



**DISEÑO DE UNA SILLA DE RUEDAS CON MECANISMO DE ORUGA QUE
FACILITE EL DESPLAZAMIENTO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD FISICA**

AUTOR:

ANDRES FELIPE PULIDO DE ARCO

**Trabajo de grado como prerrequisito para la obtención de grado de
Tecnólogo en Electromedicina**

Director(a):

RICARDO MENDOZA

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología En Electromedicina

Barranquilla

2022



Título

**DISEÑO DE UNA SILLA DE RUEDAS CON MECANISMO DE ORUGA QUE
FACILITE EL DESPLAZAMIENTO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD**

Autores:

ANDRES FELIPE PULIDO DE ARCO

Director(a):

RICARDO MENDOZA

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología En Electromedicina

Barranquilla

2022

ÍNDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT.....	5
INTRODUCCION	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
OBJETIVOS	9
JUSTIFICACION	10
MARCOS DE REFERENCIA.....	¡Error! Marcador no definido.
MARCO TEORICO.....	11
MARCO CONCEPTUAL	12
METODOLOGIA	14
Diseño	14
Materiales y métodos	14
Procedimiento	15
RESULTADOS.....	17
DISCUSION (ANALISIS DE RESULTADOS).....	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS.....	31

RESUMEN

En esta investigación se planteó el desarrollar el diseño de una silla de ruedas con un mecanismo específico el cual fuera apto para subir diferentes superficies con distintos grados de elevación. Esto con el fin de poder transportar y ayudar a una persona con discapacidad física en estos desplazamientos.

El proyecto es de carácter cualitativo por lo que la metodología es de igual manera cualitativa con un estudio de teoría fundada, donde se recopila la información para poder trabajar en el tema de interés, que en este caso es el diseño de la silla de ruedas. Las variables utilizadas fueron sensoriales, como la observación y recopilación de los datos.

En los resultados se pudo ver el diseño de la silla y el mecanismo de oruga propuesto el cual permitió la tracción necesaria y deseada para su funcionamiento, este mecanismo funcionó en las diferentes superficies implementando distintos grados de inclinación en cada una de ellas para que su evaluación fuera efectiva.

Dicho esto, se pudo observar las diferentes utilidades del diseño propuesto, cumpliendo los objetivos a investigar y respondiendo a la pregunta problema, dando como terminado el proyecto.

ABSTRACT

In this research, it was proposed to develop the design of a wheelchair with a specific mechanism that would be suitable for climbing different surfaces with different degrees of elevation. This is to be able to transport and help a person with a physical disability in these displacements.

The project is qualitative, so the methodology is equally qualitative with a grounded theory study, where information is collected to be able to work on the topic of interest, which in this case is the design of the wheelchair. The variables used were sensory, such as observation and data collection.

In the results it was possible to see the design of the chair and the proposed caterpillar mechanism which allowed the necessary and desired traction for its operation, this mechanism worked on the different surfaces implementing different degrees of inclination in each one of them so that its evaluation was effective.

That said, it was possible to observe the different utilities of the proposed design, fulfilling the objectives to be investigated and answering the problem question, giving the project as finished.

INTRODUCCION

La discapacidad física puede surgir de distintas formas, puede ser un defecto congénito de nacimiento o por causa de algún accidente, así como también por diferentes razones que nos llevan a considerar el gran número de personas que hoy en día sufren de alguna discapacidad física que limita o elimina totalmente la movilidad, dificultando así el poder desplazarse de una manera correcta a un ser humano.

Tomando en cuenta estas consideraciones se pensó una solución que lograra devolver la movilidad a las personas que la han perdido y con esto en mente el ser humano se propuso crear un invento que lograra cumplir con lo que se buscaba.

Durante la historia se ha visto que la humanidad ha atravesado por grandes adversidades, evolucionando día tras día. Hace 500 años el que una persona padeciera una discapacidad física jamás hubiera llegado a idealizar poder volver a moverse; hoy en día gracias a la tecnología es posible. Las sillas de ruedas se inventaron con el fin de que una persona inmóvil pudiera tener la oportunidad de mejorar su calidad de vida e incluso hacer sus tareas diarias.

Habiendo creado este dispositivo se logró solucionar parcialmente el problema de movilidad que presentan las personas con discapacidad física, sin embargo, se encontraron limitaciones. A pesar de que la silla de ruedas fue útil, esta no podía ser operada al cien por ciento por las personas que presentaban la discapacidad sin ninguna ayuda externa, es decir, no podían realizar el torque necesario para movilizarse por sí mismas. Por lo que con este proyecto se busca plantear un mecanismo el cual facilite a una persona con discapacidad física el poder movilizarse mediante una silla de ruedas electrónica en diferentes superficies.

En este proyecto se buscará crear un diseño-prototipo a escala de una silla de ruedas el cual será una solución para los problemas de movilidad que presenten las personas con discapacidad física. El proyecto tiene como fin determinar si este dispositivo podrá lograr solucionar problemas de movilidad que presentan las actuales sillas de ruedas y pueda beneficiar la calidad de vida de las personas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como es bien sabido las sillas de ruedas que se usan comúnmente en la actualidad no son capaces por si solas de transportar a una persona de manera autónoma por superficies elevadas. Durante muchos años se ha observado dentro de la sociedad como estas personas tienen que hacer un mayor esfuerzo a la hora de moverse, y como es difícil para ellas continuar con su vida cotidiana ya que se sabe que es necesario el desplazamiento de las personas para que puedan cumplir con diversas actividades, no solo físicas sino laborales o estudiantiles.

Se sabe que una persona la cual utilice este medio de transporte generalmente necesita de una persona externa la cual le ayude a poder desplazarse hacia ciertos lugares, ya que en su mayoría no cuenta con la fuerza necesaria para realizar este trayecto por si sola.

Por lo tanto, surge la motivación de crear este proyecto de investigación, el cual cumpla con el propósito de realizar una silla de ruedas que pueda cumplir la función de llevar a una persona con discapacidad física hacia un nivel superior y que pueda tener una mejor calidad de vida, ya que sería una gran facilidad para ellos el poder transportarse.

Tomando esta información en cuenta se plantea la siguiente pregunta problema, ¿Es posible realizar el diseño de una silla de ruedas la cual ayude a solucionar los problemas de movilidad en personas que presenten discapacidad física en el tren inferior?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un diseño de una silla de ruedas que facilite el desplazamiento de una persona que padezca discapacidad física, en diferentes tipos de superficies utilizando un mecanismo de banda de rodamiento para la mejora de su locomoción.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Elaborar un prototipo a escala de la silla de ruedas que sea completamente funcional.
2. Implementar un circuito eléctrico que cumpla con los requerimientos propuestos.
3. Realizar pruebas de funcionamiento estructural y electrónico del prototipo final.

JUSTIFICACION

Se plantea esta temática porque se conoce la dificultad que presentan las personas con discapacidad física para poder transportarse a lugares que tienen cierto ángulo de inclinación con respecto al suelo.

Se diseñará una nueva forma de mecanismo de tracción capaz de trasladarse mediante un mecanismo innovador por superficies con diferentes obstáculos lo cual repercutirá directamente en los ámbitos personal, económico y tecnológico.

Este proyecto representa una forma de ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad física en el tren inferior, ofreciéndoles una alternativa para poder desplazarse de manera autónoma empleando la tecnología al servicio de la salud.

Con esto planteado, se buscará lograr una medida innovadora que nos permita aportar a la solución de un problema que se presenta cotidianamente en la sociedad.

MARCO TEORICO

El primer modelo de silla de ruedas data de la época del renacimiento europeo creada por un inventor desconocido para el Rey Felipe II De España el cual estuvo inmovilizado más de una década debido a la artrosis y artritis por microcristales (gota). El primer diseño consistió en la combinación de un sillón convencional con ruedas en las patas, agregándole reposa pies para mejorar la comodidad del rey.

Con el paso del tiempo, y el avance de las tecnologías en las diferentes épocas este invento se fue optimizando y mejorando, pero no fue hasta 1869 que se oficializo el mecanismo de ruedas grandes en la parte de trasera y ruedas pequeñas en la parte delantera de la silla como se conoce hoy en día. En esta época se realizaron muchos avances que permitieron la mejora de la silla en cuestiones de estructura y comodidad.

Actualmente, se ha implementado los beneficios de la electrónica como medio de mejora a este invento buscando la automatización del uso de la silla rueda buscando mejorar aspectos como la comodidad, seguridad y funcionalidad de las sillas de ruedas.

En Colombia, existen muchos modelos de sillas de ruedas que utilizan la electrónica para mejorar su diseño mediante motores que logren un impulso a la hora de realizar la tracción las cuales pueden ser operadas por el mismo usuario de la silla sin necesidad de ayuda externa, por lo cual se aplica a este proyecto.

MARCO CONCEPTUAL

Ruedas de Oruga: “es un dispositivo indicado para el transporte de máquinas pesadas, utilizado principalmente en vehículos pesados como tractores, excavadoras o tanques, permitiendo un desplazamiento estable sobre terrenos irregulares” (*¿Cómo Funciona La Rueda de Oruga?*, 2015).

Centro de masa: “el centro de masa es una posición definida en relación con un objeto o a un sistema de objetos. Es el promedio de la posición de todas las partes del sistema, ponderadas de acuerdo con sus masas” (*Khan Academy*, 2022).

Giroscopio: “disco que, en movimiento de rotación, conserva su eje invariable, aunque cambie la dirección de su soporte” (ASALE & RAE, 2021).

Motor paso a paso: “es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control” (*Motor Paso a Paso – Tipos Y Ejemplos Del Uso de Motores Paso a Paso*, 2020).

Motorreductor: “se conoce como motorreductor a una máquina muy compacta que combina un reductor de velocidad y un motor. Estos van unidos en una sola pieza y se usa para reducir la velocidad de un equipo de forma automática” (*Motorreductores: Cómo Funcionan Y de Qué Elementos Están Compuestos - Roydisa, 2019*).

Mecanismo de Banda: “son mecanismos que se usan cuando la distancia entre las poleas, conducida y motriz, es demasiado larga; su banda es un elemento flexible que transmite el movimiento por medio de rozamientos, o a través de la sincronía con un elemento llamado sprocket” (*Los 6 Tipos de Mecanismos de Transmisión, 2021*).

Circuito eléctrico: “un circuito es una interconexión de componentes eléctricos que transportan la corriente eléctrica a través de una trayectoria cerrada” (*Electrónica Online, 2022*)

Discapacidad Física: Según la Organización Mundial de la Salud esta se define como “aquella que ocurre al faltar o quedar muy poco de una parte del cuerpo, lo cual impide a la persona desenvolverse de la manera convencional” (OMS, 2022).

Locomoción: La Real Academia de la Lengua Española define la locomoción como “El desplazamiento de un lugar a otro” (Real Academia de la Lengua Española, 2022).

METODOLOGIA

Diseño

Se realizó un estudio de teoría fundamentada con enfoque cualitativo este consiste, en que los investigadores recopilan los datos suficientes para poder trabajar en el tema en interés, que en este caso es el desarrollo y diseño de una silla de ruedas la cual pueda facilitar el desplazamiento de la persona que sufren alguna discapacidad física.

Las variables del estudio son cualitativas utilizando habilidades sensoriales, como la observación y el análisis de los diferentes escenarios empleados para que la silla cumpla su función.

Materiales y métodos

En este trabajo se utilizó el método de recolección de información por observación en el cual los investigadores se encargaron de analizar los procesos que intervienen dentro de este contexto. Se utilizó instrumentos de medición para determinar cómo se pudo solucionar un

problema cotidiano de movilidad en personas con discapacidad física, como herramientas del proyecto se decidió usar dos mecanismos ya creados (silla de ruedas y ruedas oruga) para crear un dispositivo que permita realizar un desplazamiento en distintos tipos de terreno.

Procedimiento

Primero se realizó un diseño digital del funcionamiento mecánico y eléctrico el cual indico lo que sería necesario para la silla de ruedas de manera que pudiera proseguir con su correcto funcionamiento. Se emplearon 2 semanas para su desarrollo y se utilizó el software Blender. Durante 5 días, se hizo un proceso de investigación donde se averiguaron los costos de los materiales presentes en el diseño con diferentes tipos de proveedores, luego se compararon y se eligió la mejor opción.

Tras la elección de los materiales, la creación de la estructura con las medidas estipuladas en su diseño. Para este proceso se buscó realizar la estructura en madera, realizando cortes mediante una sierra eléctrica y usando lijas para su mejor detallado lo cual tomo 2 días.

El proceso de ensamblado y pintado de la estructura vino después tomando un largo de 3 días, para este proceso se implementó el diseño desarrollado anteriormente de manera digital y mediante del uso de herramientas de construcción (Martillo, Clavos, Pinzas, Taladro, etc.) se construyó la estructura. Se realizó la implementación de los circuitos eléctricos y su posterior programación, esta tuvo un largo de 14 días, para este proceso se realizaron las conexiones

correspondientes y se soldaron de forma que quedaran fijas, luego se realizó la programación el software de Arduino para realizar los diferentes movimientos que necesita este dispositivo.

Como último paso se realizaron las pruebas correspondientes a cada parte del dispositivo tomando 5 días en esta fase se realizaron diferentes tipos de pruebas, tanto de estructura como de circuitos y programación en la que se buscó identificar los errores y posibles errores que pudiera presentar el dispositivo. Por último, el enfoque que se implementó es de carácter cualitativo ya que se demuestran todas las características del diseño a construir.

RESULTADOS

Para concluir esta investigación se presentan los resultados los cuales muestran la finalización paso a paso del proyecto cumpliendo los objetivos específicos y respondiendo a la pregunta problema. Como se puede observar en las siguientes imágenes se muestra el proceso manual y digital de la construcción de la silla de ruedas con los respectivos materiales empleados en su creación.

En el proceso de creación del prototipo de la silla de ruedas se hicieron diferentes cálculos para determinar el tamaño de las piezas, ángulos necesarios y sus distintos mecanismos de funcionamiento, también se hizo uso de códigos de programación para el funcionamiento electrónico.

Como prueba de su eficiencia la silla de ruedas fue utilizada en diferentes superficies cada una de estas con un grado de inclinación mayor demostrando que el diseño, estructura y mecanismo de la silla si son capaces de cumplir su función a cabalidad, demostrando que en un futuro este diseño si pudiese cargar con una persona la cual padezca de discapacidad física. Haciendo su vida cotidiana más fácil.

Imagen #1 -Diseño de la silla de ruedas en 3D



En esta fase se diseñó el proyecto usando un software de esculpido en 3D, blender, con el cual se logró realizar un diseño de la estructura utilizando la unión de una silla de ruedas convencional con un mecanismo de ruedas de orugas el cual fue la base principal en la que se basó el proyecto, también se realizó una animación 3D para realizar la simulación de los mecanismos principales de la silla y tener en cuenta el cómo realizaría diferentes movimientos específicos de su funcionamiento.

Imagen #2 -Cortado de piezas



Las piezas definidas en el diseño se cortaron con una hoja de cegueta en madera MDF, se realizaron los cortes manuales siguiendo las dimensiones planteadas anteriormente en el diseño de la silla de ruedas, como guía se usaron figuras 3D para obtener la pieza indicada que nos permitirá hacer un ensamble perfecto del mecanismo.

Imagen #3 - Lijado de piezas



Luego de los cortes se realizó un lijado del total de las piezas para la obtención de piezas con las medidas precisas y con superficies completamente planas sin ningún tipo de rugosidad los que nos permitió realizar un ensamblado más exacto entre todas las piezas de la estructura.

Imagen #3 -Ensamble de piezas



Para el ensamble de la estructura básica de la silla que soportara el peso se realizó la union de las piezas mediante clavos y se usó Colbon especializado para maderas entre las partes para fijar cada una de las partes de la estructura de la silla de ruedas además de esto usamos una capa de gota mágica para que la fijación fuese más fuerte y prevenir posibles rupturas de la estructura.

Imagen #4 -Ensamble de estructura



Se hizo uso del taladro con una broca de medida 1/16 para realizar la perforación a travez de la madera por donde pasaron cada uno de los clavos que fijaron la estructura y ejercieron la función de soporte y unión en la estructura.

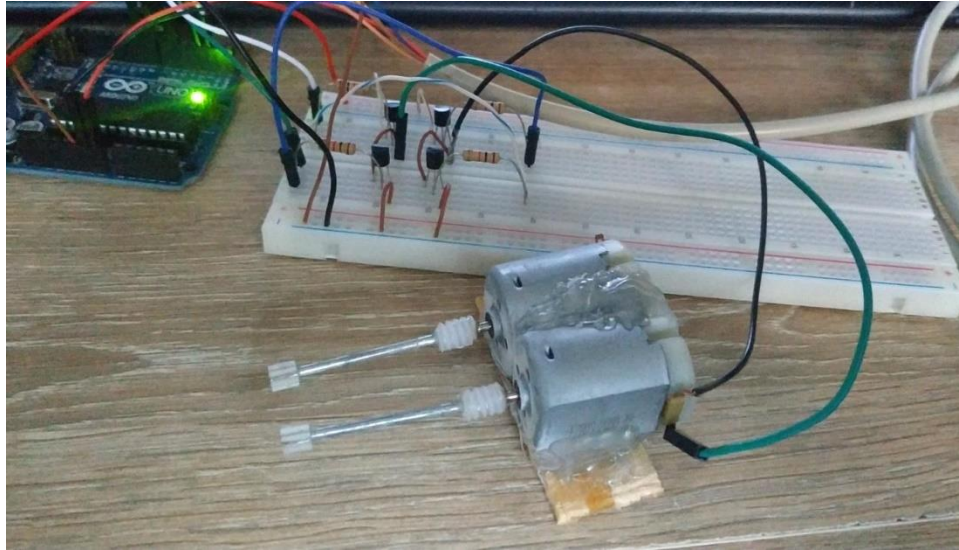
Imagen #5- Adición de pegamento



Para reforzar la estructura y evitar cualquier daño directo se utilizó Colbon de madera marca “Colbon” para sellar las uniones de las piezas y los orificios por donde entraron los clavos en la estructura.

También se usó de gota mágica marca “Infinita” para mejorar la unión de las piezas de la silla de ruedas.

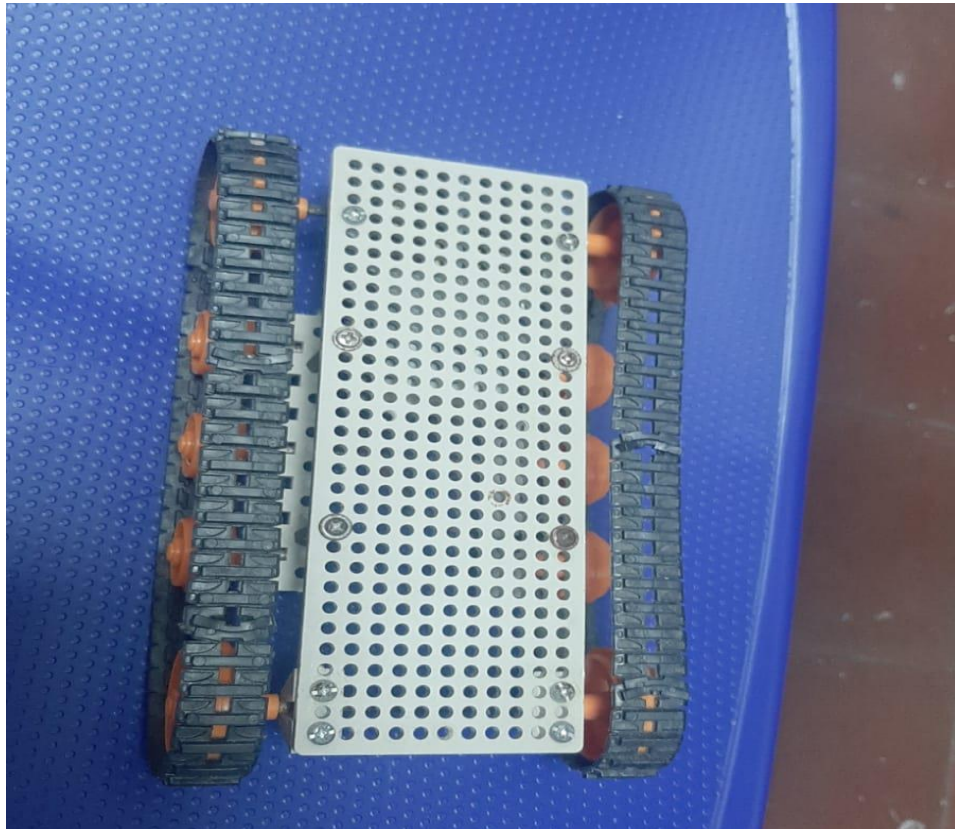
Imagen #6 -Elaboración de circuitos



En esta fase se realizaron todos los procesos de programación, ensamblado y organización de los circuitos eléctricos.

Se uso una protoboard para realizar las pruebas de funcionamientos de los códigos y de los componentes electrónicos, también se realizó la programación correspondiente para el funcionamiento en el software de Arduino utilizando códigos bases para funciones específicas como: el movimiento de las ruedas, la inclinación, corrección de ángulo, etc.

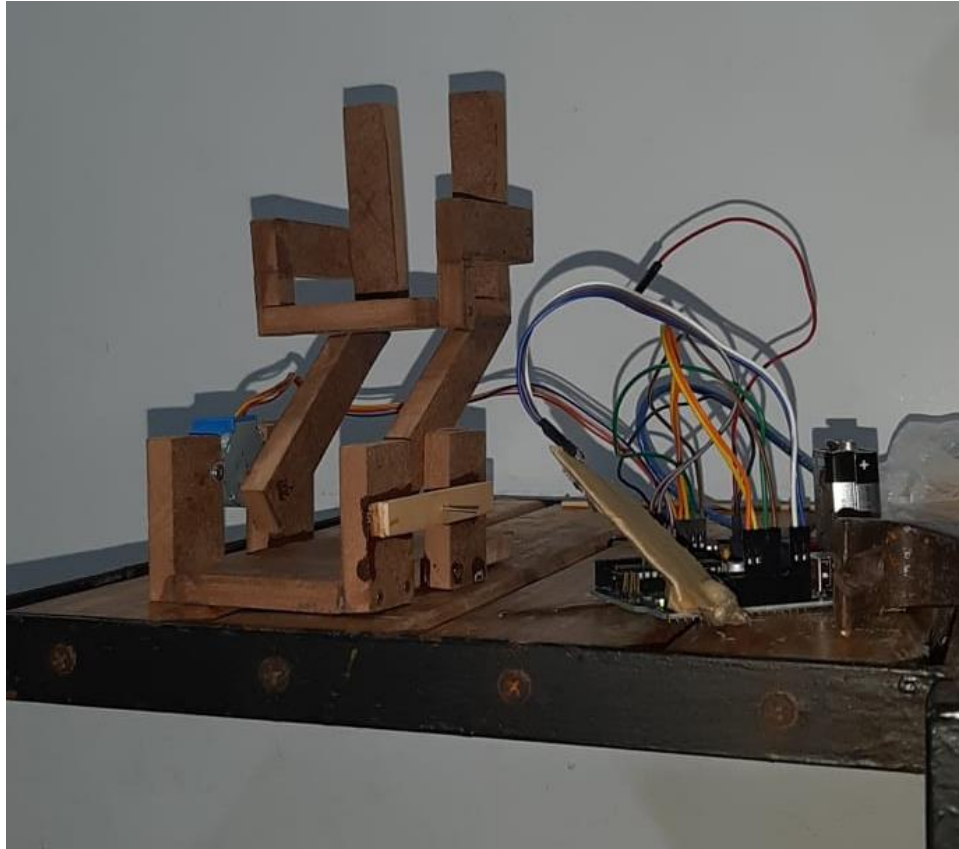
Imagen#7 -Ruedas de oruga



Se ensamblo el equipo de ruedas de oruga que nos permitirá realizar la movilidad de la silla de ruedas.

En esta etapa se hizo uso de un juego de ruedas de oruga marca tamiya modelo 70100 como mecanismo para la tracción de la silla, usando el instructivo de armado se ensamblaron y se comprobó su funcionamiento.

Imagen #8 -Estructura final del prototipo



Se realizó la unión final entre la estructura mecánica y la parte electrónica, también se montó encima de la estructura de ruedas de oruga y se realizaron pruebas de funcionamiento tanto de la estructura como de la parte eléctrica para verificar su propósito y asegurarse que no hubiera ninguna falla.

DISCUSION (ANALISIS DE RESULTADOS)

El primer problema fue el ensamblado de las piezas de madera, las cuales al ser muy pequeñas no aguantaban la fuerza de un martillo y terminaba agrietando este material, la forma en la cual se le encontró solución a este inconveniente fue perforando con una broca de tamaño (xxx) para abrir el agujero y que el clavo pudiera entrar sin ningún problema.

Luego se notó que con solo los clavos la estructura no quedaba totalmente asegurada por lo que se decidió usar pegamento de madera y gota mágica para fijar de mejores maneras sus partes.

Seguido a esto, se observó un problema con los motores debido a que no se encontró ningún motor que se acoplara a la estructura de las ruedas de orugas por lo que se procuró a hacer una adaptación a la estructura, colocando unos pasadores que permitieran solucionar este problema colocando un pasador con un engranaje en la punta que será lo que hará contacto con los engranes de la estructura de la rueda de orugas.

Después el siguiente problema fue que dentro de la estructura del brazo que se encargaría del movimiento de la silla se encontró que los brazos eran muy pequeños para acoplar el motor dentro de el por lo que toco adaptar la estructura para que los motores se pudieran atornillar y así reducir los brazos en un 40% de ancho.

El siguiente problema que hubo fue que la estructura no quedo correctamente ensamblada por lo que se dañaron alguna de sus piezas y toco volver a rediseñar la estructura para lograr acoplarla perfectamente.

El siguiente problema fue que los motores no tenían la suficiente fuerza como para soportar el peso de la estructura por lo que toco cambiar los motores a motorreductores que permitieran obtener una mayor fuerza a la hora de sostener la silla.

A la hora de realizar el movimiento de la silla en sus pruebas de funcionalidad se notó que la fricción entre el brazo de la silla y la estructura impedía el correcto funcionamiento de la angulación de los motores por lo cual no lograba ajustar el centro de masa de forma correcta así que toco lijar las partes inferiores de la silla para reducir lo máximo posible la fricción.

También se tuvo el problema de que la programación fallo y los motores presentaron problemas en la sincronización de las direcciones donde para realizar los movimientos de derecha o izquierda un motor debía moverse mientras que el otro debía quedarse quieto simultáneamente, se notó que a la hora de mandar la señal ambos motores se quedaban quietos y en otros casos ambos motores ejecutaban la señal por lo que se revisó el código y corregir lo que estaba fallando en la programación.

Para finalizar, el ultimo problema que se presento fue la adhesión de la pintura a la madera la cual por usar pintura que no era la adecuada para madera, no se adhirió de manera correcta y se corría de la estructura, se compró pintura para madera para poder realizar el pintado correcto.

CONCLUSIONES

Como se tenía previsto, este proyecto se realizó mediante los lineamientos definidos en los objetivos cumpliéndolos en su totalidad. Como cierre total de este proyecto se pudo realizar distintos análisis y evaluaciones:

De este proyecto se concluye que es posible mediante nuevas tecnologías lograr realizar acciones que antes no se creían posibles como lo es devolverle la capacidad de movilidad a una persona que antes no la tenía debido a alguna discapacidad física.

Lo importante, que se puede lograr combinando tecnologías con las cuales se puede lograr crear un dispositivo nuevo e innovador que logre unir dos funciones de manera exitosa. Esto nos demuestra que el proceso de ingeniería cumple una muy importante función en el ámbito de la salud de los seres humanos ya que se puede utilizar para mejorar en gran medida la calidad de vida de las personas.

RECOMENDACIONES

Mis recomendaciones para futuros proyectos de investigación que busquen abordar esta temática es que persigan el lograr implementar mejores tecnologías en conjunto a otros principios físicos que permitan mejorar el diseño, funcionalidad y eficacia del dispositivo.

Se recomienda la creación de este dispositivo a escala real para el uso de las personas con discapacidad física.

Se recomienda el uso de diferentes softwares tanto de programación como de animación 3D que son totalmente gratis y muy intuitivos en su uso (Blender, App Inventor, Fusión 360, etc.)

REFERENCIAS

Cervantes, C. C. V. (s/f). *CVC. Diccionario de términos clave de ELE. Metodología cualitativa.*

Recuperado el 11 de noviembre de 2022, de https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/metodologiacualitativa.htm

Administración de sillas de ruedas a personas con discapacidad alrededor del mundo,

<http://www.motivation.org.uk/>

Ruedas oruga: ¿qué beneficios tienen y cuáles son los tipos que hay?. (2019). Retrieved 11 November 2022, from <https://www.topgear.es/noticias/offroad/ruedas-oruga-beneficios-tienen-cuales-son-tipos-hay-541151>

Electric wheelchair. (2022). Retrieved 11 November

2022, from <https://www.britannica.com/technology/electric-wheelchair>

Motores paso a paso: características básicas | Robots Didácticos. (2014). Retrieved 11 November 2022, from <https://robots-argentina.com.ar/didactica/motores-paso-a-paso-caracteristicas-basicas/>

Motorreductores: Cómo funcionan y de qué elementos están compuestos - Roydisa. (2019). Retrieved 11 November 2022, from <https://www.roydisa.es/archivos/5419#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20motorreductor%3F,un%20equipo%20de%20forma%20autom%C3%A1tica.>

Control de motores de corriente continua con Puente H | Robots Didácticos. (2014). Retrieved 11 November 2022, from <https://robots-argentina.com.ar/didactica/control-de-motores-de-corriente-continua-con-puente-h/>

(2022). Retrieved 11 November 2022, from https://www.mintrabajo.gob.gt/images/Servicios/DEL/Informe_del_Empleador/Clasificaci%C3%B3n-CIF-Tipos-de-Discapacidad_CIF.pdf

Estapé, J., & Estapé. (2020). Cintas de oruga para convertir las sillas de ruedas en un todoterreno. Retrieved 11 November

2022, from <https://computerhoy.com/noticias/life/sillas-ruedas-todoterreno-581547>

Controladores básicos (Drivers). – Electrónica Práctica Aplicada. (2013). Retrieved 11 November 2022, from <https://www.diarioelectronico hoy.com/blog/controladores-basicos-drivers>

Introducción al giroscopio. (2022). Retrieved 11 November 2022, from https://www.5hertz.com/index.php?route=tutoriales/tutorial&tutorial_id=13

Historia de la silla de ruedas - Karma Mobility España. (2020). Retrieved 11 November 2022, from [https://www.karmamobility.es/2020/04/historia-de-la-silla-de-ruedas/#:~:text=La%20primera%20silla%20de%20ruedas%20conocida%20\(inventada%20en%201595%20y,un%20chasis%20de%20tres%20ruedas.](https://www.karmamobility.es/2020/04/historia-de-la-silla-de-ruedas/#:~:text=La%20primera%20silla%20de%20ruedas%20conocida%20(inventada%20en%201595%20y,un%20chasis%20de%20tres%20ruedas.)

¿Qué es es centro de masa? (artículo) | Khan Academy. (2022). Retrieved 11 November 2022, from <https://es.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/center-of-mass/a/what-is-center-of-mass#:~:text=El%20centro%20de%20masa%20es,se%20ubica%20en%20el%20centroide.>

¿Qué son las bandas/correas transmisoras de potencia y como se diseñan? Ingeniería y mecánica automotriz. (2020). Retrieved 11 November 2022, from <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-son-las-bandas-correas-transmisoras-de-potencia-y-como-se-disenan/>

(2022). Retrieved 11 November 2022, from <https://core.ac.uk/download/pdf/30046807.pdf>

Motivation. (2022). Retrieved 11 November 2022, from <https://www.motivation.org.uk/>

Free Wheelchair Mission | Mission & Values. (2017). Retrieved 11 November 2022, from <https://www.freewheelchairmission.org/mission-values/>

(2022). Retrieved 11 November 2022, from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49470/1/B-CINT-PTG-N.576%20Navas%20Esp%C3%ADn%20Bryan%20David.pdf>

(2022). Retrieved 11 November 2022, from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/boletines-poblacionales-personas-discapacidadI-2020.pdf>

Tecnologías para el desarrollo de prototipos para inventores. (2018). Retrieved 11 November 2022, from <https://promoingenio.com/nuevas-tecnologias-aplicadas-al-desarrollo-de-prototipos-y-pre-series-para-inventores/>

Controla un motor paso a paso con Arduino • AranaCorp. (2019). Retrieved 11 November 2022, from <https://www.aranacorp.com/es/controla-un-motor-paso-a-paso-con-arduino/>

Tutorial MPU6050, Acelerómetro y Giroscopio. (2022). Retrieved 11 November 2022, from https://naylampmechatronics.com/blog/45_tutorial-mpu6050-acelerometro-y-giroscopio.html

Tutorial Arduino: Entradas (2): Botones. (2015). Retrieved 11 November 2022, from <https://openwebinars.net/blog/tutorial-arduino-entradas-2-botones/>

Federación Española de Ortesistas Protesistas (FEDOP), Adaptación de sillas de ruedas, 30/04/2009

Organización de las Naciones Unidas (ONU), Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad de las Naciones Unidas, 2008

ANEXOS

Anexo A. código giroscopio acelerómetro

```
// Librerías I2C para controlar el mpu6050
// la librería MPU6050.h necesita I2Cdev.h, I2Cdev.h necesita Wire.h
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"
#include "Wire.h"

// La dirección del MPU6050 puede ser 0x68 o 0x69, dependiendo
// del estado de AD0. Si no se especifica, 0x68 estará implícito
MPU6050 sensor;

// Valores RAW (sin procesar) del acelerómetro y giroscopio en los ejes x,y,z
int ax, ay, az;
int gx, gy, gz;
```

```
void setup() {  
  
  Serial.begin(57600); //Iniciando puerto serial  
  
  Wire.begin();      //Iniciando I2C  
  
  sensor.initialize(); //Iniciando el sensor  
  
  
  if (sensor.testConnection()) Serial.println("Sensor iniciado correctamente");  
  
  else Serial.println("Error al iniciar el sensor");  
  
}  
  
void loop() {  
  
  // Leer las aceleraciones y velocidades angulares  
  
  sensor.getAcceleration(&ax, &ay, &az);  
  
  sensor.getRotation(&gx, &gy, &gz);  
  
  
  //Mostrar las lecturas separadas por un [tab]  
  
  Serial.print("a[x y z] g[x y z]:\t");  
  
  Serial.print(ax); Serial.print("\t");  
  
  Serial.print(ay); Serial.print("\t");  
  
  Serial.print(az); Serial.print("\t");  
  
  Serial.print(gx); Serial.print("\t");  
  
  Serial.print(gy); Serial.print("\t");  
  
  Serial.println(gz);  
  
}
```

```
    delay(100);  
}
```

Repasemos las funciones de la librería utilizada en este ejercicio.

Inicialmente como se indico es necesario incluir las siguientes 3 librerías

```
#include "I2Cdev.h"
```

```
#include "MPU6050.h"
```

```
#include "Wire.h"
```

Posteriormente crear la variable u objeto para el MPU6050, que en nuestro caso tiene el nombre de: “sensor”

```
MPU6050 sensor;
```

En este caso la dirección I2c es 0x68, pero si deseamos trabajar con otra dirección debemos modificar la linea anterior:

```
MPU6050 sensor(0x69);
```

Posteriormente en el void loop() inicializamos tanto la comunicación I2C como el MPU6050 y en nuestro caso la comunicación serial puesto que la usaremos más adelante:

```
Serial.begin(57600); //Iniciando puerto serial  
  
Wire.begin(); //Iniciando I2C  
  
sensor.initialize(); //Iniciando el sensor
```

Al inicializar el sensor, los rangos por defecto serán:

- acelerómetro -2g a +2g

- giroscopio: -250°/sec a +250°/sec

Teniendo en cuenta que la resolución de las lecturas es de 16 bits por lo que el rango de lectura es de -32768 a 32767.

En el void loop() realizamos las lecturas y las guardamos en sus variables respectivas, esto se hace con las siguientes funciones:

```
sensor.getAcceleration(&ax, &ay, &az);  
  
sensor.getRotation(&gx, &gy, &gz);
```

Anexo B. Código de llantas de oruga

```
// Motor A
int ENA = 6;
int IN1 = 13;
int IN2 = 12;

// Motor B
int ENB = 5;
int IN3 = 11;
int IN4 = 10;

int vel = 200;

void setup()
{
  Serial.begin(9600) ;

  // Declaramos todos los pines como salidas
  pinMode (ENA, OUTPUT);
  pinMode (ENB, OUTPUT);
  pinMode (IN1, OUTPUT);
  pinMode (IN2, OUTPUT);
  pinMode (IN3, OUTPUT);
  pinMode (IN4, OUTPUT);
}
```

```
void loop()
{
  // Motor gira en un sentido
  if (Serial.available())
  switch (Serial.read())
  {
    case 'F':
      Adelante();
      break;
    case 'B':
      Atras();
      break;
    case 'R':
      Derecha();
      break;
    case 'L':
      Izquierda();
      break;
    case 'S':
      Parar();
      break;
  }
}
```

Anexo C. código para los botones del control

```
int pulsador=0;           //almacena el estado del botón
int estado=0;             //0=led apagado, 1=led encendido
int pulsadorAnt=0;       //almacena el estado anterior del boton

/** Programa **/

void setup() {
  pinMode(2, OUTPUT);     //declaramos el pin 2 como salida
  pinMode(4, INPUT);     //declaramos el pin 4 como entrada
}

void loop() {
  pulsador = digitalRead(4); //lee si el botón está pulsado

  if((pulsador==HIGH)&&(pulsadorAnt==LOW)){ //si el botón es pulsado y antes no lo estaba
    estado=1-estado;
    delay(40);           //pausa de 40 ms
  }

  pulsadorAnt=pulsador; //actualiza el nuevo estado del boton
```

```
if(estados==1) {          //si el estado es 1
    digitalWrite(2, HIGH); //se enciende el led
}
else{                    //si el estado es 0
    digitalWrite(2, LOW);  //se apaga el led
}
}
```

Anexo D. codigo motor paso a paso

```
#define IN1 11
#define IN2 10
#define IN3 9
#define IN4 8
int Steps = 0;
int Direction = 0;
int number_steps=512;//= 2048/4
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
```

```
pinMode(IN1, OUTPUT);
pinMode(IN2, OUTPUT);
pinMode(IN3, OUTPUT);
pinMode(IN4, OUTPUT);
// delay(1000);
}
void loop()
{
//1 rotation counter clockwise
stepper(number_steps);
delay(1000);
//1 rotation clockwise
stepper(-number_steps);
delay(1000);
//Keep track of step number
for(int thisStep=0;thisStep<number_steps;thisStep++){
stepper(1);
}
delay(1000);
for(int thisStep=number_steps;thisStep>0;thisStep--){
stepper(-1);
}
delay(1000);
```

```
}  
void stepper(double nbStep){  
if(nbStep>=0){  
Direction=1;  
}else{  
Direction=0;  
nbStep=-nbStep;  
}  
for (int x=0;x<nbStep*8;x++){  
switch(Steps){  
case 0:  
digitalWrite(IN1, LOW);  
digitalWrite(IN2, LOW);  
digitalWrite(IN3, LOW);  
digitalWrite(IN4, HIGH);  
break;  
case 1:  
digitalWrite(IN1, LOW);  
digitalWrite(IN2, LOW);  
digitalWrite(IN3, HIGH);  
digitalWrite(IN4, HIGH);  
break;  
case 2:
```

```
digitalWrite(IN1, LOW);  
digitalWrite(IN2, LOW);  
digitalWrite(IN3, HIGH);  
digitalWrite(IN4, LOW);  
break;  
  
case 3:  
  
digitalWrite(IN1, LOW);  
digitalWrite(IN2, HIGH);  
digitalWrite(IN3, HIGH);  
digitalWrite(IN4, LOW);  
break;  
  
case 4:  
  
digitalWrite(IN1, LOW);  
digitalWrite(IN2, HIGH);  
digitalWrite(IN3, LOW);  
digitalWrite(IN4, LOW);  
break;  
  
case 5:  
  
digitalWrite(IN1, HIGH);  
digitalWrite(IN2, HIGH);  
digitalWrite(IN3, LOW);  
digitalWrite(IN4, LOW);  
break;
```

case 6:

```
digitalWrite(IN1, HIGH);
```

```
digitalWrite(IN2, LOW);
```

```
digitalWrite(IN3, LOW);
```

```
digitalWrite(IN4, LOW);
```

```
break;
```

case 7:

```
digitalWrite(IN1, HIGH);
```

```
digitalWrite(IN2, LOW);
```

```
digitalWrite(IN3, LOW);
```

```
digitalWrite(IN4, HIGH);
```

```
break;
```

default:

```
digitalWrite(IN1, LOW);
```

```
digitalWrite(IN2, LOW);
```

```
digitalWrite(IN3, LOW);
```

```
digitalWrite(IN4, LOW);
```

```
break;
```

```
}
```

```
delayMicroseconds(1000);
```

```
if(Direction==1){ Steps++;}
```

```
if(Direction==0){ Steps--; }
```

```
if(Steps>7){Steps=0;}
```

```
if(Steps<0){Steps=7; }
```

```
}
```

```
}
```