

## Aplicación de un sistema de control por voz para reducir el esfuerzo del desplazamiento en silla de ruedas de personas con discapacidad

### *Application of a voice control system to reduce the effort of movement in the wheelchair of people with disabilities*

Villanueva, José <sup>1</sup>[\[0000-0001-8589-5250\]](https://orcid.org/0000-0001-8589-5250) y Ríos, Carlos <sup>1</sup>[\[0000-0002-1349-6119\]](https://orcid.org/0000-0002-1349-6119)

<sup>1</sup>Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú  
[jevillanuevad@alumno.unsm.edu.pe](mailto:jevillanuevad@alumno.unsm.edu.pe)

**Resumen.** La discapacidad es la limitación de alguna facultad física o mental que imposibilita el desarrollo normal de actividades y desplazamiento de una persona, sin embargo, esto implica la intervención de personas terceras o las mismas que poseen sus extremidades superiores para su desplazamiento generando de ese modo un esfuerzo físico. Por consiguiente, planteamos reducir el esfuerzo empleado en el desplazamiento de personas discapacitadas haciendo uso de un sistema controlado por la voz, mediante micro controlador Arduino Mega 2560 R3, Controlador ESC, Motores Brusles, Regulador de Voltaje (Step-Down), Módulo Bluetooth HC06, Batería de Ion de litio, Cargador de batería de Ion de litio, Silla de rueda, Caja de Plástico, Módulo de reconocimiento de voz V.3. Fue aplicado una encuesta para la obtención de facilidad de uso del sistema en el que se obtuvo 4.17 de promedio por pregunta equivalente a esta muy de acuerdo es decir que un porcentaje de 83.4% de facilidad de uso, así mismo, se utilizó un tensiómetro digital para asacar la presión sistólica y los latidos de corazón por minuto en mi pre test y post test obtenido una diferencia de latidos de un 34.3%, que permite la facilidad de desplazamiento en una superficie. En conclusión, el sistema planteado por un control de voz reduce el cansancio y el esfuerzo del desplazamiento de un discapacitado en una silla de ruedas.

**Palabras clave:** Arduino, micro controlador, esfuerzo físico, facultad física, facilidad.

**Abstract.** Disability is the limitation of some physical or mental faculty that prevents the normal development of activities and displacement of a person, however, this implies the intervention of third parties or those who have their upper limbs for their displacement thereby generating a physical effort. Therefore, we propose to reduce the effort used in the displacement of disabled people by using a voice-controlled system, by means of an Arduino Mega 2560 R3 micro controller, ESC Controller, Brushes Motors, Voltage Regulator (Step-Down), Bluetooth Module HC06, Lithium-ion battery, Lithium-ion battery charger, Wheel chair, Plastic box, Voice recognition module V.3. A survey was applied to obtain ease of use of the system in which an average of 4.17 per question was obtained equivalent to this one that is very much in agreement, that is to say that a percentage of 83.4% of ease of use, likewise, a digital tensiometer was used To remove the systolic pressure and heartbeats per minute in my pre test and post test I obtained a difference of beats of 34.3%, which allows ease of movement on a surface. In conclusion, the system proposed by a voice control reduces fatigue and the effort of moving a disabled person in a wheelchair.

**Keywords:** Arduino, micro controller, physical effort, physical faculty, ease.

**Citar como:** Villanueva Dávila, J. E., & Ríos López, C. A. (2021). Aplicación de un sistema de control por voz para reducir el esfuerzo del desplazamiento en silla de ruedas de personas con discapacidad. *Revista Científica De Sistemas E Informática*, 1(1), 51-57. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v1i1.93>

**Recibido:** 15/11/2020

**Revisado:** 15/12/2020

**Publicado:** 31/01/2021

## 1 Introducción

La Organización Mundial de la Salud OMS (2017) menciona que existen más de mil millones de personas con discapacidad, o sea, un 15% de la población mundial. En Latinoamérica según Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL (2010) menciona que hay cerca de 66 millones de personas que equivale el 12% de la población padece de alguna discapacidad, sin embargo, en el Perú, con la primera encuesta nacional en el año 2012, INEI (2012) logro registrar un total de 1 575 402 que sería el 5,2% de la población total.

En la localidad de San Pablo se encuentra la Municipalidad Distrital de San Pablo encargado de la administración del distrito, contempla dentro de su estructura orgánica la OMAPET (Oficina Municipal de Atención a la Persona con Discapacidad), su objetivo es establecer un vínculo entre la municipalidad y los vecinos que sufren de algún grado de discapacidad e integrarlos para tomar acciones de prevención, rehabilitación y protección, mejorando su calidad de vida, favoreciendo al desarrollo de la Provincia con el fortalecimiento social de la gestión municipal. Esta oficina OMAPET (2018) tiene registrado un total de 31 personas discapacitadas de los cuales el 29.03% es decir 9 personas recibieron apoyo comunitario con la donación de sillas de ruedas a los discapacitados de bajos recursos económicos.

Dentro de las limitaciones encontradas en el proyecto se sujeta al diseño de un prototipo mecánico de un sistema de control por voz para reducir el esfuerzo del desplazamiento de una silla de ruedas para personas discapacitadas de extremidades superiores e inferiores debido a escasos recursos económicos

El objetivo general fue reducir el esfuerzo del desplazamiento en silla de ruedas de personas con discapacidad utilizando un sistema de control por voz, en la Localidad de San Pablo. Y como objetivos específicos: a) Evaluar el esfuerzo del desplazamiento en la silla de ruedas en la Localidad de San Pablo. b) Diseñar el prototipo del sistema de control por voz. c) Determinar la relación del esfuerzo del desplazamiento en silla de ruedas de personas discapacitadas en la Localidad de San Pablo y el sistema de control por voz.

Según Varela A, José (2014), en su tesis “Sistema de control automático para el posicionamiento de una silla de ruedas eléctrica” Señala el análisis crítico de la problemática enfocada en la limitada autonomía de una silla de ruedas eléctrica que afecta directamente en la movilidad de las personas con capacidades diferente influyendo en la autoestima como en la salud física y mental. Su estudio se centra en analizar los sistemas de control automáticos y su influencia en el posicionamiento de una silla de ruedas permitiendo la investigación de los sistemas de control automático para conocer su diseño a través de la investigación bibliográfica, así mismo identificar las características del posicionamiento de una silla de ruedas eléctrica para establecer las

limitaciones técnicas del equipo a través de la observación para poder plantear una propuesta que permita diseñar e implementar un sistema de control automático para el posicionamiento de una silla de ruedas eléctrica. Obteniendo como principales conclusiones; la facilidad de utilizar un diseño en cascada permite tener un control independiente tanto en la parte cinemática como en la parte dinámica, debido a que si el diseño del controlador dinámico se cambia por otro, el controlador cinemático no se vería afectado por dicho cambio, de la misma forma si se cambia el diseño del controlador cinemático el controlador dinámico no se afectaría; el modelo cinemático describe el movimiento de la silla de ruedas, en el que se considera al sistema silla-hombre como una masa puntual. Por lo que el modelo cinemático puede ser utilizado para cualquier silla de ruedas tipo unicycle, que tienen como principal característica dos motores controlados independientemente; la implementación del circuito de control en la silla de ruedas permite monitorear y controlar las entradas de dicha silla desde un ordenador, teniendo como entradas de control la velocidad lineal y velocidad angular de forma similar a los robots móviles comerciales.

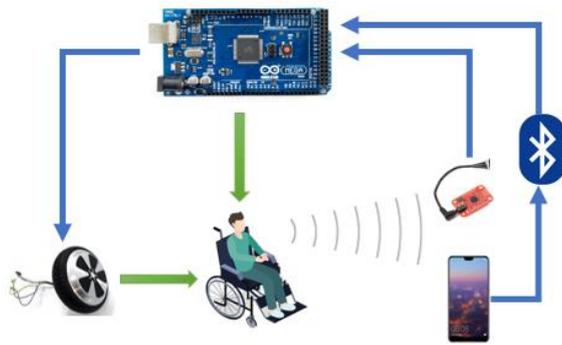
## 2 Materiales y Métodos

### 2.1 Materiales

Dentro de los materiales empleados para el armado mecánico tenemos los siguientes:

- Arduino Mega 2560 R3: Es un micro controlador encargado de procesar las instrucciones emitidas en base a un algoritmo.
- Controlador ESC: Es un controlador de velocidad.
- Motores Brusles: Permite el desplazamiento.
- Regulador de Voltaje (Step-Down): Reduce el voltaje entrante.
- Módulo Bluetooth HC06: Permite la conexión de forma inalámbrica, envía y recibe datos es decir un transeptor.
- Batería de Ion de litio: Es un compuesto químico que permite almacenar energía por mas tiempo.
- Silla de rueda: dispositivo técnico utilizado por personas con una discapacidad motriz.
- Estructura Metálica: Es un conjunto de partes unidas entre sí que forman un cuerpo, una forma o un todo, destinadas a soportar los efectos de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.
- Módulo de reconocimiento de voz V.3: filtra las ondas emitidas por la voz.

## 2.2 Métodos



**Fig. 1: Sistema electrónico de control por voz**

La figura 1 es el sistema electrónico de control por voz que permite a la persona con discapacidad genera órdenes a través del sonido producido por la vibración de las cuerdas vocales, es decir, señales analógicas que serán recepcionadas por el módulo de reconocimiento de voz V.3 o el celular dependiendo de la selección usada por el usuario; ambas modalidades reciben los datos emitidos por el usuario para ser enviándolos al Arduino (controlador) y posteriormente ejecutar el movimiento de los motores para el traslado lineal y el giro angular a la derecha o a la izquierda del mismo teniendo los siguientes comandos en el módulo de reconocimiento de voz V.3: avanzar, retroceder, derecha, izquierda y alto; y en el celular: avanzar, adelante, al frente, retroceder, atrás derecha, izquierda, para y alto.

## 3 Resultados y discusiones

Cabe mencionar que el presente trabajo de investigación se utilizó como instrumento una encuesta teniendo como alternativas la escala de likert, dicha encuesta se utilizó en el pre y pos test, es decir se llegó a conocer la realidad de la problemática de una antes y después de la implementación del sistema de reconocimiento de voz en una silla de ruedas con personas discapacitadas de la localidad de San Pablo.

### **Reducción del esfuerzo del desplazamiento en silla de ruedas de personas con discapacidad utilizando un sistema de control por voz, en la Localidad de San Pablo.**

**Tabla 1**

*Comparación de resultados de las pruebas de pre test y post test*

Muestras	Post test Promedio	Pre test Promedio
	21.1	32.1

La presente Tabla 1: Comparación de resultados de las pruebas de pre test y post test, muestra equiparación de resultados entre la prueba de pre test y la prueba de post test, por lo que podemos

**Citar como:** Villanueva Dávila, J. E., & Ríos López, C. A. (2021). Aplicación de un sistema de control por voz para reducir el esfuerzo del desplazamiento en silla de ruedas de personas con discapacidad . *Revista Científica De Sistemas E Informática*, 1(1), 51-57. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v1i1.93>

apreciar que el post test es menor al pre test. Es decir que existe una reducción del esfuerzo, empleado el prototipo mecánico con el sistema de control por voz.

Lo que nos lleva hacer referencia a la teoría planteada del esfuerzo por los doctores Cobos, Miguel Á y Cobos del Álamo, Blanca, (2009), en la que explican que el esfuerzo o también llamado ergometría es un procedimiento diagnóstico que evalúa la respuesta del corazón a un ejercicio físico. Esto implica el objetivo logrado en respuesta a los resultados promedios obtenidos entre el grupo de control y experimental en una diferencia de once 11 latidos. Así mismo estoy de acuerdo con Macedo M, Carlos, (2018), en parte de una de sus conclusiones hace referencia hacia la facilidad del desplazamiento sobre una superficie en base a un sistema lo que esto implica en la presente investigación la reducción del esfuerzo.

### Relación del esfuerzo del desplazamiento en silla de ruedas de personas discapacitadas en la Localidad de San Pablo y el sistema de control por voz.

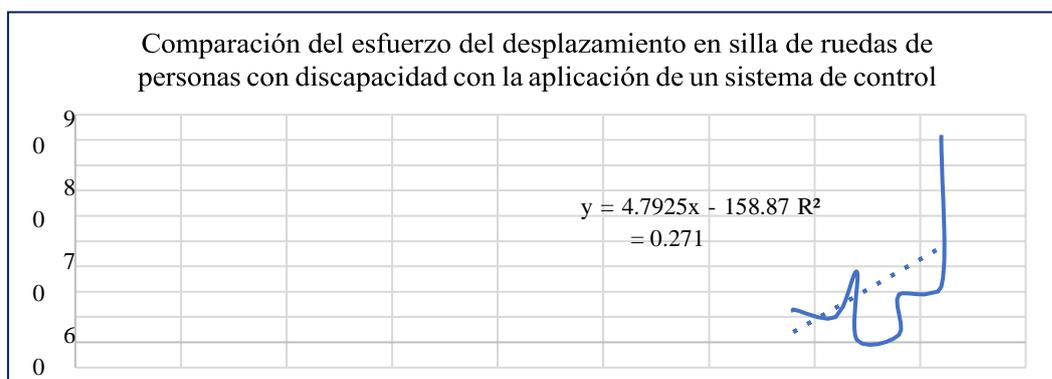
**Tabla 2**

*Relación del software y la prueba post test*

Muestras	Software Promedio	Post test Promedio
9	37.56	21.1

Los presentes datos obtenidos en la Tabla 2: Relación del software y el post test, cuyos datos son usados como coordenadas en el plano cartesiano para poder obtener el grado de relación existente entre ambos. Podemos apreciarlo en la **Fig.2:** Comparación del esfuerzo y la aplicación del sistema de voz.

Según Varela A, José (2014), dice que la implementación del circuito de control en la silla de ruedas permite monitorear y controlar las entradas de dicha silla desde un ordenador, teniendo a entradas de control la velocidad lineal y velocidad angular de forma similar a los robots móviles comerciales. Teniendo una similitud concorde a nuestra investigación dentro del sistema de control eléctrico, así mismo concuerdo con la Bach. Campos V, Kiara. (2016), en una de sus conclusiones en la que afirma la versatilidad en el uso de un celular de forma inalámbrica adopta de un control remoto casi universal.



**Figura 2.** Comparación del esfuerzo y la aplicación del sistema de voz

## 4 Conclusiones

Se puede afirmar que, se logró reducir el esfuerzo del desplazamiento en silla de ruedas de personas con discapacidad utilizando un sistema de control por voz, ya que, obtuvimos una reducción de 34.3% de diferencia de latidos entre post test y pre test, lo que implica el rechazo en la hipótesis nula, por lo tanto, aceptando la hipótesis alternativa que es “si, mediante la aplicación de un sistema de control por voz se logrará reducir el esfuerzo del desplazamiento en silla de ruedas de personas con discapacidad en la Localidad de San Pablo”.

Se evaluó el esfuerzo del desplazamiento en la silla de ruedas en la Localidad de San Pablo, teniendo como resultado en el pre test un promedio de 32.11 y en el post test en el que se aplicó el sistema de control por voz se tuvo un promedio de 21.11.

Se diseñó el prototipo del sistema de control por voz, aplicando una encuesta de nivel de Complejidad de uso del Software por el usuario, obteniendo un promedio de la nota en el rango de 1 – 45 de 37.55 y un promedio por pregunta de 4.17 equivalente a esta muy de acuerdo en un porcentaje de 83,4 %.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de la San Martín por el financiamiento recibido en el “concurso de proyectos de investigación para tesis a nivel de pregrado, financiado por la UNSM-T Periodo 2018”, a través del Instituto de Investigación y Desarrollo, aprobado con resolución N° 611-2018-UNSM/CU-R/NLU.

## Referencias bibliográficas

- Aguas García, Nancy. (1999). *Verificación de Pronunciación Basada en Tecnología de Reconocimiento de Voz para un Ambiente de Aprendizaje*. Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Universidad de las Américas Puebla, México.
- Altamirano M, Miguel A & Revilla P, Elio F. (2017). *Diseño y construcción del control de silla de ruedas motorizada basada en señales EEG para personas con severa discapacidad en el Hospital Regional de Lambayeque*. (UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO). Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/1230>
- Bach. Campos V, Kiara. (2016). *Diseño de acoplemeccatrónico para automatización de sillas de ruedas convencionales (Pontificia Universidad Católica del Perú)*. Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6443/AYARZA\\_JORGE\\_LUIS\\_ALGINATO\\_MACROSYSTIS.pdf?sequence](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6443/AYARZA_JORGE_LUIS_ALGINATO_MACROSYSTIS.pdf?sequence)

- Bertran Albertí, Eduard. (2006). *Procesado digital de señales Fundamentos para comunicaciones y control – I (EDICIONS U)*. Recuperado de [https://www.e-buc.com/portades/9788498802597\\_L33\\_23.pdf](https://www.e-buc.com/portades/9788498802597_L33_23.pdf)
- Carrillo, Alí J. (2011). *Sistemas automáticos de control fundamentos básicos de análisis y modelado*. 255. Recuperado de [http://150.185.9.18/fondo\\_editorial/images/PDF/CUPUL/SISTEMA DE CONTROL 1.pdf](http://150.185.9.18/fondo_editorial/images/PDF/CUPUL/SISTEMA DE CONTROL 1.pdf).
- CEPAL. (2012). *Discapacidad en América Latina y el Caribe, desafíos para las políticas públicas*. Noticia. <https://www.cepal.org/notas/74/Titulares2.html>.
- Contreras, Eybar F & Sánchez, Rolando. (2010). *Diseño y construcción de un banco de prácticas en motores eléctricos, como apoyo a la asignatura de Diseño de Maquinas II*. Tesis de Ingeniero Mecánico, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Dr. Cobos, Miguel Á & Dra. Cobos del Álamo, Blanca. (2009). *Libro de la salud cardiovascular del hospital clínico San Carlos y de la fundación BBVA (Nerea, S.)*. Recuperado de [https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE\\_2009\\_salud\\_cardiovascular.pdf](https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2009_salud_cardiovascular.pdf)
- INEI. (2012). *Primera encuesta especializada sobre discapacidad 2012. Marzo de 2014, p.588*. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1171/ENEDIS 2012 - COMPLETO.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1171/ENEDIS 2012 - COMPLETO.pdf)
- Macedo M, Carlos. (2018). *Análisis cinemático en el diseño conceptual de un mecanismo tipo clúster para el desarrollo de una silla de ruedas eléctrica con capacidad de ascenso en escaleras rectas (Pontificia Universidad Católica del Perú)*. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12489>
- OMAPET. (2018). Registro de personas discapacitadas en la localidad de San Pablo.
- OMS. (2017). *Discapacidad y salud. Noticia*. [online] Available at: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>
- REA. (2018). Definición de voz. Recuperado de <https://dle.rae.es/?id=c4LfLPC>
- Suazo B, Marcelo. (2013). *Diseño y análisis práctico de un sistema motorizado con control adaptable a una silla de ruedas estándar, para permitir mayor facilidad de desplazamiento a personas discapacitadas (Universidad Austral de Chile)*. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmficis939d/doc/bmficis939d.pdf>.
- Varela A, José. (2014). *Sistema de control automático para el posicionamiento de una silla de ruedas eléctrica*. (Universidad técnica de Ambato). Recuperado de [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7342/1/Tesis\\_t881id.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7342/1/Tesis_t881id.pdf).