigación se justifica porque va a tener un impacto en las personas que tienen discapacidad motriz, desplazándose solo con su propia voz.

El objetivo de estudio es el diseño de un sistema de control de silla de ruedas mediante reconocimiento de voz, para el Centro de Educación y Rehabilitación Sicomotriz Infantil CERSI de Chimbote.

## Material y métodos

El tipo de investigación es tecnológica porque permite descubrir nuevos conocimientos científicos, aportando soluciones para los discapacitados motrices. Emilio (2018) argumenta que la Investigación tecnológica es aquella que responde a problemas técnicos, aprovechándose del conocimiento teórico científico producto de la investigación básica.

Se desarrollaron cuatro etapas: recopilación de datos, análisis, diseño y pruebas simuladas.

### Recopilación de datos

En esta etapa se recopiló los datos necesarios para encontrar los requerimientos precisos para el diseño de la silla de ruedas tales como: módulo de reconocimiento de voz, el microcontrolador a usar, el tipo de motor CC a instalar y otros.

### Análisis

Se analizó la realidad de los discapacitados motrices y los inconvenientes que encuentran al usar las sillas de ruedas convencionales. También, se realizó un análisis detallado de la silla de ruedas considerando el peso y de todos los componentes que integran el sistema, tales como sistema de control, la etapa de potencia, peso de usuario y batería. También se analizó las hojas técnicas del reconocimiento de voz.

### Diseño

En esta etapa se realizó el diseño de hardware y software de la silla de ruedas.

El diseño de hardware se tomó en cuenta el dimensionamiento de los elementos que integran tales como el sistema de control, la fuente de alimentación, la etapa de potencia y el interfaz de usuario.

En el diseño de software se describe el programa de control del microcontrolador en lenguaje estructurado, el microcontrolador se programó de tal manera que realice la codificación de las palabras dadas por el Módulo de reconocimiento de voz.

**Pruebas simuladas**

Esta cuarta etapa corresponde a las pruebas simuladas, en el cual se realizó la verificación del comportamiento del circuito. Para simular los circuitos se utilizó el programa Proteus 8.8 Profesional, pues tiene un entorno gráfico sencillo de manejar y permite realizar todas las simulaciones necesarias.

**Resultados y discusión**

En la Tabla 1 se puede apreciar que un número significativo de encuestados que representa el 77,27%, están totalmente de acuerdo que la silla de ruedas debe ser controlado con la voz, mientras que un reducido grupo que representa el 4,55%, respondió que están en desacuerdo y totalmente en desacuerdo.

**Tabla 1**

La silla de ruedas debe ser controlada con la voz

Respuesta	Cantidad	Porcentaje %
Totalmente de acuerdo	17	77,27
De acuerdo	3	13,64
En desacuerdo	1	4,55
Totalmente en desacuerdo	1	4,55
Total	22	100,00

En la Tabla 2 señala que un número significativo de encuestados que representa el 54,55%, afirman que el tiempo de uso de la silla de ruedas comprende entre 5 a 8 horas al día, mientras que un reducido grupo que representa el 9.09%, respondió que el uso de la silla de ruedas lo hace por más de 8 horas al día,

**Tabla 2**

Tiempo de uso de la silla de ruedas al día

Respuesta	Cantidad	Porcentaje %
Más de 8 horas	2	9,09
Entre 5 a 8 horas	12	54,55
Entre 2 a 5 horas	5	22,73
Menor a 2 horas	3	13,64
Total	22	100,00

En la Tabla 3 se puede ver que un número significativo de encuestados que representa el 81,82%, afirman que están totalmente de acuerdo en que la silla de ruedas controlado por voz debe incluir en forma manual y automático, mientras que ninguno respondió que están en desacuerdo y totalmente en desacuerdo, sobre la pregunta mencionada, lo cual indica que la silla de ruedas debe incluir un selector manual y automático.

**Tabla 3**

La silla de ruedas controlado por voz, debe incluir un modo manual y automático

Respuesta	Cantidad	Porcentaje %
Totalmente de acuerdo	18	81,82
De acuerdo	4	18,18
En desacuerdo	0	0,00
Totalmente en desacuerdo	0	0,00
Total	22	100,00

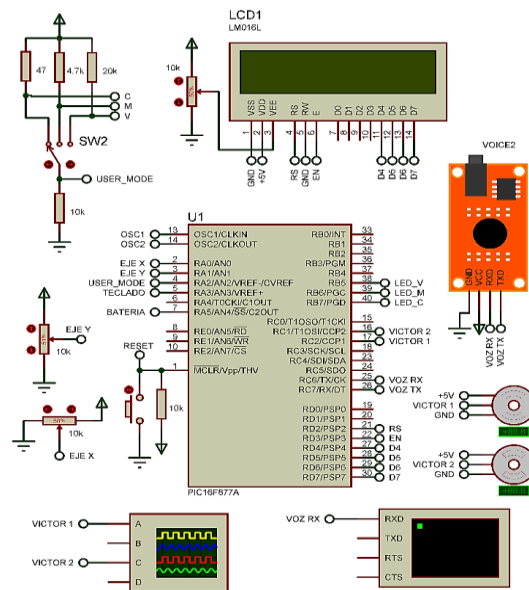
En la Tabla 4 se muestra que un número significativo de encuestados que representa el 72,73%, están totalmente de acuerdo que la silla de ruedas controlado por voz, debe subir y bajar pendientes, mientras que un reducido grupo respondió que están en desacuerdo, representado el 4,55% de los encuestados.

**Tabla 4**

La silla de ruedas controlado por voz, debe subir y bajar pendientes

Respuesta	Cantidad	Porcentaje %
Totalmente de acuerdo	16	72,73
De acuerdo	5	22,73
En desacuerdo	1	4,55
Totalmente en desacuerdo	0	0,00
Total	22	100,00

Según los resultados de la encuesta se describió los requerimientos para diseñar el sistema de hardware, tales como el módulo Elechouse Voice Recognition V3, microcontrolador PIC16F877A, módulos de potencia IFL VEX Pro Victor884, joystick de 2 ejes, Motor ElectroCraft MobilePower y otros, de estos requerimientos se realizó el siguiente diseño de hardware de control.



Para el diseño de software se realizó el siguiente diagrama de flujo del programa general, dando una idea habitual de cómo funciona el sistema en su totalidad.

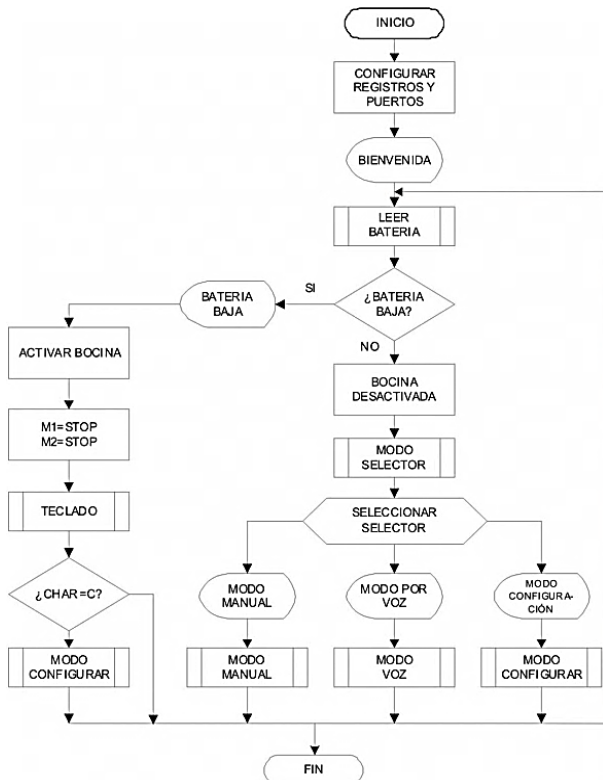


Figura 2. Diagrama de flujo del programa de control

El Microcontrolador PIC16F877A fue programado para que realice todas las acciones de control tales como: Control de sentido de giro de los motores, selección de la velocidad de los motores, selección del modo de funcionamiento: modo Manual, modo por voz, modo Selección de Configuración, entre otras. En el modo de uso tanto en modo configuración, manual y automático, se hizo la simulación respectiva y se obtuvo los resultados esperados. En el modo manual se procedió a simular el desplazamiento de la silla de ruedas por medio del joystick, como se puede observar en la Figura 3.

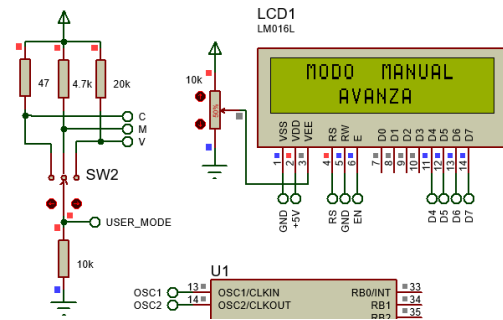


Figura 3. Resultado de la simulación modo manual

Cuando deslizamos el joystick en cada una de las direcciones, podemos verificar el resultado de desplazamiento de la silla de ruedas, visualizando en la pantalla LCD, tanto como avanza, retrocede, izquierda, derecha y stop, y observamos el giro del motor en las direcciones programadas

Los resultados en relación con los antecedentes nos permite reafirmar al igual que Arcia (2015), quien sugiere en su proyecto “Crear una silla de ruedas eléctrica de bajo costo para personas con discapacidad motriz controlada por un dispositivo manual y móvil con sistema operativo Android”, se obtuvo el correcto funcionamiento del sistema motriz, sistema de mando joystick, hardware, software como un solo sistema. En el presente proyecto también se desarrolló el diseño de un sistema de mando a través de un joystick, al igual que la investigación de Arcia, se comprobó el funcionamiento del sistema.

En la Figura 5 se muestra la señal PWM enviada del microcontrolador hacia los módulos de potencia IFI VEX Pro Victor884, para luego enviar a los motores ElectroCraft Mobile Power.

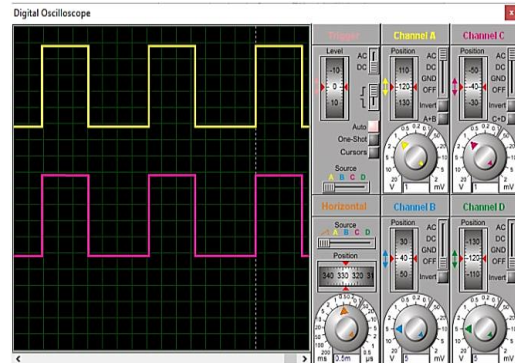


Figura 4. Señal PWM enviada a los módulos de potencia IFI VEX Pro Victor884.

Otra forma de contribuir al igual que López (2014), quien en su investigación denominada “Diseño de un prototipo de silla de ruedas eléctrica, con sistema de ascenso y elevación”, señala que uso motores con avance progresivo y suave con señales PWM. En este proyecto también se desarrolló un diseño con motores de corriente continua con una velocidad regulada con señal PWM.

Cuando seleccionamos el modo por voz, se procedió a simular el circuito y se verificó los resultados esperados para el desplazamiento de la silla de ruedas, el usuario emite una señal de voz ya sea adelante, atrás, derecha, izquierda o alto, el módulo de reconocimiento

de voz recibe esta señal de habla y lo procesa convirtiéndolo en datos hexadecimales \$11, \$12, \$13, \$14 y \$15, y lo envía al Microcontrolador PIC 16F877A.

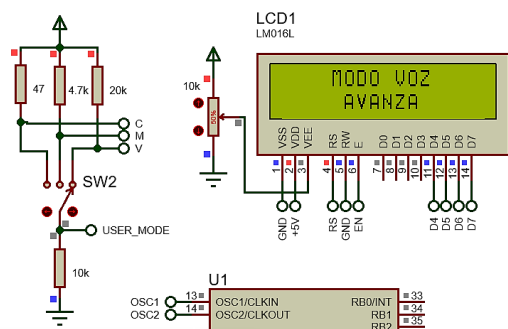


Figura 5. Resultado de la simulación modo por voz

En la simulación de reconocimiento de voz, se envía datos por el virtual Terminal el comando \$11 (señal de voz avanza), la silla de ruedas avanza, si enviamos el comando \$12 (señal de voz retrocede), la silla de ruedas retrocede, si enviamos el comando \$13 (señal de voz derecha), la silla de ruedas va a la derecha, si enviamos el comando \$14 (señal de voz izquierda), la silla de ruedas va a la izquierda y si enviamos el comando \$15 (señal de voz alto), la silla de ruedas se detiene. Esta simulación se puede ver los resultados en la Figura 6.

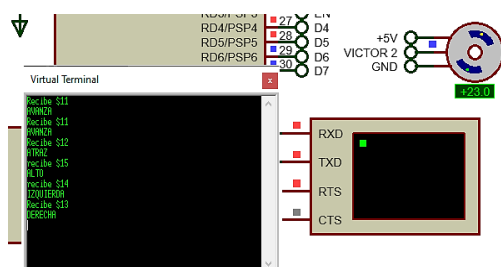


Figura 6. Simulación de reconocimiento de voz

El consumo total del sistema es de 22,36 A, dando un tiempo estimado de 5 horas de funcionamiento. También se hizo las pruebas de la batería y se comprobó el funcionamiento total del sistema.

### Conclusiones

Se logró diseñar un sistema de reconocimiento de voz y se usó el programa Proteus para su comprobación, en base a la simulación se considera el tiempo para el desarrollo del circuito, se hizo las pruebas del sistema de

hardware para la validar del código del programa, permitiendo obtener un tiempo de 2 mseg de respuesta al cambio de velocidad, lo cual se tiene un sistema robusto y estable, cubriendo de esta manera las expectativas.

En base al diseño propuesto y a la viabilidad de las simulaciones, se codificó un programa para el sistema de hardware, lo cual pudo ser verificada con tiempo de respuesta a todo el sistema y sometida a fallas para la verificación de la misma, dando un resultado funcional esperado, para una futura implementación.

### Referencias bibliográficas

Arcia, J. 2015. Crear una silla de ruedas eléctrica de bajo costo para personas con discapacidad motriz controlada por un dispositivo manual y móvil con sistema operativo Android. Tesis de grado. Universidad de Córdoba, Montería Córdoba, Colombia.

Agüero, S. 2018. Pacientes podrán mover silla de ruedas por voz. Disponible en: <https://www.larepublica.net/noticia/pacientes-podran-mover-silla-de-ruedas-por-voz>

Chalco, G. 2017. Implementación de un sistema para controlar una silla de ruedas eléctrica utilizando redes neuronales y reconocimiento de patrones de voz. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.

Domínguez, M. 2013. Actividades online de vocabulario y pronunciación para el nivel de la lengua inglesa A2. Tesis de grado. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Emilio, F. 2018. Investigación e innovación Tecnológica. Disponible en: <http://investigacioneinnovacionffaa.blogspot.com/2018/08/presentacion.html>

Higuera, M.O.; Espitia, F.D.; Méndez, M.D. 2016. Prototipo de silla de ruedas comandada por voz empleando HMM en un ambiente controlado. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo 16(1): 26-38.

López, C. 2014. Diseño de un prototipo de silla de ruedas eléctrica, con sistema de ascenso y elevación. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

Luna, O.C.; Mora, G.M.; Martínez, R.J.; Luna, R.F.; Muñoz, M.J. 2014. Reconocimiento del habla mediante el uso de la correlación cruzada y una perceptrón multicapa Speech recognition by using cross correlation and a multilayer perceptron. Revista Electrónica Nova Scientia 6(2): 108-124.

Moumtadi, F.; Granados, F.; Delgado, J. 2014. Activación de funciones en edificios inteligentes utilizando comandos de voz desde dispositivos móviles. Ingeniería Investigación y Tecnología 15(2): 175-186.

San Juan, E.; Jamett, M.; Kaschel, H.; Sánchez, L. 2016. Sistema de reconocimiento de voz mediante wavelets, predicción lineal y redes backpropagation. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería 24(1): 8-17.