



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUBRIO CON MOTOR ELÉCTRICO PARA
EL MOVIMIENTO DE PERSONAS QUE UTILICEN SILLAS DE RUEDAS EN
EL CANTÓN LA MANÁ”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros
Electromecánicos.

AUTORES:

Fajardo Arévalo Milton Froilán

Pilaguano Montero Joffre Jesús

TUTOR:

Ing. M.Sc. Paredes Anchatipán Alex Darwin

**LA MANÁ-ECUADOR
AGOSTO-2022**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Fajardo Arévalo Milton Froilán y Pilaguano Montero Joffre Jesús, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación “IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUBRIO CON MOTOR ELÉCTRICO PARA EL MOVIMIENTO DE PERSONAS QUE UTILICEN SILLAS DE RUEDAS EN EL CANTÓN LA MANÁ”, siendo el MSc. Paredes Anchatipán Alex Darwin, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Fajardo Arévalo Milton Froilán
C.I: 1206026146



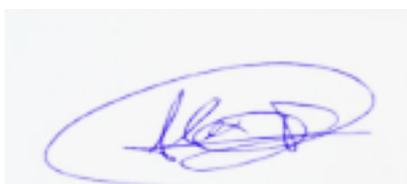
Pilaguano Montero Joffre Jesús
C.I: 0550030514

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUBRIO CON MOTOR ELÉCTRICO PARA EL MOVIMIENTO DE PERSONAS QUE UTILICEN SILLAS DE RUEDAS EN EL CANTÓN LA MANÁ” de: Fajardo Arévalo Milton Froilán y Pilaguano Montero Joffre Jesús, de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto 2022



MSc. Paredes Anchatipán Alex Darwin
C.I: 0503614935
TUTOR

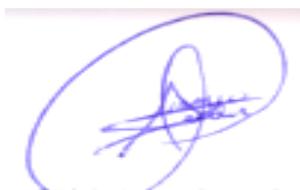
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, por cuanto los postulantes Fajardo Arévalo Milton Froilán y Pilaguano Montero Joffre Jesús, con el título de proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUBRIO CON MOTOR ELÉCTRICO PARA EL MOVIMIENTO DE PERSONAS QUE UTILICEN SILLAS DE RUEDAS EN EL CANTÓN LA MANÁ”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto 2022

Para constancia firman:



M. Sc. Hidalgo Osorio William Armando
C.I: 050265788-5
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



M. Sc. Trujillo Ronquillo Danilo Fabricio
C.I: 180354732-0
LECTOR 2 (MIEMBRO)



M. Sc. Morales Cevallos Jose Williams
C.I: 050267542-4
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, a mi familia, a cada una de las personas que forman parte de mi vida y me han ayudado a superar cada obstáculo para poder conseguir el objetivo tan anhelado.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a los maestros por habernos aportado con sus conocimientos, para lograr formar y fortalecer los míos

Milton

Joffre

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada primero a Dios que guio mis pasos día a día, a mi madre que con dedicación y amor me guio, me dio fuerzas para seguir adelante y alcanzar mis metas, a todos ellos que de una u otra manera influyeron en mi para poder alcanzar esta etapa de mi vida.

Dedico este proyecto a Dios, mi familia, a las personas por todo su amor, apoyo, y por creer en mí lo que me ha permitido llegar hasta este momento tan importante en mi vida.

Milton

Joffre

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUBRIO CON MOTOR ELÉCTRICO PARA EL MOVIMIENTO DE PERSONAS QUE UTILICEN SILLAS DE RUEDAS EN EL CANTÓN LA MANÁ”

Autor:

Fajardo Arévalo Milton Froilan

Pilaguano Montero Joffre Jesús

RESUMEN

En el presente proyecto consiste en proponer un diseño de un prototipo de manubrio con asistencia eléctrica acoplada a una silla de ruedas, con el fin de obtener un prototipo de carácter innovador. Principalmente se realiza un estudio basado en el tipo de medio de movilidad, se clasifican los tipos de sillas de ruedas según las normas establecidas, se destaca igual el entorno médico de los pacientes con deficiencia física enfocándose con énfasis la paraplejia, también se realiza un enfoque en el ámbito legal en las normas que están estipuladas a nivel nacional e internacional.

Una vez identificado los problemas se procede al diseño del dispositivo el cual se debe cumplir con las características técnicas y mecánicas, tiene que ser ergonómico y funcional. Para el diseño de nuestro proyecto se utiliza el software SolidWorks, el diseño se basa de manera percentil a los datos antropométricos de 23 personas ecuatorianas, en la cual se manejan características que se utilizara para el cálculo de fuerza junto con el diseño obtenido y poder adquirir buenos resultados permitiendo que solución sea aproximado a la realidad.

Finalmente se presenta un diagrama del proceso que detalla las fases de manufactura de construcción y ensamble del prototipo, además presenta un análisis de precios con el objetivo de examinar la facilidad de adquirir el equipo y la facilidad de construcción.

Palabras clave: paraplejia, antropología, percentil.

ABSTRACT

In the present project it consists of proposing a design of a prototype of a handlebar with electrical assistance coupled to a wheelchair, in order to obtain an innovative prototype. Mainly, a study based on the type of means of mobility is carried out, the types of wheelchairs are classified according to the established norms, the medical environment of patients with physical disabilities is equally highlighted, focusing with emphasis on paraplegia, an approach is also carried out in the legal field in the norms that are stipulated at national and international level.

Once the problems have been identified, the device is designed, which must comply with the technical and mechanical characteristics, it must be ergonomic and functional. For the design of our `project, SolidWorks software is used, the design is based in a percentile way on the anthropometric data of 23 Ecuadorian people, in which characteristics that will be used for the calculation of force are handled together with the obtained design and power. acquire good results allowing the solution to be close to reality.

Finally, a diagram of the process is presented that details the manufacturing phases of construction and assembly of the prototype, as well as a price analysis with the objective of examining the ease of acquiring the equipment and the ease of construction.

Keywords: paraplegia, anthropology, percentile.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
3.1. Justificación.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
4.1. Beneficiarios Directos	4
4.2. Beneficiarios Indirectos.....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
5.1. Planteamiento del problema	5
5.2. Delimitación del problema	5
6. OBJETIVOS.....	6
6.1. Objetivo General.....	6
6.2. Objetivos específicos.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1. Silla de ruedas.....	8
8.1.1. Silla de rueda comunes	8
8.1.2. Silla de rueda motorizada	8
8.3. Tipos de silla de ruedas	9
8.3.1. Sillas de ruedas manuales	9

8.3.2. Sillas de ruedas autopropulsadas	9
8.3.3. Sillas de ruedas no autopropulsadas	10
8.3.4. Sillas de ruedas eléctricas	10
8.3.5. Sillas eléctricas de interior.....	11
8.3.6. Sillas de ruedas eléctricas para exteriores	11
8.3.7. Sillas de ruedas eléctricas plegables	11
8.3.8. Sillas eléctricas ligeras.....	11
8.4. Partes de las sillas de ruedas eléctricas.....	12
8.4.1. Motores.....	12
8.4.2. Sistema de control	12
8.4.3. Baterías	12
8.5. Sillas de ruedas inteligentes.....	13
8.5.1. Silla de ruedas con sensor.....	13
8.5.2. Silla de ruedas con conexión GPS	13
8.5.3. Ruedas E-Motion.....	13
8.6. Base teórica.....	13
8.6.1. Transporte y movilidad urbana de usuarios de sillas de ruedas	13
8.6.2. Concepto de discapacidad física.....	14
8.7. Marco legal.....	14
8.7.1. Reglamento a la ley de transporte y tránsito y seguridad vial	14
8.8. Baterías	15
8.9. Características de una batería	16
8.10. Baterías para tener en cuenta	17
8.11. Bipedoestador	19
8.12. Sistemas de Control	20
8.12.1. Sistema de Control de lazo Abierto.....	22
8.12.2. Sistema de Control de Lazo Cerrado.....	23

8.13.	Componentes de un Sistema de Control.....	24
8.13.1.	Sensor	24
8.13.2.	Controlador.....	27
8.13.3.	Actuador	27
8.14.	La ingeniería en los sistemas de control.....	28
8.14.1.	Diseño por análisis.....	29
8.14.2.	Diseño por síntesis.....	29
8.15.	Fuente de Alimentación del Sistema	30
8.15.1.	Fuente Convencional	30
8.15.2.	Esquema de una fuente tradicional	30
8.15.2.1.	Fuente Conmutada.....	30
8.15.2.2.	Protecciones de entrada	31
8.15.2.3.	Filtro EMC.....	31
8.15.2.4.	Rectificador Primario	31
8.15.2.5.	Corrector de Factor de Potencia	31
8.15.2.6.	Filtro Primario	31
8.15.2.7.	Transistor.....	31
8.15.2.8.	Controlador.....	31
8.15.2.9.	Transformador	32
8.15.2.10.	Rectificador Secundario	32
8.15.2.11.	Filtro Secundario	32
8.15.2.12.	Estabilizador de Tensión	32
8.16.	Dispositivos lógicos de control.....	32
8.17.	Motores.....	32
8.17.1.	Constitución de un Motor.....	33
8.18.	Freno.....	34
8.18.1.	Freno electrico	34

8.18.2. Freno de disco.....	34
8.19. Cargador	34
9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS	36
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	36
10.1. Modalidad de la Investigación.....	36
10.1.1. Investigación bibliográfica	36
10.1.2. Investigación experimental.....	36
10.2. Tipos de investigación.....	36
10.2.1. Investigación aplicada	36
10.2.2. Investigación aplicada tecnológica.....	37
10.2.3. Investigación aplicada científica	37
11. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	37
11.1. Procesamiento y análisis de datos	37
12. DISEÑO DE UN MANUBRIO CON MOTOR ELÉCTRICO PARA EL MOVIMIENTO DE PERSONAS QUE UTILICEN SILLAS DE RUEDAS.....	38
12.1. Procedimiento de diseño.....	38
12.2. Procedimiento de las conexiones:.....	38
13. ETAPA DE INSTALACIÓN DEL MANUBRIO CON MOTOR ELÉCTRICO.....	39
13.1. Manual de instalación.....	41
13.2. Controles del E-Handcycle	47
13.3. Mantenimiento.....	49
13.4. La seguridad	49
13.5. Almacenamiento y transferencia	50
13.6. Normativas.....	50
14. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	51
14.1. Análisis de la silla de ruedas.....	51
14.2. Análisis de motores	52
14.3. Potencia del motor requerida.....	53
14.4. Tiempo de carga de la batería.....	54

14.5. Prueba de autonomía	55
15. IMPACTOS	56
15.1. Impacto técnico.....	56
15.2. Impacto social.....	56
16. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	58
17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
17.1. CONCLUSIONES.....	59
17.2. RECOMENDACIONES	59
18. BIBLIOGRAFÍA.....	60
19. ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos del proyecto	4
Tabla 2. Beneficiarios indirectos del proyecto	4
Tabla 3. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	7
Tabla 4. Técnicas e Instrumentos	37
Tabla 5. Detalles del dispositivo.....	40
Tabla 6. Peso total del sistema.....	52
Tabla 7. Datos del motor eléctrico seleccionado.....	53
Tabla 8. Tiempo de carga de la batería.....	54
Tabla 9. Tiempo de descarga en vacío.	54
Tabla 10. Tiempo de descarga con 80 kilogramos	55
Tabla 11. Tiempo de recorrido a iguales distancias.	55
Tabla 12. Presupuesto.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Silla de rueda convencional	8
Figura 2. Silla de ruedas motorizada	9
Figura 3. Esquema de bipedestación estática	20
Figura 4. Sistema de bipedestación dinámica.....	20
Figura 5. Sistema de control	22
Figura 6. Sistema de control lazo Abierto	23
Figura 7. Sistema de control lazo Cerrado	23
Figura 8. Actuador neumático	27
Figura 9. Sistema de fuente convencional	30
Figura 10. Motor de cubo de aleación de aluminio sin cepillo.....	34
Figura 11. Cargador a emplear en el proyecto.....	35
Figura 12. Circuito eléctrico general	39
Figura 13. Diagrama de flujo.....	39
Figura 14. Especificaciones del manubrio con motor eléctrico.....	41
Figura 15. Tubos frontales de la silla.....	42
Figura 16. Herramientas	42
Figura 17. Contenido	43
Figura 18. Instalación de las abrazaderas	44
Figura 19. Instalación de las abrazaderas	44
Figura 20. Adjuntado de las alas	45
Figura 21. Línea de seguridad	45
Figura 22. Instalación de la batería.....	46
Figura 23. Encendido.....	47
Figura 24. Manijas de freno izquierdo y derecho.....	48
Figura 25. Acelerador	48
Figura 26. Controlador	49
Figura 27. Desplazamiento máximo del modelo	51
Figura 28. Cálculo del factor de seguridad.....	51
Figura 29. Tiempo de carga de la batería	54
Figura 30. Tiempo de descarga sin esfuerzo.	54
Figura 31. Tiempo de descarga con 100-200 kilogramos	55
Figura 32. Tiempo de recorrido a distancias iguales.	56
Figura 33. Porcentaje de discapacidad física por grupos etarios en Ecuador.....	57
Figura 34. Grado de discapacidad física en Ecuador.....	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos del estudiante	67
Anexo 2. Datos del estudiante	68
Anexo 3. Hoja de vida del docente tutor.	69
Anexo 4. Ensamblado de manubrio con motor eléctrico.....	70
Anexo 6. Ensamblado y ajuste del sistema de acople	71
Anexo 7. Instalación de la batería	72
Anexo 8. Manubrio eléctrico ensamblado sin acoplamiento.....	73
Anexo 9. Soporte estructural	74
Anexo 10. Diseño de las agarraderas.....	75
Anexo 11. Diseño de las abrazaderas	76
Anexo 12. Esquema general del manubrio eléctrico con motor para silla de ruedas	77
Anexo 13. Manubrio con motor eléctrico ensamblado y acoplado a la silla de ruedas.....	78
Anexo 14. Aval de traducción de idioma inglés.....	79
Anexo 15. Similitud de contenido.....	80

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título del Proyecto:

Implementación de un manubrio con motor eléctrico para el movimiento de personas que utilicen sillas de ruedas en el Cantón La Maná.

Fecha de inicio: Abril del 2022

Fecha de finalización: Agosto del 2022

Lugar de ejecución: Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

Unidad académica que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de trabajo: Fajardo Arévalo Milton Froilán
Pilaguano Montero Joffre Jesús
MSc. Paredes Anchatipán Alex Darwin

Tutor del Proyecto: MSc. Paredes Anchatipán Alex Darwin

Postulantes: Fajardo Arévalo Milton Froilán
Pilaguano Montero Joffre Jesús

Área de conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación: Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la carrera: Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos

Núcleo Disciplinar: Desarrollo de tecnología y procesos de fabricación

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el presente proyecto consiste en proponer un diseño de un prototipo de manubrio con asistencia eléctrica acoplada a una silla de ruedas, con el fin de obtener un prototipo de carácter innovador. Principalmente se realiza un estudio basado en el tipo de medio de movilidad, se clasifican los tipos de sillas de ruedas según las normas establecidas, se destaca igual el entorno médico de los pacientes con deficiencia física enfocándose con énfasis la paraplejia, también se realiza un enfoque en el ámbito legal en las normas que están estipuladas a nivel nacional e internacional.

Una vez identificado los problemas se procede al diseño del dispositivo el cual se debe cumplir con las características técnicas y mecánicas, tiene que ser ergonómico y funcional. El diseño se basa de manera percentil a los datos antropométricos de 23 personas ecuatorianas, en la cual se manejan características que se utilizara para el cálculo de fuerza junto con el diseño obtenido y poder adquirir buenos resultados permitiendo que solución sea aproximado a la realidad.

Finalmente se presenta un diagrama del proceso que detalla las fases de manufactura de construcción y ensamble del prototipo, además presenta un análisis de precios con el objetivo de examinar la facilidad de adquirir el equipo y la facilidad de construcción.

3. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Justificación

En el Ecuador, según las estadísticas expuestas por el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) son 196.076 las personas con discapacidad física representando el 7.19% las discapacidades presentes en el país. Si bien es cierto, en el Ecuador el MIES (Ministerio de Inclusión Económica y Social) presta ayuda a personas con discapacidad física que se encuentran en posiciones de extrema pobreza, según la CONADIS son 9.382 las personas que reciben este tipo de ayuda, bajo ciertas condiciones. Según el consejo de discapacidades en la provincia de Cotopaxi cantón Pujilí tenemos que 653 con discapacidad física con 55.28% con 30% 49% el 27.72% con una discapacidad del 50% al 74% el 11.79% con el 75% al 84% y el 5.21% con discapacidad del 85% a 100% con discapacidad física, con necesidades de movilidad, esto afecta directamente a la vida de ellos lo cual es necesario nombrar algunas de las soluciones actuales que se han ido utilizando en este transcurso de los tiempos, muletas, bastones, andadores, sillas de ruedas triciclos motorizados, es necesario entender que la situación actual para las personas con discapacidad no es tomada y acoplada en todos los lugares de tal manera que existen desventajas en este momento, para las personas con discapacidad física es muy difícil desplazar a distancias considerables el uso de bastón o muletas ejerce demasiado esfuerzo físico para desplazarse de un punto a otro, de tal manera que se utilizan sillas de ruedas convencionales para realizar este tipo de traslados.

Una de las ventajas principales al utilizar sillas de ruedas convencionales es disminuir el esfuerzo físico en las extremidades para trasladarse de un lugar a otro, el problema radica en la movilidad propia de la persona, al momento de subir pendientes se necesita una fuerza extra en las extremidades para poder compensar el traslado, por este motivo se ha dedicado a realizar un dispositivo que se pueda adaptar de tal manera que permita el transporte de las personas con discapacidad sin necesidad de esforzarse demasiado al momento del traslado.

En la presente investigación se construirá un manubrio para silla de ruedas eléctrica para el beneficio de las personas, la misma persona que no puede moverse de forma independiente. Las personas que trabajan con los presentes en también pueden beneficiarse de este prototipo, porque el dispositivo desarrollado puede ser replicado con variantes requeridas dependiendo de la condición del paciente. Además, el manubrio de la silla de ruedas, proporcionará una mayor autonomía ya que se la puede transportar más fácilmente entre vehículos. Por otro

lado, es muy en el actual mercado podemos encontrar sillas motorizadas con un costo muy elevado sin contar el precio de importación, por este motivo la actual investigación aportará a la sociedad a conseguir un dispositivo que sea más económico que otros dispositivos en el mercado, ya que estará hecho, materiales y tecnología están disponibles en el mercado, con la combinación de unos componentes importados, esto beneficiará indirectamente al desarrollo económico e industrial del país.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del proyecto son las personas con discapacidad física de la ciudad de la Maná.

Tabla 1. Beneficiarios directos del proyecto

Hombres	Mujeres	Total
334	226	560

Fuente: (CONADIS, 2022).

Elaborado por: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

4.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos del proyecto son las personas con discapacidad física de la provincia de Cotopaxi

Tabla 2. Beneficiarios indirectos del proyecto

Hombres	Mujeres	Total
1,853	2,388	4,241

Fuente: (CONADIS, 2022).

Elaborado por: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, los avances tecnológicos han permitido la fabricación de todo tipo de sillas de ruedas, cada una con diferentes características, entre ellas: ayudar al desplazamiento de las personas con problemas de movilidad a través de un sistema de control de dirección, un peso ligero y la posibilidad de plegar las mismas que permite transportar los dispositivos en cualquier vehículo de forma fácil y segura, sin embargo, este tipo de sillas no se comercializan fácilmente en Ecuador. Uno de los problemas más graves a los que se enfrenta una persona discapacitada es la accesibilidad, ya que no cuenta con los medios físicos para acceder a los diferentes edificios, pero hoy en día existen muchos recursos mecánicos eléctricos para hacer más independiente la accesibilidad de una persona. Las principales desventajas del uso de las sillas de ruedas convencionales son: la falta de habilidad o fuerza de la parte superior del cuerpo y la capacidad de moverse por sí mismo, puede que no sea una buena opción conseguir una silla manual. Son más difíciles de maniobrar que una silla eléctrica y se pierde el beneficio de la movilidad automática.

5.2. Delimitación del problema

Existen diferentes dispositivos que permiten ayudar a las personas con discapacidades entre ellas tenemos, bastones, muletas, andadores sillas de ruedas y triciclos motorizados, estos dispositivos varían en función del nivel de discapacidad de las personas y también de los recursos de las mismas, por este motivo el proyecto está fundamentado en la implementación de un manubrio con motor eléctrico para el movimiento de personas que utilicen sillas de ruedas en el Cantón La Maná y así mejorar la seguridad y la capacidad de movilidad de las personas, dado esto es necesario realizar este tipo de proyectos que ayuden de manera íntegra y segura a las personas con discapacidad. En la Universidad Técnica de Cotopaxi se respetan cabalmente los principios de igualdad e inclusión, por lo que se garantiza el cuidado y desarrollo integral de los miembros de la comunidad universitaria y del cantón.

El punto fuerte del volante es la autonomía de movimiento que te proporcionan, ya que, para recorrer grandes distancias, es fácil no cansarte al utilizar las manos para impulsarte. También genera más independencia al no necesitar que otra persona empuje la silla, que además de recorrer grandes distancias también puedes hacerlo por superficies de todo tipo. Los sencillos

mecanismos hacen que el usuario se adapte muy rápido y sepa conducirlos sin dificultad alguna.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Implementar un manubrio con motor eléctrico para el movimiento de personas que utilicen sillas de ruedas en el Cantón La Maná

6.2. Objetivos específicos

- Determinar las características técnicas de la silla para la implementación del manubrio
- Diseñar el manubrio con motor eléctrico para el movimiento de personas que utilicen sillas de ruedas
- Determinar mediante las pruebas de funcionamiento, su autonomía, la carga útil, velocidad.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.

Tabla 3. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos

Objetivos	Actividades	Resultados de las actividades	Descripción (técnicas e instrumentos)
<ul style="list-style-type: none"> Determinar las características técnicas de la silla para la implementación del manubrio 	Revisión bibliográfica Levantamiento de información técnica	Conocimiento de las partes de la silla de ruedas Definición de las partes, características, tipos modelos.	Información bibliográfica
<ul style="list-style-type: none"> Diseñar el manubrio con motor eléctrico para el movimiento de personas que utilicen sillas de ruedas 	Recopilación de las partes para conocer el mejor diseño investigar la estructura mecánica de la silla investigar el sistema eléctrico para el manubrio Investigar sobre el sistema motriz	Conocimiento de la estructura mecánica de la silla Conocimiento del sistema eléctrico del manubrio Conocimiento de los sistemas motrices de la silla eléctrica	Información bibliográfica Planos
<ul style="list-style-type: none"> Determinar mediante las pruebas de funcionamiento, su autonomía, la carga útil, velocidad. 	Prueba de autonomía Pruebas de carga Pruebas de velocidad Pruebas de pendientes	Autonomía del sistema Carga del sistema sin problemas Movilidad de la silla Subida a pendientes a 15 °	Funcionamiento de la silla al momento de realizar todo el tipo de pruebas

Fuente: (Fajardo&Pilaguano, 2022)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

8.1. Silla de ruedas

8.1.1. Silla de rueda común

Una silla de ruedas es una herramienta creada para facilitar la movilidad de personas con discapacidad, perfeccionada en el siglo pasado, logrando un desarrollo significativo en términos de flexibilidad, movilidad y comodidad.

Las sillas de ruedas son vehículos personales que ayudan a trasladar a personas que han perdido total o parcialmente su movilidad de forma permanente, total o parcial. Cabe señalar que las sillas de ruedas deben adaptarse al grado de discapacidad, tipo de vehículo La silla de ruedas más apreciada es la silla de ruedas tipo "plegable", que ocupa el puesto 60 en términos de ventas en el mercado (Karma, 2015).

Figura 1. Silla de rueda convencional



Fuente: (Mercadolibre, s. f.)

8.1.2. Silla de rueda motorizada

Una silla de ruedas motorizada es un dispositivo comercial que combina sensores y actuadores en la estructura básica de una silla de ruedas rectangular con tracción diferencial (dos ruedas controlables y dos ruedas libres), la rueda libre permite que la silla gire en cualquier dirección, estas sillas suelen estar controladas por un joystick y alimentadas por un paquete de baterías que proporciona energía para el sistema y los dos motores de CC que suele tener el sistema y los dos motores DC que habitualmente poseen (CIAPAT, s. f.).

Figura 2. Silla de ruedas motorizada



Fuente: (Salud, s. f.)

8.3. Tipos de silla de ruedas

8.3.1. Sillas de ruedas manuales

Las sillas de ruedas manuales son las más comunes y pueden utilizarse tanto en interiores como en exteriores. Suelen ser de acero, aluminio o fibra de carbono y pueden personalizarse con una amplia gama de accesorios (Ortoprono, 2021).

Existen numerosas tallas estándar, tanto para adultos como para niños, y pueden fabricarse a medida. Pueden ser autopropulsadas o no autopropulsadas:

8.3.2. Sillas de ruedas autopropulsadas.

Las sillas de ruedas autopropulsadas son dispositivos con aros paralelos a las ruedas que permiten al usuario impulsarse de forma ágil y cómoda.

Estas sillas están diseñadas para la independencia de las personas con problemas de movilidad en la parte inferior del cuerpo. Los usuarios deben ser capaces de mover la parte superior del cuerpo y tener cierta fuerza en los brazos.

Cuanto mayor sea el diámetro de las llantas, más fácil será subir pendientes y superar bordillos y salientes (Ortoprono, 2021).

8.3.3. Sillas de ruedas no autopropulsadas

Son dispositivos sin llantas (y normalmente con ruedas traseras más pequeñas que las autopropulsadas) diseñados para ser propulsados por otra persona.

Dentro de las sillas de ruedas manuales existen diferentes subcategorías:

- **Sillas de ruedas plegables:** son ligeras, fáciles de llevar y transportar.
- **Sillas de ruedas de transferencia:** Especialmente diseñadas para pequeñas transferencias de personas con problemas de movilidad.
- **Sillas de ruedas reclinables:** Disponen de un respaldo reclinable para ofrecer el máximo confort al usuario en todo momento.
- **Sillas de ruedas basculantes:** Permiten numerosos cambios posturales (reclinación, inclinación, elevación de piernas) para ayudar al cuidador a realizar todo tipo de movilizaciones con el mínimo esfuerzo.
- **Sillas de ruedas bariátricas:** Están diseñadas para mejorar la movilidad de personas con sobrepeso u obesidad.
- **Sillas de ruedas de posicionamiento:** Son dispositivos que ofrecen una gran variedad de posiciones y hacen más agradable y segura la inmovilización forzada (Ortoprono, 2021).

8.3.4. Sillas de ruedas eléctricas

Las sillas de ruedas eléctricas cuentan con un motor, una batería y un panel de control para facilitar el desplazamiento de los usuarios con el mínimo esfuerzo. También suelen incorporar un freno manual y un freno motor para aumentar la seguridad en los desplazamientos.

Además, pueden incorporar una gran variedad de extras para mejorar la seguridad, el confort y la comodidad de sus usuarios, como luces, bocinas, cestas, porta bebidas o mesas reclinables, entre otros elementos auxiliares.

Al igual que las sillas de ruedas manuales, aunque se fabrican en numerosas tallas estándar tanto para adultos como para niños, es posible personalizarlas (Ortoprono, 2021).

Dentro de las sillas de ruedas eléctricas encontramos diferentes subcategorías:

8.3.5. Sillas eléctricas de interior

Las sillas de ruedas de interior ofrecen un acceso total a cualquier parte del hogar para las personas con movilidad reducida. Gracias a su reducido tamaño y a su menor radio de giro, permiten moverse con facilidad y comodidad en espacios reducidos.

La autonomía de las sillas de ruedas eléctricas de interior es de hasta 28 km, con una velocidad media de unos 6 km/h (Ortoprono, 2021).

8.3.6. Sillas de ruedas eléctricas para exteriores

Las sillas de ruedas eléctricas de exterior son dispositivos que cuentan con una estructura robusta y grandes suspensiones para ofrecer a sus usuarios la mayor autonomía y el máximo confort en sus desplazamientos al aire libre. Al ser algo más grandes que las sillas eléctricas de interior, pueden presentar algunos problemas al entrar en ascensores, portales o pasillos estrechos.

La autonomía media de las sillas de ruedas eléctricas de exteriores es de hasta 35 km, con una velocidad máxima alcanzable de 10 km/h (Ortoprono, 2021).

8.3.7. Sillas de ruedas eléctricas plegables

Las sillas de ruedas eléctricas plegables son dispositivos ligeros que son fáciles de llevar y transportar. La mayoría de los modelos pueden plegarse y desplegarse en no más de 60 segundos (Ortoprono, 2021).

8.3.8. Sillas eléctricas ligeras

Las sillas ligeras están hechas de aluminio, lo que reduce considerablemente el peso de la silla a una media de 24 kg, según el modelo.

Además de todos estos tipos de sillas de ruedas, también es posible encontrar sillas de ruedas de pie, sillas salva escaleras, sillas de ruedas deportivas e incluso sillas de ruedas de playa. Para más información sobre cualquiera de estos tipos de sillas de ruedas, póngase en contacto con nosotros (Ortoprono, 2021).

8.4. Partes de las sillas de ruedas eléctricas

8.4.1. Motores.

La mayoría de las sillas de ruedas eléctricas montan 2 motores, uno a cada lado, que dirigen tanto la velocidad de la silla como su dirección, las horquillas de las ruedas delanteras giran libremente 360 grados para poder ir donde los motores les ordenan.

a) Motor estándar: Están compuestos por un motor eléctrico y una caja reductora que convierte las altas revoluciones del motor en la fuerza necesaria para mover nuestra silla. Funcionan a 24 voltios que extraen de las dos baterías que nos acompañan bajo el asiento.

b) Motor integrado en la rueda: Todo el mecanismo del motor está dentro de la llanta, son más compactos y son comunes en las sillas de ruedas híbridas o eléctricas con plegado reducido.

c) Motor sin escobillas: Los motores más comunes están equipados con escobillas. Los controladores electrónicos permiten utilizar motores sin escobillas. Más eficientes, con menos mantenimiento y más fiables, además de ser casi absolutamente silenciosos (García Satan & Coles Chimbo, 2020).

8.4.2. Sistema de control

La configuración más extendida es la modular, es decir, su módulo de potencia se encuentra por separado. Al tener sus componentes en una sola unidad se conoce como joystick integral, en este caso el módulo de potencia se encuentra dentro del joystick.

Los joysticks son programables, según el gusto o la necesidad, configurando parámetros como la velocidad, la aceleración, el frenado, la suavidad de respuesta al mando, la sensibilidad al temblor de la mano, etc. (García Satan & Coles Chimbo, 2020).

8.4.3. Baterías

Las sillas de ruedas eléctricas estándar utilizan 2 baterías de plomo, de tipo GEL o AGM. La autonomía varía considerablemente según el modelo, el peso del usuario, etc., tienen baterías de entre 40 y 60Ah para un uso normal.

Los cargadores son automáticos y bastará con cargarla por la noche.

8.5. Sillas de ruedas inteligentes

Es la que es capaz de memorizar la estructura de cualquier edificio, incluido su mobiliario, y luego llevar a su ocupante por él, siguiendo órdenes de voz y trazando su propio camino. Las universidades, las instituciones o los particulares siguen investigando en este ámbito (García Satan & Coles Chimbo, 2020).

A continuación, se describen algunas tipologías de sillas de ruedas eléctricas inteligentes.

8.5.1. Silla de ruedas con sensor

Permite al usuario desplazarse cómodamente sin necesidad de aplicar ningún tipo de energía, ya que, gracias a los sensores, reconoce cualquier obstáculo. También funciona mediante el reconocimiento de voz (García Satan & Coles Chimbo, 2020).

8.5.2. Silla de ruedas con conexión GPS

A través de esta tecnología, el dispositivo puede conectarse a un GPS y localizar cualquier dirección a la que se quiera ir, mostrando diferentes rutas, adoptando la más conveniente según el usuario. Dispone de un sensor de voz que permite al usuario moverse sin necesidad de aplicar energía (García Satan & Coles Chimbo, 2020).

8.5.3. Ruedas E-Motion

Las ruedas E-Motion proporcionan energía adicional al impulso generado por el usuario de forma manual. Las ruedas E-Motion incluyen un motor silencioso sin engranajes, alimentado por baterías de iones de litio, no requieren mantenimiento y tienen sensores inteligentes que detectan el movimiento. Su velocidad máxima es de 6 [km/h] y están diseñadas para un peso máximo de 130 [kg] (García Satan & Coles Chimbo, 2020).

8.6. Base teórica

8.6.1. Transporte y movilidad urbana de usuarios de sillas de ruedas

Las personas sordas, ciegas y con discapacidades físicas tienen que enfrentarse cada día a espacios hostiles que no tienen en cuenta sus limitaciones: transportes sin zonas para sillas de

ruedas, cuestiones públicas sin rampas, aceras estrechas, parques sin acceso. Se puede considerar que ninguna ciudad del Ecuador es inclusiva para esta minoría.

Una de las principales deudas de la sociedad con las personas con discapacidad es el transporte público, el transporte público no es amigable con los usuarios de sillas de ruedas; las unidades de transporte no cuentan con rampas o espacios para ellos dentro de las unidades, en las ciudades con unidades articuladas tienen medio acceso. Incluso si se logra el acceso al transporte público, es muy difícil bajar porque en las paradas no hay infraestructura que permita su descenso, la vía está incompleta o mal construida (García Satan & Coles Chimbo, 2020).

8.6.2. Concepto de discapacidad física

Se entiende por discapacidad física aquel estado o situación en la que se genera una circunstancia que limita o dificulta en menor o mayor medida que la persona que la padece pueda moverse de forma autónoma y funcional. Este tipo de discapacidad afecta directamente al aparato locomotor, siendo notorio en el caso de las extremidades superiores e inferiores, que puede afectar a la musculatura esquelética de forma que la persona no pueda moverse voluntariamente.

8.7. Marco legal

8.7.1. Reglamento a la ley de transporte y tránsito y seguridad vial

“Art. 265.-Los peatones y las personas con movilidad reducida que transitan en artefactos especiales manejados por ellos mismos o por terceros como: andadores, silla de ruedas, sillas motorizadas y otros, tendrán derecho a:”.

1. “Hacer uso de la calzada en forma excepcional en el caso de que un obstáculo se encuentre bloqueando la acera. En tal caso, debe tomar las precauciones respectivas para salvaguardar su integridad física y la de terceros;”.
2. “Tener derecho de paso respecto a los vehículos que cruzan la acera para ingresar o salir de áreas de estacionamiento;”.
3. “Continuar con el cruce de vía una vez que este se haya iniciado, siempre y cuando haya tenido preferencia de cruce, aun cuando la luz verde del semáforo haya cambiado.”

4. “Tener derecho de paso en los casos en que tanto el peatón como el automotor tengan derecho de vía en una intersección, cuando el automotor vaya a girar hacia la derecha o izquierda; y,”
5. “Contar con la ayuda necesaria por parte de personas responsables y en especial de los agentes de tránsito, al momento de cruzar las vías públicas, en el caso de que los peatones sean niños o niñas menores de diez años de edad, adultos mayores de 65 años de edad, invidentes, personas con movilidad reducida u otras personas con discapacidad.”

8.8. Baterías

Existe una enorme variedad de tipos de baterías, de diferentes tamaños, amperaje, tensión, líquidas, de gel, ventiladas o selladas, químicas, etc. Sin embargo, sólo hay dos grandes grupos de ellas, las de arranque y las de descarga profunda.

a) Baterías de arranque: Se utilizan habitualmente para arrancar o hacer saltar los motores. Los arranques de motores suelen requerir una gran cantidad de corriente, pero durante un tiempo muy corto. En una batería cargada al 100%, el consumo de energía no supera el 5%. Por lo tanto, es una batería de ciclo corto y puede utilizarse miles de veces durante su vida útil, pudiendo descargarse completamente unas 50 veces durante su vida útil. Se recomienda no utilizar más del 80% de su capacidad de descarga.

b) Baterías de ciclo profundo: Están hechas para ser descargadas cientos de veces. Se recomienda el 80% de su capacidad de descarga. Se dividen principalmente en abiertas o húmedas, que necesitan mantenimiento del nivel del electrolito; y cerradas, que pueden tener incluso el electrolito en forma de gel, que no necesita mantenimiento. Las baterías húmedas se utilizan principalmente en la electrificación rural a pequeña escala, mientras que las de gel se emplean en zonas en las que el mantenimiento se realiza una vez al año, o para su instalación en estructuras móviles, como embarcaciones y vehículos de recreo, donde las placas deben estar protegidas de los golpes producidos por el movimiento.

Utilizar una batería de ciclo profundo como batería de arranque no es realmente un problema, pero como regla general, si piensa utilizar una batería de ciclo profundo para el arranque del motor, por ejemplo, la batería de ciclo profundo debe ser sobredimensionada al menos en un 20% en comparación con la batería de arranque recomendada o existente

para obtener un amperaje de arranque adecuado. Una batería de ciclo profundo no se dañará si se utiliza como batería de arranque, pero si ambas baterías (la de ciclo profundo y la de arranque) son de la misma capacidad, la batería de ciclo profundo no suministrará el amperaje inicial requerido en una batería de arranque de la misma capacidad nominal.

c) Baterías marinas: Son un híbrido entre las baterías de arranque y las de ciclo profundo (Suazo, 2013).

8.9. Características de una batería

Capacidad de una batería - amperios hora [Ah].

La capacidad de una batería es la cantidad de energía que puede almacenar. La cantidad de energía (Q) se mide en culombios [C], y es el producto de la corriente (I) [A] por el tiempo [t].

Más comúnmente, se utiliza el Amperio-Hora para medir la cantidad de energía de una batería (Relación 1 [Ah]= 3600 [C]).

Estado de carga de la batería - SOC

El estado de carga de una batería es la cantidad residual de carga que la batería puede restaurar en relación con la cantidad nominal que puede almacenar. El SOC se expresa en porcentaje y es del 100% cuando la batería está totalmente cargada (Suazo, 2013).

Profundidad de descarga - DOD

La relación entre la energía descargada y la cantidad de energía que puede almacenar.

Ciclos - longevidad

Un periodo de carga y descarga se denomina ciclo. Es un parámetro importante de una batería y los ciclos reales dependen en gran medida de la profundidad de descarga utilizada en la instalación.

Autodescarga

La autodescarga caracteriza la descarga de la batería, incluso si no se utiliza. Este valor lo indica el fabricante y depende de la tecnología. Una batería de aplicación solar puede tener una pérdida de su capacidad energética del 3 al 5% a una temperatura ambiente de 20°C. La autodescarga aumenta proporcionalmente a la temperatura y al envejecimiento de la batería (Suazo, 2013).

Resistencia interna

La resistencia interna de una buena batería es baja. Este valor aumenta con el estado de carga, la temperatura y el envejecimiento. Difícil de controlar, la resistencia interna disminuye el rendimiento de la batería.

Efectos de la temperatura

La temperatura tiene un gran impacto en las baterías debido a los componentes químicos que la componen: Tensión, gaseado, pérdida de líquido electrolítico. La temperatura afecta al rendimiento, la capacidad, la autodescarga y la longevidad de la batería.

Una batería tiene que evitar la congelación debido a la temperatura exterior. La temperatura en frío depende del estado mínimo de carga. Una batería es menos sensible al frío cuanto más cargada esté.

8.10. Baterías para tener en cuenta

Entre las baterías consideradas para alimentar los motores y circuitos a utilizar, tenemos las de Pb-ácido, las de gel y las solares. A continuación, se presentan las características de estas baterías.

Baterías de plomo-ácido

Una batería de arranque de 12[V] contiene seis celdas separadas individualmente y conectadas en serie, en una caja de polipropileno. Cada célula contiene un elemento (bloque de células) que está compuesto por un bloque de placas positivas y negativas.

A su vez, el bloque está compuesto por placas de plomo (rejilla de plomo y masa activa) y material aislante microporoso (separadores) entre las placas de polaridad opuesta. El electrolito es ácido sulfúrico diluido que impregna los poros de las placas y los separadores y llena los espacios libres de las celdas. Los terminales y las conexiones de las celdas y las placas son de plomo (Suazo, 2013).

Baterías de gel

Batería recargable de plomo-ácido en la que el electrolito no es líquido como en la batería común, sino que tiene la consistencia y apariencia de un electrolito compuesto gelatinoso.

En este tipo de batería el ácido sulfúrico se mezcla con dióxido de silicio o "microsilice", un polvo cristalino que da al ácido una consistencia "gelatinosa". Esto mejora la capacidad de la batería para soportar el calor, las vibraciones y los golpes. Su durabilidad es de hasta 5 años.

En un contenedor sellado no necesita mantenimiento, es inmune al riesgo de derrame accidental de ácido líquido y resulta muy conveniente para su instalación cerca de personas y equipos electrónicos.

La forma de gel líquido proporciona una mayor protección a la placa durante la descarga, lo que hace que estas baterías sean especialmente adecuadas para aplicaciones que requieren un gran número de ciclos de descarga profunda (Suazo, 2013).

Baterías solares

Son baterías de ciclo profundo, las más utilizadas son las de Pb-ácido líquido o las de gel-ácido, siendo estas últimas las más recomendadas.

Las baterías de plomo-ácido son muy utilizadas en los sistemas de generación fotovoltaica. Dentro de la categoría de plomo-ácido, las baterías de plomo-antimonio, plomo-selenio y plomo-calcio son las más comunes.

La unidad básica de construcción de una batería es la célula de 2 voltios. En el interior de la célula, la tensión real de la batería depende de su estado de carga, si se está cargando, descargando o en circuito abierto.

De sus características, destacan la mayor profundidad de descarga (PD) y un alto valor de reciclaje. La energía máxima que puede almacenar se reduce al 80% de su valor inicial (Suazo, 2013).

8.11. Bipedoestador

Bípido es la capacidad de caminar sobre dos miembros inferiores que facilita el uso de ambos miembros superiores para el desarrollo de las actividades diarias y en el ser humano se puede definir esta como una postura natural. El uso excesivo de la silla de ruedas genera algunos problemas para el paciente porque las posiciones que adopta en la silla de ruedas no son las posiciones a las que se somete el cuerpo. Los problemas más comunes asociados con la mala postura (de pie) son:

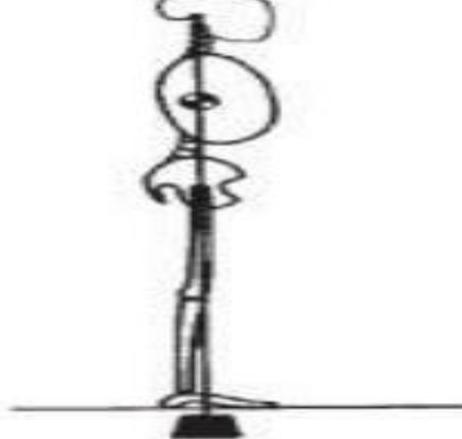
- Deterioro de la función intestinal
- Disminución del flujo sanguíneo a las extremidades inferiores Aumento de la presión en el área de la cadera
- Pérdida de la densidad sanguínea

Para prevenir anomalías Para este defecto, se han diseñado varios tipos de artefactos diseñado para "simular" la postura erguida y ayudar a prevenir las anomalías descritas anteriormente (CIAPAT, s. f.).

De igual manera, Paredes y Toapanta (2018) mencionan que la bipedestación significa que la persona debe necesariamente ponerse de pie para atender necesidades médicas, psicológicas o sociales. Es importante mencionar que, desde el momento del nacimiento, la bipedestación se considera importante, ya que el ser humano está diseñado para mantener una postura bípeda, lo cual se hace evidente a partir de los 9 meses de vida del individuo. En este sentido, el mal bipedismo se considera como una discapacidad que el ser humano no esté de pie, esto se debe a causas musculoesqueléticas, considerando que están demasiado tiempo sentados en una silla de ruedas o en la cama, provocando muchos trastornos asociados a tener muy poca actividad y una sola posición. Si existen estos casos, se recurre a la fisioterapia, sabiendo que la bipedestación es fundamental para lograr la rehabilitación. En la actualidad, existen dos tipos de bipedestación que permiten mejorar la calidad de vida del ser humano. En primer lugar, podemos mencionar la bipedestación estática o fija. Este tipo de bipedestación permite obtener una postura de pie con total seguridad basada en apoyos anteriores y posteriores. Esto

permite que el peso se distribuya uniformemente entre las extremidades inferiores, generando así un centro de gravedad del cuerpo alineado. La siguiente figura muestra un esquema de bipedestación estática.

Figura 1. Esquema de bipedestación estática



Fuente: (Cegelski et al., 2019)

En cuanto a la bipedestación dinámica, ésta tiene la posibilidad de un control total a nivel de la bipedestación, lo que permite al individuo elegir el tiempo y la forma que desea tener el cuerpo. Del mismo modo, este tipo de bipedestación aprueba la existencia de una estabilidad a nivel del tronco, garantizando que las personas sean capaces de mantener una forma estable en sus piernas, caderas y puedan moverse de un lado a otro. El control del nivel de bipedestación dinámica se presenta en la siguiente figura.

Figura 2. Sistema de bipedestación dinámica



Fuente: (Castanier & Mendía, 2018)

8.12. Sistemas de Control

Sistema de control se define como un sistema formado de elementos mecánicos, eléctricos, electromecánicos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos, etc. Cuya función es controlar el funcionamiento de una máquina o proceso. Este control se realiza en base de las condiciones

de variables externas al sistema de control (Variables físicas). Un sistema de control es un sistema de dispositivos o un conjunto de dispositivos que gestiona, ordena, dirige o regula el comportamiento de otros dispositivos o sistemas para conseguir los resultados deseados. En otras palabras, la definición de sistema de control puede reescribirse como Un sistema de control es un sistema que controla otro sistema.

Los sistemas de control han estado presentes en la sociedad desde la antigüedad en un intento de diseñar y construir maquinaria con una finalidad determinada. Por ejemplo, los primeros registros del sistema de control más antiguo datan del siglo III a.C., cuando Ktesibios diseñó un reloj de agua, conocido como Clepsidra, basado en un mecanismo encargado de mantener constante la entrada de agua de un tanque. Mediante una válvula flotante se mantiene invariable el volumen de agua de un depósito auxiliar y, por tanto, constante la entrada de agua del depósito controlado. El nivel de agua de este último indica el tiempo transcurrido.

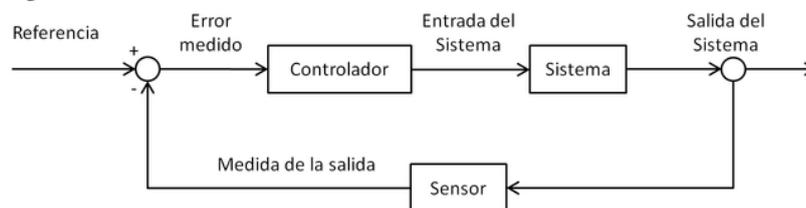
Sin embargo, la verdadera expansión y el estudio formal de los sistemas de control entraron en escena a finales del siglo XVIII con la llegada de la Revolución Industrial. Ejemplos representativos de este periodo son la máquina eólica autorreguladora ideada por E. Lee en 1745, cuyo objetivo era controlar automáticamente la orientación e inclinación de las velas del molino en función de la dirección del viento, mejorando el rendimiento del mismo. Otro ejemplo es el regulador centrífugo de la máquina de vapor previsto por Watt en 1788 para regular la velocidad de las locomotoras de vapor (Arrégle, 2012).

Los sistemas de control han estado presentes en la sociedad desde la antigüedad en un intento de diseñar y construir maquinaria con una finalidad determinada. Por ejemplo, los primeros registros del sistema de control más antiguo datan del siglo III a.C., cuando Ktesibios diseñó un reloj de agua, conocido como Clepsidra, basado en un mecanismo encargado de mantener constante la entrada de agua de un tanque. Mediante una válvula flotante se mantiene invariable el volumen de agua de un depósito auxiliar y, por tanto, constante la entrada de agua del depósito controlado. El nivel de agua de este último indica el tiempo transcurrido.

Hoy en día, se pueden encontrar sistemas de control en casi todas partes, desde sistemas muy sofisticados y complejos para mantener la velocidad y el rumbo de los aviones, hasta otros sencillos y baratos encargados de mantener la temperatura de un calentador de agua eléctrico. Con independencia de su complejidad, se pueden identificar los siguientes elementos en cualquier sistema de control:

- La salida deseada, también conocida como referencia. Por ejemplo, la temperatura deseada en un sistema típico de control de temperatura.
- La planta, es decir, el sistema cuya salida se controla.
- Un sistema sensorial encargado de medir la salida de la planta.
- Un sistema de actuación que actúa directamente sobre la planta en función de las entradas dadas por el controlador.
- Perturbaciones, es decir, variaciones externas e imprevisibles del sistema de control que pueden afectar tanto a la salida de la planta, por ejemplo, la apertura de una puerta en un sistema de control de temperatura, como a las mediciones de los sensores, por ejemplo, una lectura errónea de los sensores debido, por ejemplo, a interferencias eléctricas.
- El controlador se encarga de calcular las entradas adecuadas para el sistema actuante (acciones de control) en función de la diferencia entre la referencia y la salida de la planta (error), a pesar de las perturbaciones (Cegelski et al., 2019).

Figura 3. Sistema de control



Fuente:(Kuo, 1996)

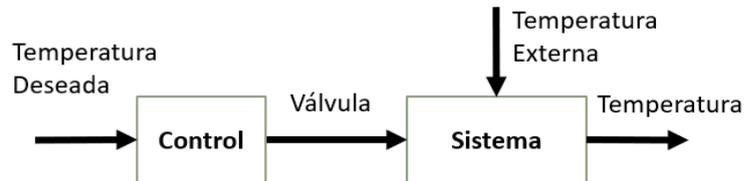
Los sistemas de control se clasifican en sistemas de lazo abierto (o no Automático) y sistemas de lazo cerrado (retroalimentados o automáticos).

8.12.1. Sistema de Control de lazo Abierto

Es aquel sistema en el que el funcionamiento de este es independiente de la salida es decir funciona únicamente con los datos de la entrada del sistema. Este tipo de control generalmente se lo usa con actuadores para obtener un estado deseado dependiendo del medio. La configuración en lazo abierto también puede encontrarse en algunos sistemas de controles sencillos y baratos. En una configuración de lazo abierto no se suministra retroalimentación y el controlador va a tientas para alcanzar la referencia. Evidentemente, este tipo de sistemas de control no pueden gestionar las perturbaciones de la planta y sólo son adecuados para sistemas simples, baratos y deterministas; por ejemplo, el controlador para

gestionar la velocidad del cabezal de una unidad de grabación de CD se ajusta a una tensión determinada y fija en función de la velocidad de grabación seleccionada (Castanier & Mendía, 2018).

Figura 4. Sistema de control lazo Abierto



Fuente: (Mercadolibre, s. f.)

8.12.2. Sistema de Control de Lazo Cerrado

Este tipo de sistema utiliza retro alimentación de la salida de tal forma que la acción de control está también en función de la salida con esto se logra un mejor control sobre el proceso (Ogata, 2004). El control en lazo cerrado es un nivel de automatización superior al del sistema de protección envolvente. En este sistema de control, el punto de consigna/valor de control es definido y fijado por el operador de forma manual o automática. Si es automático, el operador utiliza un sistema automatizado para encontrar y actualizar el punto de consigna. El sistema de control en bucle cerrado utiliza un algoritmo para calcular la desviación de la medición en tiempo real con respecto al punto de consigna y, a continuación, activa una orden o proceso para devolver la operación al punto de consigna. Este tipo de sistema de control requiere una gran cantidad de datos para la estructura de control multinivel y la toma de decisiones de toda la operación, que pueden ser suministrados por un sistema de adquisición de datos.

Figura 5. Sistema de control lazo Cerrado



Fuente: (Kuo, 1996)

Un proceso de control en lazo cerrado garantiza que un sistema funcione dentro de los límites de control. En el control en lazo cerrado, la salida del sistema se retroalimenta directamente

para cambiar las entradas del sistema. El modo en que un termostato trabaja con un horno para controlar la temperatura de la habitación es un ejemplo de control en lazo cerrado. El control en lazo cerrado comienza con un objetivo explícito (por ejemplo, la temperatura ambiente deseada), una medida del estado del sistema con respecto a ese sistema objetivo (por ejemplo, la diferencia entre la temperatura ambiente real y la deseada) y un mecanismo para ajustar las entradas del sistema para corregir la diferencia y cumplir el objetivo (por ejemplo, encender o apagar el horno) (Cegelski et al., 2019).

8.13. Componentes de un Sistema de Control

Los elementos principales que componen un sistema de control son:

1. Sensor
2. Controlador
3. Actuador

Estos son elementos necesarios para el óptimo desarrollo y funcionamiento de un sistema de control (Kuo, 1996).

8.13.1. Sensor

Estos elementos son capaces de convertir una señal física en una señal eléctrica de baja frecuencia, con lo cual se puede obtener valores de las variables que rigen este sistema de control (Ogata, 2004). Los sensores captan y traducen sus atributos físicos en impulsos eléctricos observables del entorno elegido. Entre estos atributos se encuentran la temperatura, la masa, la velocidad, la presión o el calor de cuerpos como las personas. Un microprocesador procesa los impulsos eléctricos para proporcionar salidas que corresponden a un conjunto de medidas. El sistema envía la salida a los destinatarios en los dispositivos designados. Un sistema puede utilizar muchos sensores con capacidades variadas, según la complejidad funcional y el aumento de los requisitos funcionales (Castanier & Mendía, 2018).

Los sensores aumentan la capacidad de observación e información del mundo que nos rodea. Están pensados para hacer la vida de los seres humanos considerablemente más accesible y mejor en casi todos los ámbitos. Configurar estados de ánimo, encender calentadores de agua, garantizar la seguridad, hacer un seguimiento de los equipos, etc., son algunos de ellos. Los sensores permiten incorporar una mejor visibilidad a los procesos y flujos de trabajo, analizar

los patrones de trabajo de los empleados y detectar las condiciones ambientales de las instalaciones a mayor escala. Con ellos se puede supervisar, regular y aumentar la eficiencia operativa en la gestión empresarial.

Los sensores eléctricos transforman un estímulo en una señal eléctrica, que luego es procesada por el ordenador en información significativa para el usuario final. Los sensores para la medicina son una de las tecnologías más complejas de diseñar y de integrar de forma fiable con los teléfonos inteligentes y el Internet de las cosas (IoT) con las capacidades necesarias. Los sensores biológicos emplean moléculas biológicas para detectar determinadas sustancias químicas objetivas como receptores. Estos elementos tecnológicos clave monitorizan el calor que desprende un objeto o sistema. Permiten sentir un cambio de temperatura en el cuerpo. La prevención es una función crucial de los sensores de temperatura. Cuando se produce un punto álgido predefinido, los sensores de temperatura detectan el momento de tomar medidas preventivas (Quinatoa & Veloz, 2019).

Dentro de los principales tipos de sensor que se emplean en la vida cotidiana, se pueden mencionar los siguientes:

- **Sensores de nivel:** Un sensor utilizado para determinar el nivel o la cantidad de fluidos, líquidos u otras sustancias que fluyen en un sistema abierto o cerrado se denomina sensor de nivel. Estos sensores pueden encontrarse en diversos sectores. Son más conocidos para medir los niveles de combustible, pero también se emplean en industrias que tratan con líquidos. El negocio del reciclaje y las industrias de zumos y alcohol confían en estos sensores para hacer un seguimiento de sus activos líquidos.
- **Sensores de temperatura:** Los sensores de temperatura se utilizaban principalmente para el control del aire acondicionado, los congeladores y otros dispositivos de control ambiental. Ahora se utilizan en la fabricación, la agricultura y el sector sanitario. Dado que gran parte de los equipos del proceso de fabricación requieren una temperatura ambiente definida y la temperatura del dispositivo, este tipo de medición siempre puede utilizarse para mejorar el proceso de producción. La temperatura del suelo, por otra parte, es crucial para el crecimiento de los cultivos en la agricultura. Ayuda a que las plantas se desarrollen correctamente, permitiendo una producción óptima
- **Sensores de proximidad:** Los sensores de proximidad se utilizan habitualmente en el comercio minorista, ya que pueden detectar el movimiento. Los vehículos son otro caso de uso importante y de larga duración. El sensor de proximidad avisa a los

conductores de automóviles mientras dan marcha atrás de cualquier momento de obstrucción y comando GPS. También se utilizan para averiguar la cantidad de aparcamiento que hay en centros comerciales, estadios y aeropuertos

- **Sensores de presión:** Los líquidos u otras formas de presión se utilizan en una gran variedad de dispositivos. Estos sensores permiten la creación de sistemas de IoT que supervisan los sistemas y dispositivos impulsados por la presión. Cualquier variación del rango de presión típico alerta al administrador del sistema de cualquier problema que deba ser atendido. El uso de estos sensores es beneficioso no solo en la producción, sino también en el mantenimiento de sistemas completos de agua y calefacción, ya que es sencillo detectar cualquier fluctuación o disminución de la presión.
- **Sensores infrarrojos:** Un sensor de infrarrojos emite o detecta la radiación infrarroja para percibir determinadas características de su entorno. También puede detectar y medir el calor que irradian los objetos. Actualmente se emplean en una serie de proyectos de IoT, sobre todo en el ámbito de la salud, ya que facilitan el control del flujo sanguíneo y la presión arterial. También se encuentran en otros aparatos inteligentes, como los relojes y los teléfonos inteligentes.
- **Sensores de movimiento:** Un detector de movimiento es un dispositivo eléctrico que detecta el movimiento físico en una zona determinada y lo convierte en una señal eléctrica; puede detectar el movimiento de cualquier objeto o persona humana. El negocio de la seguridad depende en gran medida de la detección de movimiento. Estos sensores se utilizan en regiones en las que no debe observarse ningún movimiento en todo momento, y facilitan la detección de la presencia de cualquier persona cuando se instalan. Los sistemas de detección de intrusos, el control automático de puertas, la barrera de pluma, la cámara inteligente (es decir, la captura/grabación de vídeo basada en el movimiento), la plaza de peaje, los sistemas de aparcamiento automático, los lavabos/lavabos automáticos, los secadores de manos y los sistemas de gestión de la energía son algunas de las aplicaciones más comunes, como el control automático de la iluminación, el aire acondicionado, los ventiladores, los electrodomésticos, etc (Cuzco & Layana, 2012).

8.13.2. Controlador

Se denomina controlador a la parte lógica de un sistema de control es decir el o los dispositivos que tomaran una decisión en función de las variables medidas y de la respuesta del sistema (Ogata, 2004)

8.13.3. Actuador

Es el elemento que ejecuta las acciones que el Controlador ha visto como convenientes y esto modifica las variables de control (Kuo, 1996). Los actuadores eléctricos son dispositivos capaces de crear movimiento de una carga, o una acción que requiere una fuerza como la sujeción, haciendo uso de un motor eléctrico para crear la fuerza necesaria.

Figura 6. Actuador neumático



Fuente: (Cuzco & Layana, 2012)

Los componentes principales de un actuador eléctrico se presentan a continuación:

- **Horquilla delantera/trasera:** Se trata de una pieza metálica en forma de U, con agujeros en cada extremo por los que se pasa un pasador, un perno o un dispositivo de fijación. El actuador se puede montar en la aplicación mediante fijaciones de horquilla en la parte delantera y trasera.
- **Tubo exterior:** Conocido también como tubo de cubierta. Es un tubo de aluminio extruido que protege el exterior de los actuadores lineales y alberga todos los componentes internos del actuador.
- **Tubo interior:** También se denomina tubo de extensión, tubo de traslación, pistón o tubo de transmisión. El tubo interior suele ser de aluminio o acero inoxidable. El tubo interior es donde se encuentra el husillo, mientras está retraído. Este tubo está unido a la tuerca de accionamiento que está roscada y se extiende y retrae cuando el movimiento de la tuerca a lo largo del husillo giratorio.

- **Componente del husillo:** También se denomina tornillo giratorio, tornillo de avance o tornillo de elevación. Es una varilla larga y recta que gira en una herramienta o máquina. Este segmento del actuador lineal gira, retrayendo o extendiendo el tubo interior, lo que genera un movimiento lineal. El husillo de acero garantiza la resistencia y la durabilidad. Existen diferentes formas de enroscar el husillo para distintas capacidades de velocidad y carga (Alulema, 2009).
- **Parada de seguridad:** Se encuentra en el extremo del eje. Sirve para evitar la sobre extensión de la cámara de aire.
- **Componente de sellado:** Se trata de un componente de sellado que se fija en el extremo del tubo exterior. Evita que contaminantes como el polvo y los líquidos entren en la zona del husillo del actuador. También garantiza que haya un sellado adecuado entre los tubos interior y exterior, lo que influye en la clasificación IP del actuador.
- **Tuerca de accionamiento:** Se desplaza a lo largo del eje y se une a la cámara de aire. Es el componente que permite la retracción o la extensión del tubo interior. La tuerca de arrastre puede ser de plástico o de metal y a veces está enchavetada para evitar la rotación del tubo interior.
- **Finales de carrera:** Estos controlan la posición del tubo interior totalmente extendido y retraído cortando la corriente eléctricamente al motor. Estos interruptores no permiten que el actuador se extienda o retraiga en exceso. Además de cortar la corriente, los interruptores de límite también pueden utilizarse como dispositivos de envío de señales (Alulema, 2009).

8.14. La ingeniería en los sistemas de control

Los problemas que se plantean en la ingeniería de los sistemas de control se abordan básicamente mediante dos pasos fundamentales:

- El análisis.
- El diseño.

En el análisis se investigan las características de un sistema existente, en el diseño se eligen los componentes para crear un sistema de control que posteriormente realice una tarea determinada. Los métodos de diseño son dos:

8.14.1. Diseño por análisis.

El diseño por análisis modifica las características de un sistema existente o de un modelo estándar del sistema y el diseño por síntesis en el cual se define la forma del sistema a partir de sus especificaciones. (Kuo, 1996). Otra forma de análisis del diseño que se ha utilizado durante décadas consiste en construir un prototipo rápido del sistema que se está diseñando para validar algunos conceptos, así como para descubrir los efectos del "mundo real" que tendrán algunos componentes en el sistema general. A veces, esto adopta la forma de una combinación de hardware y software, por lo que se utiliza la emulación de software del hardware.

8.14.2. Diseño por síntesis.

La técnica de síntesis de diseño es el proceso de convertir los datos de la investigación en conocimientos prácticos y es una parte esencial de la metodología de diseño. El propósito de este proceso es encontrar relaciones entre diferentes datos para conocer el significado de los comportamientos observados durante la fase de investigación. Esta comprensión permite identificar oportunidades y limitaciones que establecerán el espacio en el que generaremos soluciones (más precisas) (Paredes & Toapanta, 2018).

La representación de los problemas en los sistemas de control se realiza mediante tres representaciones o modelos básicos: ecuaciones diferenciales, integrales, derivadas y otras relacionadas con las matemáticas (Ogata, 2004).

- Diagramas de bloques
- Diagramas de flujo de análisis.

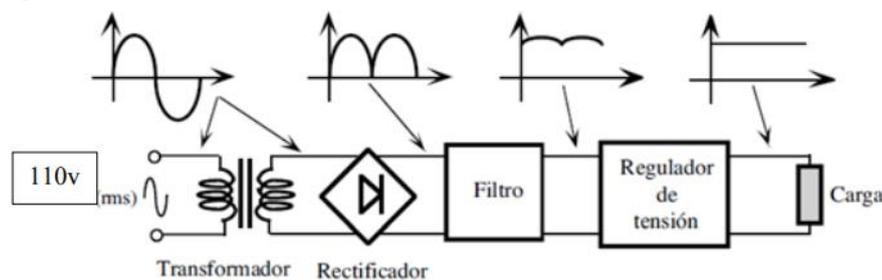
Los diagramas de bloques y los diagramas de flujo son representaciones gráficas destinadas a reducir el proceso de corrección del sistema, independientemente de que se caracterice de forma esquemática o mediante ecuaciones matemáticas. Las ecuaciones diferenciales y otras relaciones matemáticas se aplican cuando se requieren relaciones del sistema detalladas.

8.15. Fuente de Alimentación del Sistema

8.15.1. Fuente Convencional

Las fuentes convencionales o lineales reducen la tensión mediante un transformador seguidamente de un puente de diodos el cual rectifica la forma de onda de salida del transformador y para que la tensión sea más limpia se usa condensadores conectados en paralelo a la salida de tensión.

Figura 7. Sistema de fuente convencional



Fuente: (Peñañiel & Ramón, 2013)

8.15.2. Esquema de una fuente tradicional

Una desventaja que tiene este modelo de fuente es la pérdida de energía en el transformador.

8.15.2.1. Fuente Conmutada

Es un dispositivo electrónico el cual transforma la energía eléctrica a través de transistores de conmutación. Las fuentes de alimentación conmutadas utilizan el mismo principio que las fuentes lineales, pero con grandes cambios en la frecuencia de la corriente.

Se produce una oscilación en la corriente de 50/60 Hz a más de 100 KHz dependiendo del sistema utilizado, al aumentar la oscilación de la corriente se produce menos pérdidas por lo cual se puede reducir el peso del transformador. Los equipos electrónicos que usan fuentes lineales prácticamente han desaparecido o han sustituido su fuente por una fuente conmutada. Etapas de una Fuente Conmutada Existen variaciones en cuanto a la estructura de una fuente conmutada, pero todas ellas se sujetan a un esquema (Peñañiel & Ramón, 2013).

8.15.2.2. Protecciones de entrada

Protege el circuito de las alteraciones en la red eléctrica pública y a la vez protege a la red de averías en el circuito (Peñañiel & Ramón, 2013).

8.15.2.3. Filtro EMC

La función de esta etapa es absorber los problemas eléctricos de la red pública como ruidos transitorios, y a la vez protege a la red evitando que el dispositivo envíe interferencias (Peñañiel & Ramón, 2013).

8.15.2.4. Rectificador Primario

Esta etapa rectifica la corriente de tal manera que esta se desplaza en un solo sentido de modo que convierte la corriente de entrada en corriente pulsante, esta corriente oscila al igual que la corriente alterna, pero en un solo sentido (Peñañiel & Ramón, 2013).

8.15.2.5. Corrector de Factor de Potencia

En determinados casos la corriente se desfasa en función de la tensión lo cual ocasiona que la potencia no sea bien aprovechada, en esta etapa se corrige dicho problema (Peñañiel & Ramón, 2013).

8.15.2.6. Filtro Primario

Amortigua la corriente pulsante para presentarla de manera lineal en un valor estable (Peñañiel & Ramón, 2013).

8.15.2.7. Transistor

Se encarga del corte y saturación de la corriente lo cual ocasiona que la corriente continua sea pulsante (Peñañiel & Ramón, 2013)

8.15.2.8. Controlador

Activa y desactiva el transistor, suele tener varias funciones como protección contra cortocircuitos, sobrecargas, etc. Además, mide la salida de la fuente para poder variar la

frecuencia de oscilación de la corriente hasta llegar a un valor deseado (Peñañiel & Ramón, 2013)

8.15.2.9. Transformador

Reduce la tensión y aísla físicamente la entrada y la salida (Peñañiel & Ramón, 2013).

8.15.2.10. Rectificador Secundario

Convierte la corriente alterna del transformador en corriente pulsante (Peñañiel & Ramón, 2013).

8.15.2.11. Filtro Secundario

Convierte la corriente pulsante en continua al igual que el filtro primario (Peñañiel & Ramón, 2013).

8.15.2.12. Estabilizador de Tensión

Enlaza la salida de la fuente con el circuito de control, manteniéndose físicamente separados (Peñañiel & Ramón, 2013).

8.16. Dispositivos lógicos de control

Actualmente los sistemas de control mantienen un alto nivel de complejidad en su diseño para soportar procesos más precisos, por esta razón los dispositivos de control son cada vez más potentes y de mayor alcance, además su facilidad de uso ha ido en aumento, desde la programación de bajo nivel hasta llegar a la programación de alto nivel o en algunos casos estos dispositivos son simplemente configurados desde interfaces gráficas. Un dispositivo de control es aquel que tiene un puerto digital que puede ser utilizado como entrada o salida de datos, este parámetro puede ser configurado mediante programación o interfaz gráfica (Pérez-Molina et al., 2013).

8.17. Motores

Un Motor de corriente continua es aquel artefacto que convierte la energía continua en mecánica, a partir de este principio se ha desarrollado muchas funcionalidades sobre los motores como: motores a pasos, Servomotores, motores dc, etc.

8.17.1. Constitución de un Motor.

Estator

El estator lleva el devanado inductor. Soporta la culata, que no es otra cosa que un anillo de acero laminado, donde se encuentran los núcleos de los polos principales, que es donde se coloca el devanado encargado de producir el campo magnético de excitación. El estator es la bobina de alambre alojada en el interior de la carcasa del motor. En el interior del estator gira un imán sobre un eje, creando corriente alterna (CA). Esa corriente viaja a lo largo de un cable de gran calibre a través de la carcasa y hasta el rectificador/regulador que la convierte en corriente continua, y en una salida consistente (Arrégle, 2012).

El término "estator" se deriva de la palabra "estacionario". El estator es la parte fija del motor de CA. El rotor es el componente eléctrico que gira. También consiste en un grupo de electroimanes dispuestos alrededor de un cilindro, con los polos orientados hacia los polos del estator.

Rotor

Está construido con capas superpuestas y magnéticas. Estas placas tienen ranuras donde se alojan los bobinados.

Colector

Es donde se acoplan los diferentes bobinados del inducido.

Escobillas

Las escobillas son las que recogen la electricidad. Es la principal causa de avería en este tipo de motores, sólo hay que cambiarlas con el mantenimiento habitual.

Para la realización de este proyecto la tracción de la silla de ruedas utilizará un motor Gearless Brushless de 36V y 350W con buje de aleación de aluminio.

Figura 8. Motor de cubo de aleación de aluminio sin cepillo



Fuente: (B09BB864TF @ www.amazon.com, s. f.)

8.18. Freno

8.18.1. Freno electrico

El freno eléctrico es un dispositivo que ralentiza o detiene un vehículo mediante un accionamiento eléctrico. El más usado es el freno eléctrico "retardador", que se emplea en camiones y vehículos pesados para descender largas pendientes sin fatigar los frenos principales del vehículo (Arias, s. f.).

8.18.2. Freno de disco

Todos tenemos una idea general de lo que son los frenos; pero si queremos avanzar un poco más en el conocimiento debemos llegar a conceptos fundamentales: Para contrarrestar toda la cantidad de movimiento que puede tener un coche rodando a una determinada velocidad, si deseamos detenerlo, tendremos que oponer un esfuerzo de resistencia que sea capaz de transformar toda esa energía de movimiento hasta conseguir que se detenga. A esta energía de movimiento la vamos a llamar Energía Cinética (del griego KINOS-OU que significa movimiento), y la forma más rápida es transformarla en calor, haciendo que dos superficies convenientemente colocadas se rocen energéticamente (Arroyo, 1996).

8.19. Cargador

Cargador AC 85V-240V 50Hz / 60Hz 2A (CE Rohs Cert)

- Tamaño del conector: 0.217 x 0.098 in, 0.189 x 0.067 in, 0.157 x 0.067 in, 0.138 x 0.053 in, 0.118 x 0.043 in, 0.098 x 0.028 in, 0.079 x 0.020 in.
- Convierte de 100 V CA a 240 V CA en un enchufe de 12 V CC.
- Protección de sobre voltaje, protección contra el exceso de calor, CE.

- Compatible con: 110V-240V AC-DC 12V 1A 2A Adaptador Eléctrico Cargador Cable de Alimentación PSU Mini TV Disco duro Móvil de 2,5 pulgadas, DVD Móvil, TV Box, equipos de audio y vídeo inalámbricos, equipos de carga, MP3/MP4, pequeña lámpara de mesa, routers, interruptores, consolas de juegos, teléfonos, luces, cámara, equipos de vigilancia, controladores, etc. Una variedad de dispositivos domésticos/portátiles.

Figura 9. Cargador a emplear en el proyecto



Fuente: (B07KC74LPN @ www.amazon.com, s. f.)

9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS

Con base en los puntos mencionados con anterioridad, se planteó la siguiente hipótesis para el desarrollo del presente trabajo: ¿La implementación de un manubrio con motor eléctrico ayudará a la mejora de la movilidad de personas que empleen sillas de ruedas en el cantón La Maná?

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Modalidad de la Investigación

El presente trabajo tiene el carácter de aplicada debido a que se recurrió a conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria, teniendo en cuenta que se busca la manera más efectiva de realizarlo y que utilice sus recursos energéticos efectivamente, en publicaciones en los repositorios virtuales y trabajos anteriores realizados en diferentes Universidades, papers concernientes al tema.

10.1.1. Investigación bibliográfica

Esta investigación permitió ampliar los conocimientos y conceptos básicos de tecnologías, hardware y software, utilizados para desarrollar una solución para personas inválidas que tienen la necesidad de movilización y de extensión, considerando fuentes de estudio como papers, revistas y tesis

10.1.2. Investigación experimental

Se evaluó la funcionalidad del sistema de control pudiendo calibrar variables físicas, velocidad de almacenamiento de datos y una mejor presentación de los mismos a través del prototipo

10.2. tipos de investigación

10.2.1. Investigación aplicada

En este caso, el objetivo es encontrar estrategias que puedan ser empleadas en el abordaje de un problema específico el cual es la poca movilidad de una persona en las sillas de ruedas. La

investigación aplicada se nutre de la teoría para generar conocimiento práctico generando un manubrio electrónico, el cual nos ayude a la movilidad de las personas en sillas de ruedas.

10.2.2. Investigación aplicada tecnológica

Al realizar este tipo de proyectos generamos conocimientos que se puedan poner en práctica en el sector productivo, con el fin de impulsar un impacto positivo en la vida cotidiana.

10.2.3. Investigación aplicada científica

A través de esta investigación se pueden medir ciertas variables para pronosticar comportamientos que son útiles al sector de bienes y servicios, como patrones de consumo, viabilidad de proyectos comerciales, al momento de verificar en la página el número personas que pueden ser beneficiadas son de 653, las cuales nos permite generar más proyectos de este tipo y verificar el sector productivo del mismo al momento de fabricar este tipo de propuestas.

11. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas utilizadas para obtener la información son: la observación, medición, registro y experimentación. Los instrumentos utilizados para recoger y almacenar la información se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. Técnicas e Instrumentos

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Observación	Fotografías de una la implementación de un manubrio con motor eléctrico y gráficos de la configuración de las conexiones del dispositivo.
2	Medición	Distancia recorrida, peso y velocidad
3	Registro	Cuaderno de notas
4	Experimentación	Determinar las distancias recorridas, la potencia del motor con peso y sin peso, pruebas en diferentes superficies.

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

11.1. Procesamiento y análisis de datos

Para esta investigación se ha realizado el siguiente procesamiento y análisis de datos, que se detalla a continuación:

1. Estudio de los componentes que conforman el sistema de control.
2. Revisión de las características necesarias para la implantación de este sistema de control.
3. Análisis de los componentes físicos del sistema de control.
4. Análisis e interpretación de los resultados

12. DISEÑO DE UN MANUBRIO CON MOTOR ELÉCTRICO PARA EL MOVIMIENTO DE PERSONAS QUE UTILICEN SILLAS DE RUEDAS

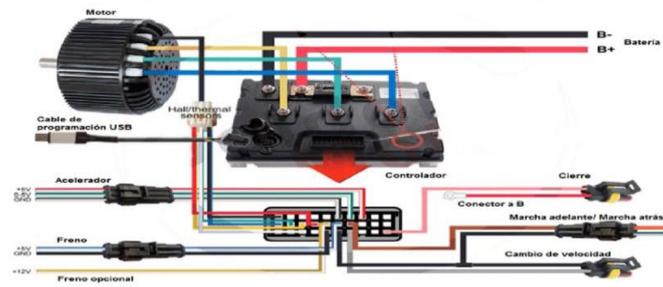
12.1. Procedimiento de diseño

El procedimiento de diseño empleado para el desarrollo del presente trabajo se basó en los puntos mostrados a continuación:

- En primer lugar, se procedió con la selección de los parámetros adecuados para el desarrollo del diseño. En este punto se tomaron en consideración los aspectos relacionados con el peso que soportará la silla de rueda, la resistencia de la silla, factores de seguridad en el uso y la potencia necesaria para el motor que accionará el manubrio.
- Posterior al bosquejo de diseño, se procedió a realizar los cálculos necesarios para el diseño de la estructura de la silla de ruedas. Este proceso se realizó tomando en consideración las reacciones de la estructura al peso que debe soportar la misma. Este proceso condujo a seleccionar el material adecuado para los elementos estructurales de la silla.
- Se procedió también a calcular la potencia necesaria para generar movimiento en la silla de ruedas, con base también en la selección del motor adecuado que permita mover todo el sistema.

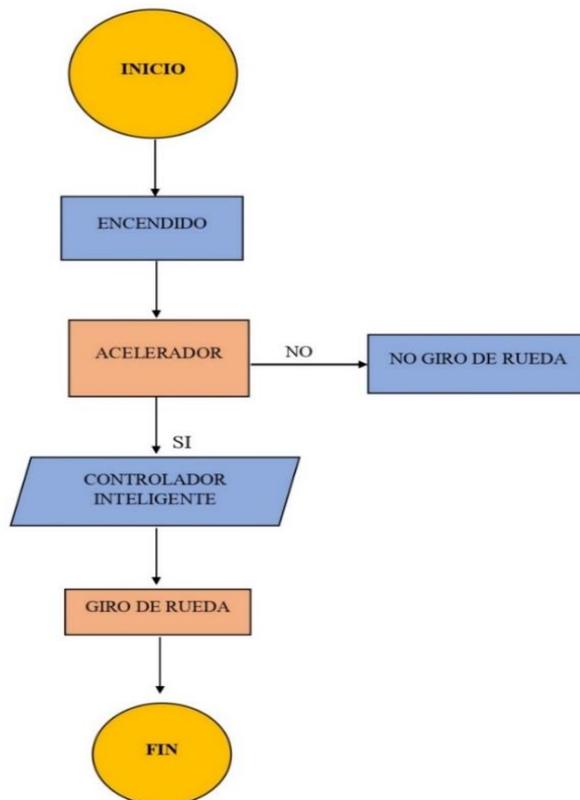
12.2. Procedimiento de las conexiones:

En la figura 13 se representa el diagrama de conexiones del manubrio con motor eléctrico para el movimiento de personas que utilicen sillas de ruedas.

Figura 12. Circuito eléctrico general

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Para la elaboración del manubrio con motor eléctrico para el movimiento de personas que utilicen sillas de ruedas, se procedió a diseñar el diagrama de flujo del proceso, como se observa en la siguiente figura.

Figura 13. Diagrama de flujo

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

13. ETAPA DE INSTALACIÓN DEL MANUBRIO CON MOTOR ELÉCTRICO

El manubrio con motor eléctrico es instalado en la parte delantera de una silla de ruedas tradicional y alimentado por batería. El 90% de las sillas de ruedas del mercado pueden usar

este producto. En comparación con las costosas sillas de ruedas eléctricas, este producto es más barato, también se puede instalar fácilmente en una silla de ruedas manual.

Cuando ya no se necesite usarlo o una vez que se agote la batería, es fácil separar el kit de su silla de ruedas y poder seguirla usando como la silla de ruedas manual.

Características claves del manubrio con motor eléctrico:

1. tamaño pequeño
2. peso ligero
3. Adelante o marcha atrás sin problemas
4. Simple de instalar y desinstalar en muchas sillas de ruedas

Este dispositivo puede acomodarse a sillas que tienen el asiento con una medida de 40 cm a 65 cm de ancho. El diámetro del tubo de marco común se muestra a continuación:

- 1 pulgada (25,4mm)
- 1/8 pulgadas (28,6mm)
- 1,2 pulgadas (30,5mm)
- 1,25 pulgadas (32mm)

DETALES DEL DISPOSITIVO

Tabla 5. Detalles del dispositivo

Material del marco	aleación de aluminio 6061	Cargador	CA 100V-240V, 2 amperios cargador inteligente 42V 2A Cargador
Motor	36V/350W en el motor de la rueda	Rueda	Llanta de 12 pulgadas con neumático de carretera
Batería	batería de litio de 36V tipo 10.4Ah trueno	Límite de velocidad:	1 nivel - 12 kmh; 2 nivel - 16 kmh; 3 nivel - 25 kmh, hacia atrás: 6 kmh

Controlador	17ª. Controlador inteligente 6 PC mosfet	Freno	doble de frenos de disco, freno de mano
Luz	La luz LED frontal	Pantalla	Pantalla LCD
Acelerador	acelerador de medio giro	Peso del producto	14 kilogramos
Escalada	$\leq 8^\circ$	Radio de giro mínimo	1200 mm

Velocidad máxima: 25 km/h **rango de recorrido:** 30-40 km **carga máxima:** 110KG

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Figura 14. Especificaciones del manubrio con motor eléctrico



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

13.1. Manual de instalación

Este handcycle eléctrico para sillas de ruedas es compatible con casi todas las sillas de ruedas sin necesidad de adaptadores especiales. Los tubos frontales de su silla deben ser similares a uno de los tres que se muestran a continuación:

Figura 15. Tubos frontales de la silla



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Este handcycle se puede acomodar a sillas de ancho de asiento de 40 cm a 65 cm. El diámetro del tubo de marco común que se muestra a continuación: 1 pulgada (25.4mm). Si su tubo tiene un diámetro diferente, solicite abrazaderas personalizadas al vendedor.

Herramientas requeridas:

- Llave de 14 mm
- Llave hexagonal de 5 mm

Figura 16. Herramientas



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

El contenido incluye:

- Ensamblaje del E-handcycle
- Alas izquierda y derecha
- Batería de litio y cargador.
- Teclas (para batería y faro)

- 4 abrazaderas para un tamaño de tubo de 1 pulgada (25.4mm)
- Bolsa de herramientas (llave hexagonal de 5 mm, llave de 14 mm, 2 bridas)
- Manual de instalación.

Figura 17. Contenido



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Instale su silla de ruedas eléctrica

Hay cinco pasos de instalación:

- 1) cargar la batería
- 2) Instalar las abrazaderas
- 3) Prepare el E-handcycle (ensamble el manillar)
- 4) Coloque la rueda y el manillar Ajuste los brazos superior e inferior
- 5) Instalar la batería

1) Carga la batería

Es posible que la batería no llegue completamente cargada. Enchufe el cargador y cárguelo hasta que esté completamente cargado (luz verde).

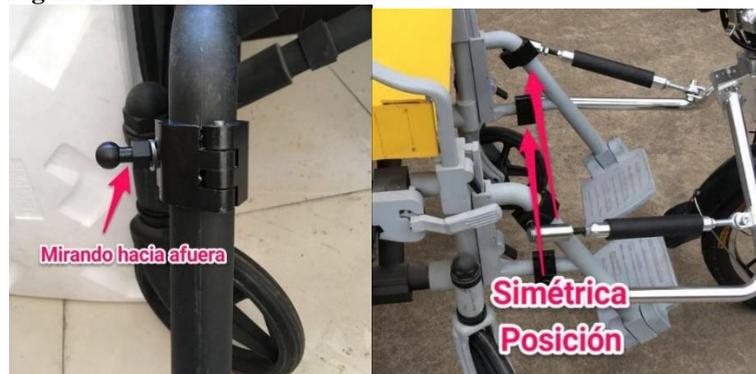
2) Instale las abrazaderas

Medición del diámetro del tubo de su silla de ruedas, asegúrate de tener las abrazaderas adecuadas. Una cinta ayudará a proteger la pintura del marco.

Figura 18. Instalación de las abrazaderas

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

El tornillo de bola debe mirar hacia afuera. Asegúrese de que las abrazaderas sean simétricas en ambos lados.

Figura 19. Instalación de las abrazaderas

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Adjuntar las alas

1. Conecte el ala derecha al E-handcycle con la llave hexagonal suministrada, Tornillos, arandelas y tuercas. Inserte el tornillo a través de los orificios inferiores de la placa del ala y la placa de 5 orificios, con las arandelas insertadas como mostrado a continuación. Aprieta la tuerca y luego la parte posterior de un giro para que el ala puede rotar. No instale el tornillo en el orificio superior todavía. Los 4 agujeros superiores son para ajustar la distancia entre el E-handcycle y el jinete.
2. Repita para el ala izquierda.
3. Active las cerraduras de las ruedas, asegúrese de que la silla de ruedas no se mueva. Encuentra dos bloques, madera o ladrillo (al menos 50 mm de altura) Ponlo debajo de las dos ruedas frontales.

Cada brazo tiene un zócalo en el extremo - retraer las mangas del zócalo en los cuatro brazos hasta que hagan clic y estén enganchados en la posición abierta. Gire los brazos superiores lejos de usted (hacia la rueda). Sentado en su silla de ruedas, con las alas extendidas hacia sus piernas.

Bloquee los enchufes de ala a las abrazaderas. Escuchará un sonido de "clic" cuando se bloquea en posición.

Figura 20. Adjuntado de las alas



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

4. Siéntese en su silla de ruedas, tire del E-handcycle hacia usted a un lugar cómodo posición. Aprieta la placa del ala a la placa de acero en el agujero superior con llave hexagonal y tornillos. Apretar la tuerca inferior de la placa de Ala.

Figura 21. Línea de seguridad



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Retire los bloques de las ruedas y su instalación esté casi terminada. Si quieres levantar las ruedas para un mejor cruce, podrías rotar los brazos superiores para levantarlo. Pero ten cuidado de no alargar los brazos o las alas demasiado. Deje de girar o cuando vea la línea roja en las varillas roscadas. Su línea de seguridad asegura pernos de 20 mm en el tubo.

- Atornille las tuercas de seguridad en las alas y los brazos al final.

- Retire los bloques. Verifique y asegúrese de que todos los tornillos y tuercas estén apretados.

Instala la batería

Una vez que la batería esté completamente cargada, deslízela hacia abajo por el riel. Bloquee la batería en su lugar con las teclas incluidas para evitar la eliminación. Conecte el cable de corriente.

Figura 22. Instalación de la batería



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Seguridad y mantenimiento de la batería

- Utilice únicamente el cargador de batería de iones de litio inteligente que se incluye al cargar la batería.
- Debe recargar la batería al menos cada dos meses si no se está utilizando o arriesgarse a una disminución permanente de la capacidad. Tiempo de carga para una batería vacía es hasta cinco horas.
- No exponga su silla de ruedas E al sol o a la lluvia durante un período de tiempo. Podría dañar la batería o las piezas electrónicas. Ahora su trabajo de conversión de silla de ruedas eléctrica está hecho.
- Encienda los interruptores de alimentación de la batería y los faros. Suelta los frenos de la silla de ruedas.
- Asegúrese de que la batería esté bloqueada en su posición. Asegúrese de que todo el hardware esté apretado.

13.2. Controles del E-Handcycle

Poder

Hay dos interruptores de encendido.

Uno está en el lado izquierdo de la batería. Gire la llave a la posición 'Encendido'.

El otro está en el faro. Gire la llave a la primera marcha, la luzbaja se enciende con azul.

Gire la llave a la segunda marcha para luz alta.

Figura 23. Encendido



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Frenos

El handcycle viene con dos palancas de freno.

Uno actúa como freno de disco y desconecta eléctricamente la potencia del motor del cubo.

Lo configuramos en la barra izquierda. Podría moverlo a la barra derecha si es necesario.

El otro actúa desconectando eléctricamente la potencia del motor del cubo.

Figura 24. Manijas de freno izquierdo y derecho



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Faro

El faro muestra velocidad, distancia, potencia de la batería. Funciones de poca luz y alta iluminación.

Marcha

Hay un botón en el acelerador 'F' - adelante, 'R' - Retroceso. Debe detenerse antes de convertir a Reversa o Adelante.

Figura 25. Acelerador



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Controlador

Hay etiquetas en los cables del controlador que indican las funciones.

Figura 26. Controlador

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

13.3. Mantenimiento

Revisión diaria y mantenimiento

1. Asegúrese de que todo el hardware y las tuercas estén apretados.
2. Asegúrese de que los frenos estén en buenas condiciones. Si la pastilla del freno de disco se desgasta, reemplace una nueva.
3. Verifique la presión de inflado de los neumáticos.
4. Verifique la energía de la batería
5. Lubricación en varilla roscada, componentes de giro de la horquilla delantera, cable de freno, etc. Agregue aceite cuando sea necesario.
6. Limpieza.

13.4. La seguridad

Antes de montar

1. Confirme que el ciclo de mano de la silla de ruedas eléctrica esté en perfectas condiciones. El cinturón de seguridad y el casco son necesarios.
2. Tenga en cuenta que el rango de funcionamiento es de aproximadamente 20 km (batería de 36 V y 10 Ah). Puede ser menos según el jinete peso, estado de la carretera y estado de la batería.
3. El usuario debe seguir las normas de tráfico locales.

Utilizar

1. Siempre importa tu velocidad.

2. Tenga mucho cuidado al pasar baches y bordillos. Tenga en cuenta las superficies de las carreteras, especialmente en pendientes o declives. Cuidado con agua, hielo y arena.
3. Los vehículos de tres ruedas son inestables algunas veces. Disminuya la velocidad mientras gira.
4. Si pierde tracción al subir, inclínese hacia el manillar, para mover su centro de gravedad hacia delante.
5. Si el freno de disco pierde contacto, use el freno de la silla de ruedas en caso de emergencia.

13.5. Almacenamiento y transferencia

1. Debe almacenarse en un lugar fresco y seco.
2. El manillar es plegable, lo hace más pequeño para colocarlo en un automóvil.

13.6. Normativas

El handcycle eléctrico dispone de los certificados ISO 9001, ISO 13485 e ISO 14001.

- **Certificado ISO 9001**

La norma ISO 9001 es una de las normas que fija los requisitos mínimos para un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) empleado en una organización. Bien sea con fines lucrativos, o no, y sin importar si está enfocada a productos o servicios.

- **Certificado ISO 13485**

La norma ISO 13485 es una norma reconocida internacionalmente para sistemas de gestión de la calidad en la industria de dispositivos médicos. Está pensada y concebida para su uso en organizaciones para el diseño y desarrollo, producción, instalación, servicios y ventas de productos sanitarios.

- **Certificado ISO 14001**

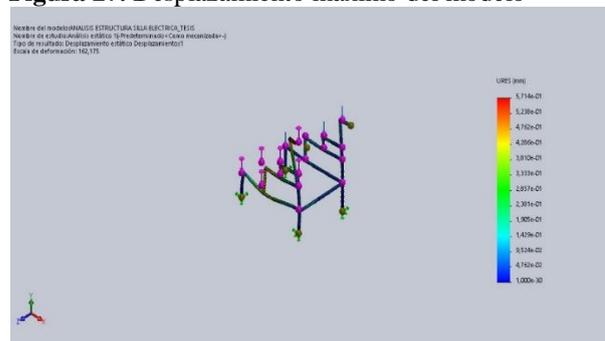
Es un estándar internacionalmente aceptado que indica cómo poner un sistema de gestión medioambiental efectivo en su sitio. Está diseñado para ayudar a las organizaciones a mantenerse comercialmente exitosas sin pasar por alto sus responsabilidades medioambientales.

14. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

14.1. Análisis de la silla de ruedas

Se realiza el análisis estructural del soporte que conforma la silla en un aluminio 6061 cuyos valores de deformación máxima no superan el límite elástico, el método de cálculo es el método de pórtico, se realiza el análisis estático cuyo factor de seguridad es de 2.5, aceptable en diseño estático, y además se considera las deformaciones máximas permitidas en $5,71 \times 10^{-1} \text{ mm}$, que son valores permitidos de diseño, el número de juntas analizadas son 8 y la fuerza aplicada en cada junta son de 5 kgf en forma vertical, la capacidad máxima de la estructura es de 100 kg.

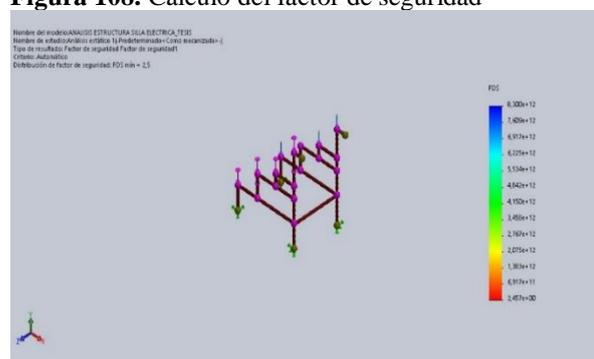
Figura 27. Desplazamiento máximo del modelo



Fuente: (Fajardo&Pilaguano, 2022)

En la figura anterior se puede apreciar el desplazamiento que sufre la estructura al momento de aplicarle la fuerza de análisis, obteniendo como resultado un desplazamiento máximo de $5,714 \times 10^{-1} \text{ mm}$.

Figura 108. Cálculo del factor de seguridad



Fuente: (Fajardo&Pilaguano, 2022)

En lo que respecta al factor de seguridad obtenido, el resultado mínimo fue de 2,45; lo que conlleva a deducir que la estructura es estable cuando se aplica la carga máxima permisible para el diseño

14.2. Análisis de motores

Posterior al análisis estructural, se procedió con el diseño de la potencia requerida para mover el sistema. Para el cálculo de la potencia requerida por el motor se tomó en consideración al peso total que debe soportar la estructura en movimiento. El peso total se puede apreciar en la siguiente tabla. El peso total del sistema es:

$$PTM = PEM + PMU + PF + PSC \quad (\text{Ecuación 1})$$

Tabla 6. Peso total del sistema

PEM =	Peso de la estructura mecánica de la silla =	(12 kg)	19.61[N]
PMU =	Peso máximo del usuario =	(100 kg)	980.66 [N]
PF =	Peso de la fuente (Batería) =	(10 kg)	98.06 [N]
PSC =	Peso sistema de control =	(1 kg)	9,81 [N]
PTM =	Peso total a movilizar =		1108,14 [N]

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Determinación de la fuerza máxima requerida en una superficie plana.

Para materiales de hule sobre concreto se toma un coeficiente de fricción cinético aproximadamente de 0,57.

$$F = \mu c * N \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$N = m * g \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$(ec. 2) \rightarrow (ec. 3)$$

$$F = \mu c * m * g$$

$$F = 0.57 * 1108.14 \text{ [N]}$$

$$F = 631.63 \text{ [N]}$$

El motor debe generar una fuerza de 631,63 N para poder mover la silla de ruedas que tendrá una velocidad máxima de 8 km/h. Para este proyecto se optó por un motor de 36 V a 350 W de potencia.

14.3. Potencia del motor requerida

Cálculo de potencia

Tabla 7. Datos del motor eléctrico seleccionado.

Potencia máxima:	(2.77 m/s) (157.65Kgf) = 350 Watt
Voltaje de trabajo:	36 V
Consumo:	10. 4 Ah.

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

$$P. requerida = Fte * Vmax \quad (Ecuación 4)$$

Cálculo de potencia en línea recta.

$$P. requerida = Fte * Vmax$$

$$P. requerida = 631.63 N * 2.22 m/s$$

$$P. requerida = 64.40 Kgf * 2.22 m/s$$

$$P. requerida = 142.96 W$$

En la ecuación 4 se puede apreciar que la potencia requerida en línea recta es de 142.96W, con una velocidad de 2.22m/s, considerando que el peso de la persona es de un aproximado de 100Kg, el motor seleccionado para este proyecto brinda una potencia de 350W, lo que estaría trabajando la mitad de su capacidad.

Cálculo de potencia en pendiente de rampa con 6.84 grados.

$$P. requerida = Fte * Vmax \quad (Ecuación 5)$$

$$P. requerida = 1128.79 N * 2.22 m/s$$

$$P. requerida = 115.1 Kgf * 2.22 m/s$$

$$P. requerida = 255.52 W$$

En la pendiente como lo son las rampas de edificios u otras pendientes del terreno con un grado de 6.84, existe un mayor esfuerzo de 115.1Kgf dando como potencia requerida de 255.52W, lo que significa que el motor seleccionado es capaz de soportar esta carga y mantener la velocidad constante de 2.22m/s, al momento de subir una pendiente.

14.4. Tiempo de carga de la batería

Para que se encuentre cargada en su totalidad o este al 100%, la batería debe conectarse a cargar alrededor de 5 horas.

Tabla 8. Tiempo de carga de la batería

TIEMPO	1 HORA	2 HORAS	3 HORAS	4 HORAS	5 HORAS
BATERIA %	20%	35%	55%	85%	100%

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Figura 29. Tiempo de carga de la batería



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Tabla 9. Tiempo de descarga en vacío.

TIEMPO	2 HORAS	4 HORAS	6 HORAS	8 HORAS	10 HORA
BATERIA %	80%	65%	50%	35%	10%

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Figura 30. Tiempo de descarga sin esfuerzo.



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Tabla 10. Tiempo de descarga con 80 kilogramos

DISTANCIA	7 KM	14 KM	21 KM	28 KM	35 KM
BATERIA %	100%	80%	60%	40%	20%

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Figura 31. Tiempo de descarga con 100-200 kilogramos

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

14.5. Prueba de autonomía

Esta prueba se la realizó en un terreno plano (calle) donde el dispositivo recorre distancias iguales y alcanza velocidades que van desde los 10 km/h de hasta los 25 km/h, a continuación, en la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos en las pruebas.

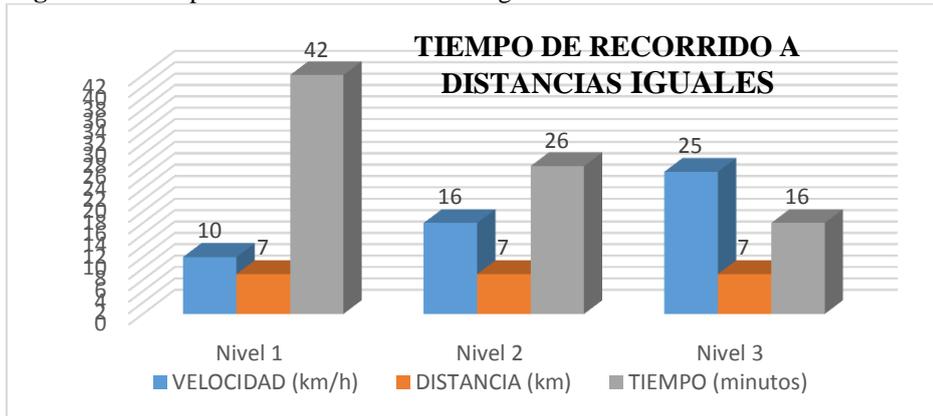
Para determinar el tiempo del recorrido de distancias iguales a diferentes velocidades se usó la siguiente formula:

$$t: \frac{d}{v} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Tabla 11. Tiempo de recorrido a iguales distancias.

NIVELES	VELOCIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
1	10 km/h	7 km	42 minutos
2	16 km/h	7 km	26 minutos
3	25 km/h	7 km	16 minutos

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Figura 32. Tiempo de recorrido a distancias iguales.

Fuente: (Fajardo&Pilaguano, 2022)

15. IMPACTOS

Posterior al desarrollo del tema de investigación planteado, se procedió a analizar los impactos que el proyecto generará a corto, mediano y largo plazo dentro de las dimensiones técnicas, ambientales, sociales y económicas. A continuación, se presentan cada uno de los impactos mencionados con base en los resultados obtenidos por medio del desarrollo del diseño.

15.1. Impacto técnico

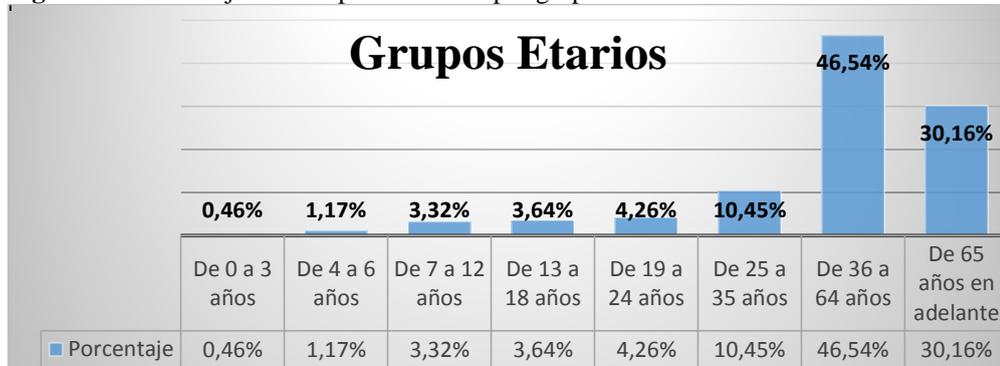
En lo que respecta al apartado técnico, el desarrollo del prototipo planteado conlleva a generar un nuevo modelo de diseño, mismo que permite mejorar la calidad de vida de un sector determinado de la población. Del mismo modo, a nivel técnico se aplicaron todos los aspectos de diseño adecuados para la consecución del objetivo general planteado, que es la implementación del manubrio. Esta implementación, en primera instancia, resulta en un gran reto para los investigadores y para la sociedad en general, puesto que se requiere de un presupuesto determinado, mismo que debe ser cubierto en su totalidad para la ejecución de un plan piloto.

15.2. Impacto social

En lo que respecta al impacto social, la finalidad del proyecto es ayudar a las personas que emplean silla de ruedas para movilizarse de forma cotidiana. En lo que respecta a cifras, de acuerdo con datos emitidos por el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, cerca de 215 mil personas a nivel nacional presentan algún tipo de discapacidad motora. En la

siguiente figura se puede apreciar la distribución porcentual por edades de la cantidad de personas con discapacidad motriz.

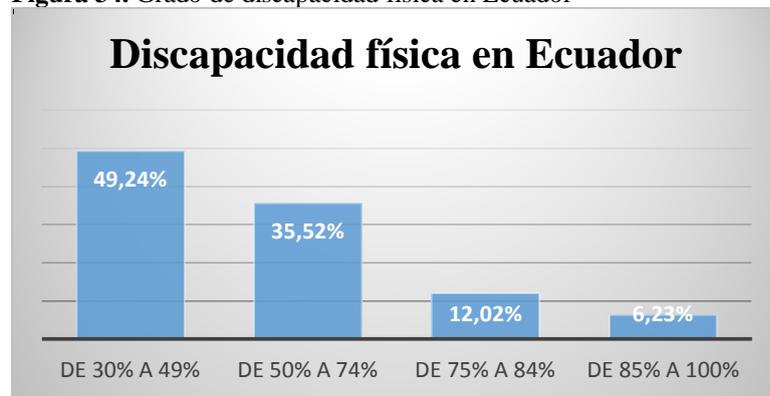
Figura 33. Porcentaje de discapacidad física por grupos etarios en Ecuador



Fuente: (CONADIS, 2022).

Se puede apreciar que un 46,54% de personas entre 36 a 64 años presentan algún tipo de discapacidad motora. Del mismo modo, la siguiente figura muestra el porcentaje de discapacidad que presentan las personas con algún tipo de problema motor a nivel nacional.

Figura 34. Grado de discapacidad física en Ecuador



Fuente: (CONADIS, 2022).

De la figura anterior se puede apreciar que la mayor parte de personas con discapacidades físicas (49,24%) tienen un grado de discapacidad entre el 30 al 49%, es decir, el nivel de discapacidad no sobrepasa un valor alto para el análisis. Esta situación conlleva a que la gran mayoría de estas personas emplean sillas de ruedas para la realización de sus actividades diarias. Con relación al cantón La Maná, se tiene un registro de 560 personas con algún tipo de discapacidad física. Con la implementación de este manubrio, toda la población mencionada tendrá un beneficio directo, puesto que se mejorarán sus aspectos de movilidad, relacionados con todo lo abordado en los apartados anteriores.

16. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

A continuación, se detallan los materiales y elementos usados, con su respectivo precio, también se presenta el costo del diseño e implementación del manubrio con motor eléctrico. Para poder tener un costo real del manubrio con motor eléctrico se debe tomar en cuenta el precio de los principales componentes, mano de obra y más equipos utilizados.

Tabla 12. Presupuesto

Cantidad	Detalle	P. Unitario	P. Total
1	Motor de 36V 350W	150.00	150.00
1	Batería de litio	90.00	90.00
1	Controlador de motor	50.00	50.00
1	Luz LED frontal	30.00	30.00
1	Acelerador de medio giro	20.00	20.00
1	Cargador	50.00	50.00
1	Rueda de 12 pulgadas	20.00	20.00
1	Kit de frenos	30.00	30.00
1	Pantalla LCD	40.00	40.00
1	Silla de ruedas	400.00	400.00
1	Estructura del manubrio eléctrico	100.00	100.00
1	Sistema de acoplamiento	60.00	60.00
1	Kit de herramientas	5.00	5.00
	Instalación final del sistema	200	200
	TOTAL		1,245.00

Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

17.1. CONCLUSIONES

Luego del desarrollo del presente trabajo investigativo, se tienen las siguientes conclusiones puntuales:

- Se logró desarrollar el dispositivo de manubrio con motor eléctrico para el movimiento de personas que utilicen sillas de rueda con una capacidad máxima de 100 Kg, al igual que un mecanismo de acople rápido tipo garra para las sillas de ruedas convencionales.
- Se tomó en consideración los materiales adecuados, cuya estructura es de una aleación de aluminio, una fuente de energía que provee una autonomía de aproximadamente 3 horas con peso.
- Del mismo modo, al momento de realizar un análisis estático de la estructura se pudo evidenciar un desplazamiento de 0,5 mm, mismo que es aceptable para el diseño de la silla. El factor de seguridad obtenido fue de 2,45 a plena capacidad (100 kg), lo que permite afirmar que el diseño cumple con los requisitos establecidos para el mismo.
- Se seleccionó un motor de 350W de potencia, con un voltaje de trabajo de 36V y un consumo de energía de 10 Ah. Este motor cumple con las expectativas de diseño tanto para movimiento recto como para movimiento en pendientes.

17.2. RECOMENDACIONES

- Para diseñar e implementar un manubrio con motor eléctrico para el movimiento de personas que utilicen sillas de ruedas se debe en tomar en cuenta los datos antropométricos, de calidad y ergonomía.
- Para anclar el dispositivo o manubrio con motor eléctrico a la silla de ruedas se deberán seguir los pasos indicados en el manual de instalación.
- Previo al uso del dispositivo se deberá revisar la condición de cada pieza y funcionalidad de este, con la finalidad de prevenir un accidente durante su uso.
- Analizar los precios con el objetivo de examinar la facilidad de adquirir el equipo y la facilidad de construcción.

18. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, P. (2013). Física para la ciencia y la tecnología. Barcelona, España: Reverté.
- Alulema, D. (2009). Diseño e implementación del laboratorio de electrofluidos para la Escuela Politécnica del Ejército. Escuela Politécnica del Ejército: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/256/6/T-ESPE-021961.pdf>
- Arrégle, J. (2012). Procesos y tecnologías de máquinas y motores térmicos. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Arroyo, E. C. (2008). Aire acondicionado. Paraninfo quinta edición.
- athanieto.wordpress.com/tematicas/segundo-principio-de-la-termodinamica/ciclo-de-refrigeracion/. (s.f.).
- athanieto.wordpress.com/tematicas/segundo-principio-de-la-termodinamica/ciclo-de-refrigeracion/. (s.f.).
- Bedón, V. L. (Julio de 2017). Sistema de control para la movilidad y extensión de una silla de ruedas Eléctrica de bipedestación. 35-40. Ambato, Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Castanier, D., & Mendía, E. (Agosto de 2018). Diseño, construcción e implementación de una silla de ruedas eléctrica plegable para una persona con problemas de discapacidad. Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16102/1/UPS-CT007797.pdf>
- Cegelski, C., Katogui, S., Stoisa, H., Corrado, L., & Nuñez, M. (2019). Sistemas de control : la automatización como el motor del desarrollo. Editorial Universitaria. https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos_digitales/I_01_Sistemas_de_Control_web.pdf
- Chernoff, F. y. (1998). Aire acondicionado y refrigeración. Grawill : editorial Mc .

- Córdova, J. M., & Saavedra, M. E. (2008). Sistemas de Refrigeracion. Universidad Nacional Experimental “Rafael María Baralt, Los Puertos de Altagracia. <https://denygonzalez.files.wordpress.com/2015/05/trabajo-de-procesos-criogenicos1.pdf>
- Cuzco, G., & Layana, W. (Junio de 2012). Sistema de alarma automatización y control de equipos a distancia a través de línea telefónica y página web. Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4120/1/UPS-GT000375.pdf>
- De la Llata, M. (2011). Química Inorgánica . México D.F: Progreso.
- Delgado, S., & Solís, J. (2021). Propuesta de sistema eléctrico para silla de ruedas económicas para pacientes parapléjicos. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonia, 6(4), 879-905. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i3.643>
- Eraso, G. (2009). Refrigeracion Domestica. Retrieved 08 de 11 de 2009, from <http://www.mailxmail.com/curso-refrigeracion-domestica-manual-tecnico/refrigeracion-conceptos-calor>
- Guzman, O. R. (2019). Optimización de un sistema de refrigeración industrial para congelar productos en planta de procesamiento avícola. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/14119/1/Otto%20Raul%20Chavez%20Guzman.pdf>
- <https://concepto.de/termodinamica/#ixzz6kivLREI1>. (s.f.).
- <https://concepto.de/transferencia-de-calor/>. (s.f.).
- <https://concepto.de/transferencia-de-calor/#ixzz6kkA7HoYG>. (s.f.).
- <https://esiatecamachalco.foroactivo.com/t101-sistemas-de-acondicionamiento-de-aire>. (s.f.).
- <https://solar-energia.net/termodinamica/leyes-de-la-termodinamica>. (s.f.).

<https://www.mundohvacr.com.mx/2012/04/desempeno-de-los-distintos-sistemas-de-acondicionamiento-de-aire/>. (s.f.).

INEN. (Junio de 2016). Accesibilidad de las personas al medio físico. RAMPAS. I. Quito, Pichincha, Ecuador. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/NTE-ENEN-2245-RAMPAS.pdf>

J, Z. (2019). Soluciones de refrigeración industrial. <http://www.greenfrio.com/>

Lijo, J. M. (2012). Manual de Refrigeracion. Barcelona: REVERTE, S.A. <https://elibro.net/es/ereader/utcotopaxi/46725?prev=as&page=46>

MACIAS, Z. (2016). Refrigeración doméstica. Sistemas de refrigeración. <http://www.sistemasrefrigeracion.com/refrigeracion-domestica>

Maciel, D. (2016). Separador de Aceite en el Ciclo de Refrigeración. Barcelona. <https://intensity.mx/es/blog/separador-de-aceite-en-el-ciclo-de-refrigeracion-parte-1?page=1>

Paredes, E., & Toapanta, J. (2018). Diseño e implementación de un bipedestator automático para la movilidad de adultos mayores del hogar de vida "Luis Maldonado Tamayo" ubicado en el cantón Pujili. ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/13995/T-ESPEL-EMI-0340.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PROAÑO, C. R. (2012). Diseño y construcción de un módulo didáctico de refrigeración, para prácticas de laboratorio en la unidad académica de ciencias de ingeniería y aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga.

Quinatoa, E., & Veloz, B. (2019). Diseño y construcción de un sistema de propulsión anclable a una silla de ruedas para traslado autónomo de personas parapléjicas en zonas urbanas. Epoch: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/11626/1/65T00312.pdf>

Rapin, P. (1986). Instalaciones Frigoríficas. Barcelona: Tomo 2 Marcombo.

Rapin, P. (2016). Formulario del Frío. (1. Marcombo, Ed.) Francia.

Rapin, P. (2016). Formulario del Frío. Francia.

<https://books.google.com.ec/books?id=vqcusuzvpssc&dq=1.1+nociones+de+f%3%8dsica.+1.1.1+calor.+el+calor+es+una+forma+de+energ%3%ada.+es+la+sensaci%3%b3n+percibida+por+nuestros+%3%b3rganos+sensoriales+al+encontrarnos+frente+a+un+hogar+en+actividad+o+un+>

Strahler, A. (2015). Physical Geography. Nueva York.: Tercera edición.

<http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/25493/U%200214.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Suarez, R. (2015). El frigorífico. danfoss. [https://www.danfoss.com/es-es/about-danfoss/our-businesses/cooling/the-fridge-how-it-](https://www.danfoss.com/es-es/about-danfoss/our-businesses/cooling/the-fridge-how-it-works/#:~:text=El%20compresor%20es%20el%20C2%ABcoraz%C3%B3n,circuito%20para%20calentar%20el%20refrigerante.&text=El%20evaporador%20se%20sit%C3%BAa%20dentro,mantener%20fr)

[works/#:~:text=El%20compresor%20es%20el%20C2%ABcoraz%C3%B3n,circuito%20para%20calentar%20el%20refrigerante.&text=El%20evaporador%20se%20sit%C3%BAa%20dentro,mantener%20fr](https://www.danfoss.com/es-es/about-danfoss/our-businesses/cooling/the-fridge-how-it-works/#:~:text=El%20compresor%20es%20el%20C2%ABcoraz%C3%B3n,circuito%20para%20calentar%20el%20refrigerante.&text=El%20evaporador%20se%20sit%C3%BAa%20dentro,mantener%20fr)

Tobar, G. (2019). Termodinamica aplicada.

<https://www.coursehero.com/file/48015494/informe-4-termodinamica-aplicada-Gonzalo-Tobardocx/>

<https://www.google.com/search?client=firefox-b->

[d&ei=ueyqyotpnalx5gleqkwabq&q=termodinaica&oq=termodinaica&gs_lcp=cgzwc3ktywiqazihcaaqsqmqqziecaaqqziecaaqcjiecaaqcjiecaaqcjiecc4qcjiecaaqcjiecaaqrzokcaaqsqmqqweqqzoccaa6bqgaeledoggiabc. \(s.f.\)](https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&ei=ueyqyotpnalx5gleqkwabq&q=termodinaica&oq=termodinaica&gs_lcp=cgzwc3ktywiqazihcaaqsqmqqziecaaqqziecaaqcjiecaaqcjiecaaqcjiecc4qcjiecaaqcjiecaaqcjiecaaqrzokcaaqsqmqqweqqzoccaa6bqgaeledoggiabc. (s.f.))

Ubaldo. (2018). Manual de Ing Electrica. [http://ingeneriapotencial.blogspot.com/2019/09/que-](http://ingeneriapotencial.blogspot.com/2019/09/que-es-un-acumulador-de-succion-aqui-la.html)

[es-un-acumulador-de-succion-aqui-la.html](http://ingeneriapotencial.blogspot.com/2019/09/que-es-un-acumulador-de-succion-aqui-la.html)

WIRZ, D. (2008). Refrigeración comercial para técnicos de aire acondicionado. Francia: Paraninfo.

www.ecured.cu/Aire_acondicionado#Historia. (s.f.).

www.tusocal.com/blog/que-son-los-evaporadores-y-que-funcion-cumplen/. (s.f.).

www.tusocal.com/blog/que-son-los-evaporadores-y-que-funcion-cumplen/. (s.f.).

www.tusocal.com/blog/que-son-los-evaporadores-y-que-funcion-cumplen/. (s.f.).

Arias, P. (s. f.). Arias-Paz-M-Manual-de-Automoviles-Opt @ es.scribd.com.

Arroyo. (1996). Los frenos en el automovil. 302.

B07KC74LPN @ www.amazon.com. (s. f.).

B09BB864TF @ www.amazon.com. (s. f.).

CIAPAT. (s. f.). Silla de ruedas eléctrica.

CONADIS. (2022, enero). Estadísticas de Discapacidad. Tableau Software.

[https://public.tableau.com/views/Discapacidad/Inicio?:embed=y&:showVizHome=no
&:loadOrderID=0&:display_count=yes&:showTabs=y](https://public.tableau.com/views/Discapacidad/Inicio?:embed=y&:showVizHome=no&:loadOrderID=0&:display_count=yes&:showTabs=y)

García Satan, C. A., & Coles Chimbo, J. C. (2020). Diseño y construcción de un sistema motorizado con acople central para una silla de ruedas de la Misión Manuela Espejo para el desplazamiento autónomo de personas parapléjicas en zonas urbanas.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13832>

Karma. (2015). Karmamobility.

Kuo, B. (1996). Sistemas de Control Automático, 7ed, 931p.pdf (p. 931).

Mercadolibre. (s. f.). Mercadolibre.

Ogata, K. (2004). Ingeniería de Control Moderna. En علوم دان شدگاه پ ز شدکی دان شدکده مجله (Vol. 59). مشهد پ ز شدکی

- Ortoprono. (2021, junio 25). ► Tipos de Sillas de Ruedas. Ortoprono. <https://ortoprono.es/blog/movilidad-y-transporte/tipos-de-sillas-de-rueda/>
- Peñafiel, D., & Ramón, P. (2013). Diseño y montaje de fuente conmutada para alimentación de convertidor multinivel. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 91.
- Pérez-Molina, C., Gomez, M. J. A., Gil, R., Orueta, G. D., Sancristobal, E., Martin, S., Tawfik, M., Castro, M., Pesquera, A., & Loro, F. G. (2013). Performance-centered adaptive curriculum for employment needs. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 1-21. <https://doi.org/10.18260/1-2--22347>
- Salud, catálogo de proveedores de. (s. f.). Silla de ruedas motorizada alanté dx.
- Suazo, M. (2013). “Diseño y analisis práctico de un sistema motorizado con control adaptable a una silla de ruedas estandar, para permitir mayor facilidad de desplazamiento a personas discapacitadas”.

19. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del docente tutor.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: PAREDES ANCHATIPÁN

NOMBRES: ALEX DARWIN

ESTADO CIVIL: SOLTERO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0503614935

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 0

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: LATACUNGA, 21 DE MARZO DE 1991

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: PUJILÍ, LUIS ANTONIO RIVADENEIRA Y JUAN SALINAS

TELÉFONO CONVENCIONAL: 032 723 485

TELÉFONO CELULAR: 0987259422

EMAIL INSTITUCIONAL: alex.paredes4935@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	AÑO DE REGISTRO	INSTITUCIÓN
TERCER	Ingeniero en Electrónica e Instrumentación	2015	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Extensión Latacunga
CUARTO	Máster Universitario en Automática y Robótica	2018	Universidad de Alicante - España

HISTORIAL PROFESIONAL

PERIODO	OCUPACIÓN	CENTRO	DEPARTAMENTO	LUGAR
2021-2022	Docente	Universidad Técnica de Cotopaxi	Electromecánica	La Maná
2021	Supervisor de Calidad	Dimenzur Cia. Ltda.	Eléctrica Instrumentación e	Tapir A – Bloque 17
2020-2021	Supervisor de Calidad	Dimenzur Cia. Ltda.	Eléctrica Instrumentación e	Cuyabeno – Bloque 58
2019-2020	Docente	Universidad Técnica de Cotopaxi	Electromecánica	La Maná
2019	Docente	Escuela de Formación de Soldados del Ejército ESFORSE	Herramientas Ofimáticas	Ambato
2019	Docente	Escuela de Formación de Soldados del Ejército ESFORSE	Fundamentos Matemáticos	Ambato
2016	Técnico Especialista	Constructora Norberto Odebrecht	Eléctrica Instrumentación e	Pascuales - Cuenca
2015	Técnico	Tecnus	Mantenimiento Técnico Instrumental	Quito
2014	Docente	Unidad Educativa Sagrado Corazón de Jesús	Matemática Informática Aplicada –	Latacunga

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Ingeniería, industria y construcción

FECHA DE INGRESO A LA UTC: noviembre 2021

Anexo 2. Datos del estudiante

DATOS PERSONALES

NOMBRES:	MILTON FROILAN
APELLIDOS:	FAJARDO AREVALO
CEDULA DE CIUDADANÍA:	1206026146
NACIONALIDAD:	ECUATORIANO.
FECHA DE NACIMIENTO:	28 /10 1996
EDAD:	26 AÑOS.
ESTADO CIVIL:	SOLTERO.
DIRECCIÓN:	LOTIZACIÓN LAS ESTRELLAS CALLE EL ORO
CELULAR:	0985116931
EMAIL:	milton.fajardo6146@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA:

- NARCISO CERDA MALDONADO.

SECUNDARIA:

- COLEGIO TÉCNICO RAFAEL VÁSCONEZ GÓMEZ

TITULO OBTENIDO

- MECÁNICA INDUSTRIAL

EXPERIENCIAS LABORALES

AGROQUÍMICOS LA FINCA-TECNICENTRO ANDERSITO.

Anexo 3. Datos del estudiante

CURRICULUM VITAE

1. INFORMACIÓN PERSONAL

Apellidos:	Pilaguano Montero
Nombres:	Joffre Jesus
Cedula de identidad:	0550030514
Lugar y Fecha de nacimiento:	La Mana, 25/12/1996
Estado Civil:	Soltero
Dirección Domiciliaria:	La Mana
Teléfono:	0985572406
E-mail:	joffre.pilaguano0514@utc.edu.ec



2. ESTUDIOS REALIZADO

- **Primer Nivel:** Escuela Narciso Cerdo Maldonado
- **Segundo Nivel:** Unidad Educativa “Ercilia de Martines”
- **Tercer Nivel:** Universidad Técnica De Cotopaxi

3. TITULOS

- Bachiller Técnico Industrial electromecánica

4. IDIOMAS

- Español (nativo)

5. REFERENCIAS PERSONALES

- ✓ **Ing. Mercedes Pilaguano**
Cell: 0979802741
- ✓ **Ing. Blanca Pilaguano**
Cell: 099312104

Anexo 4. Ensamblado de manubrio con motor eléctrico



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Anexo 5. Ajustes con herramientas para el ensamblado



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Anexo 6. Ensamblado y ajuste del sistema de acople



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Anexo 7. Instalación de la batería



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

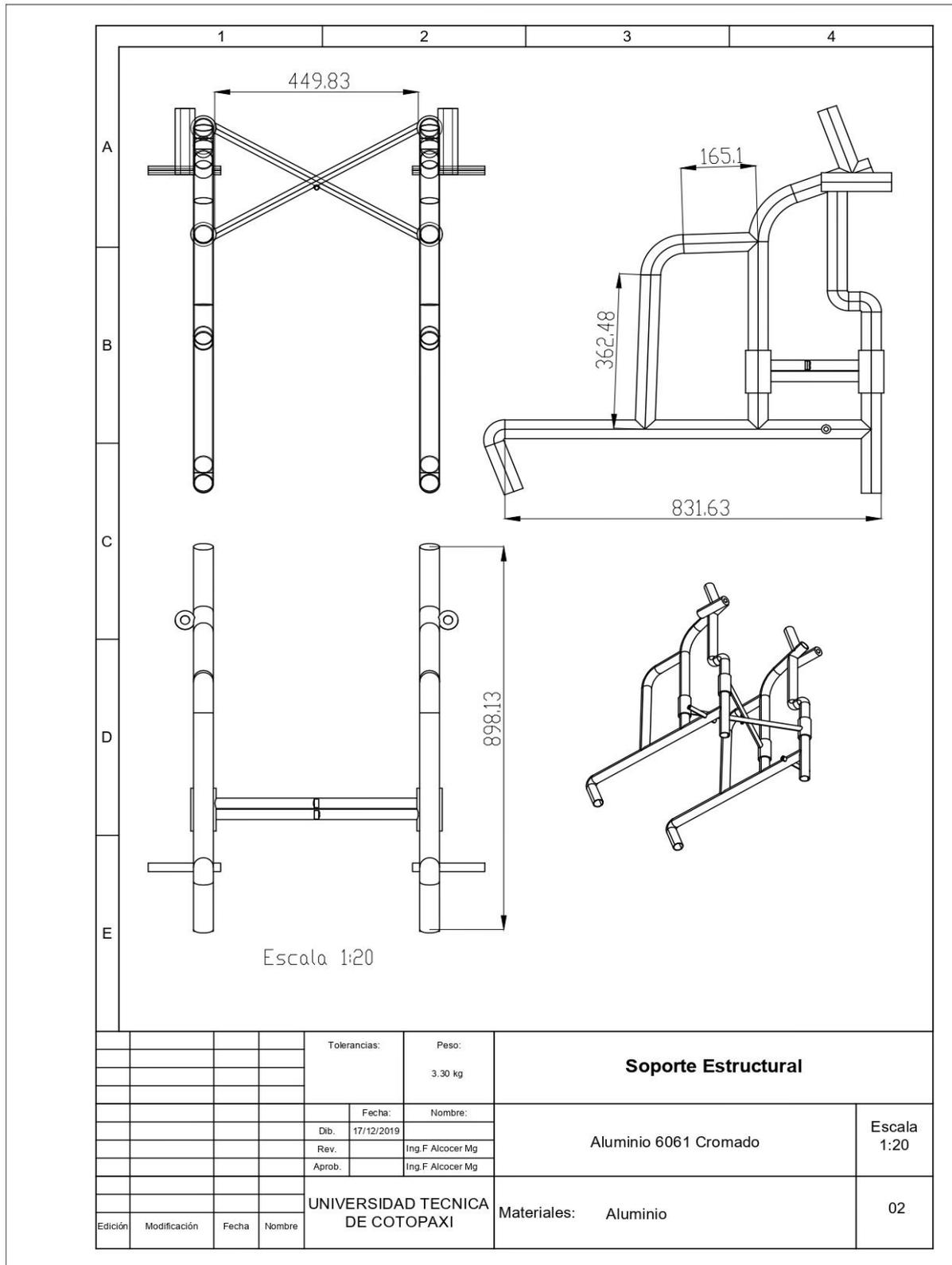


Anexo 8. Manubrio eléctrico ensamblado sin acoplamiento



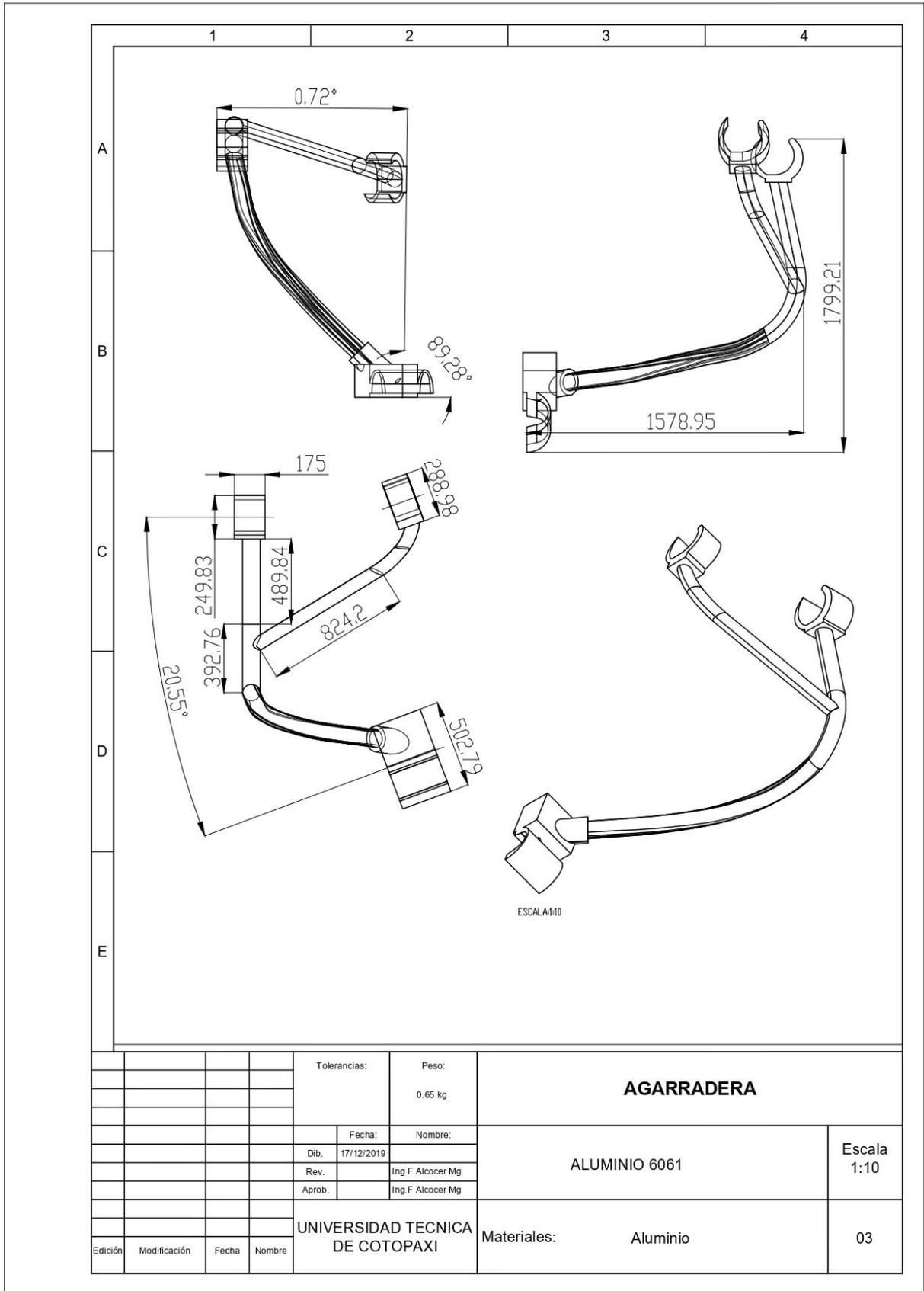
Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Anexo 9. Soporte estructural



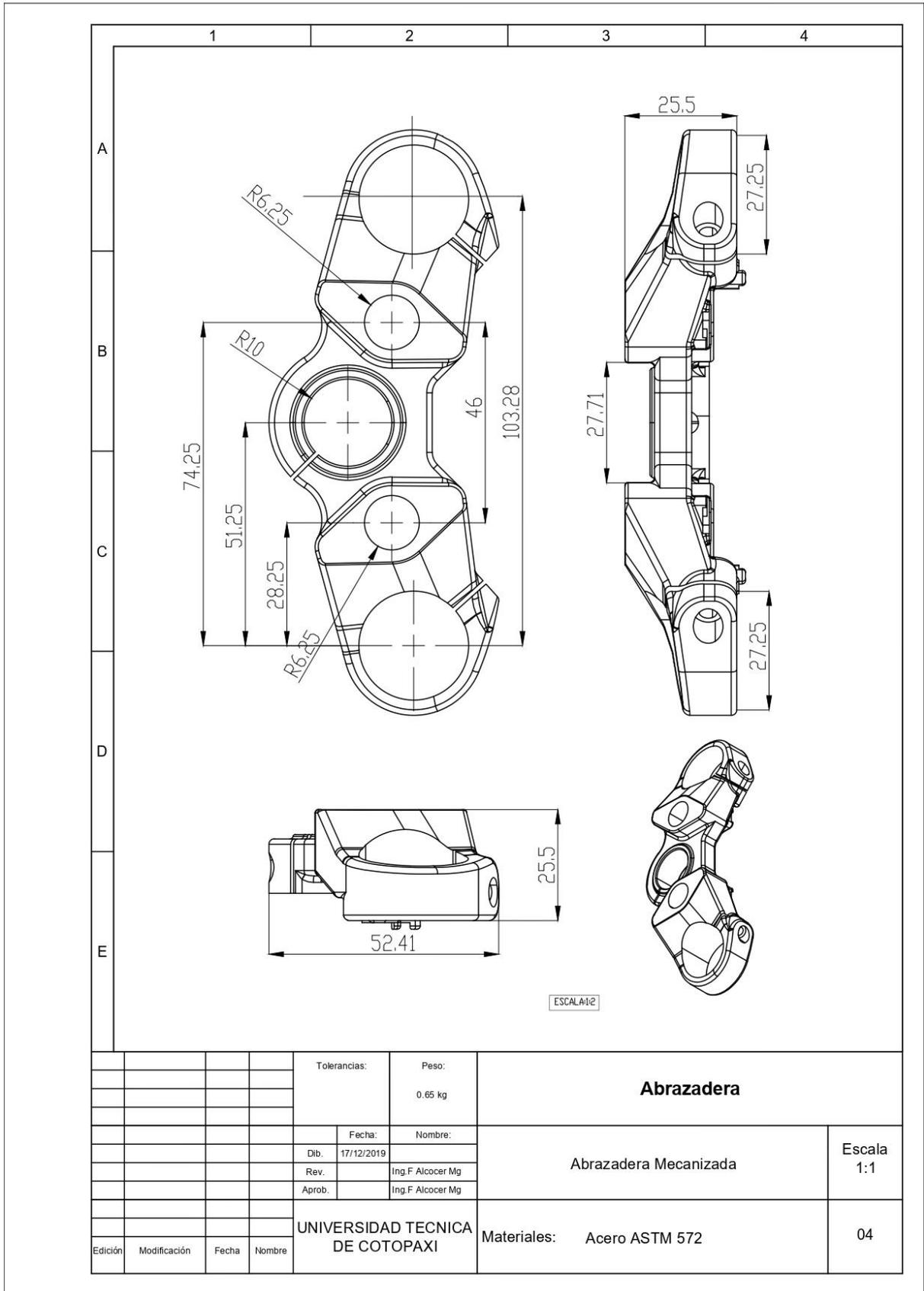
Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Anexo 10. Diseño de las agarraderas



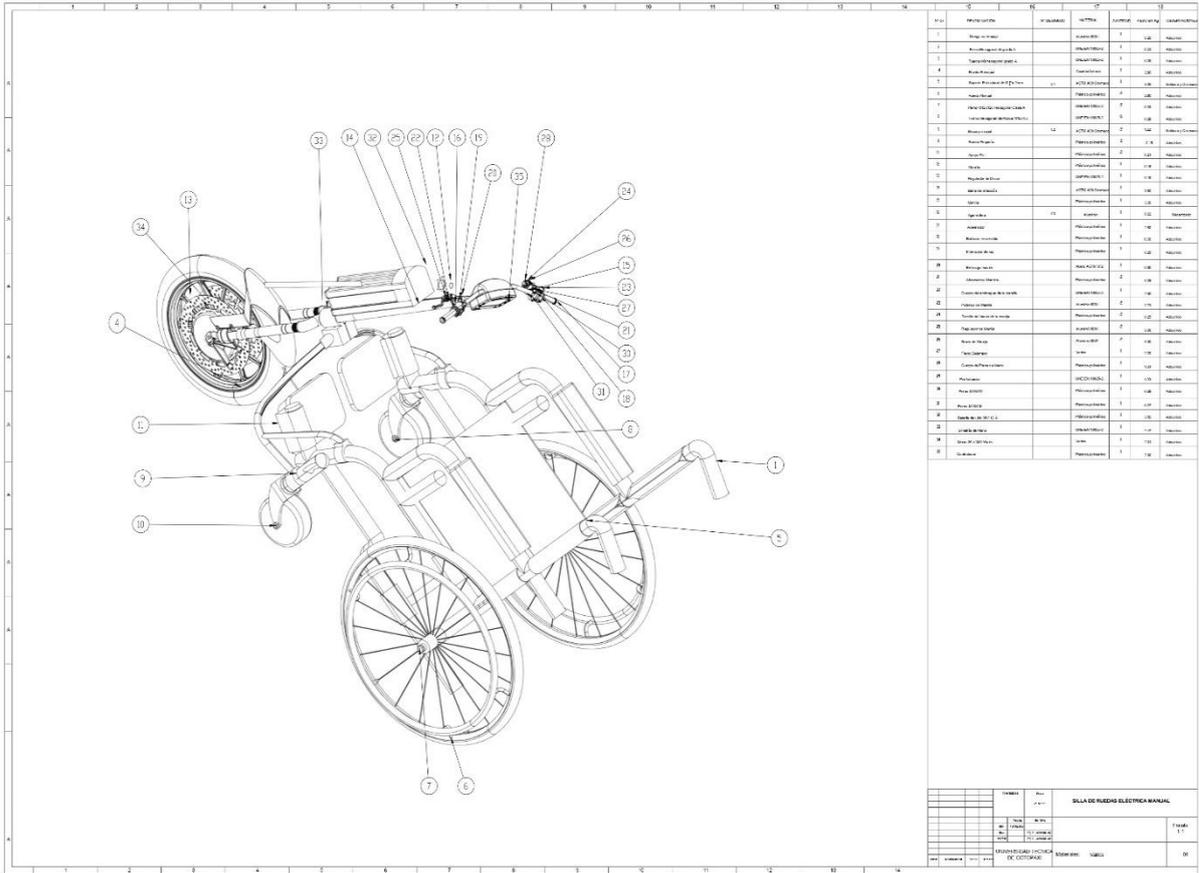
Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Anexo 11. Diseño de las abrazaderas



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Anexo 12. Esquema general del manubrio eléctrico con motor para silla de ruedas



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Anexo 13. Manubrio con motor eléctrico ensamblado y acoplado a la silla de ruedas



Fuente: (Fajardo y Pilaguano, 2022)

Anexo 14. Aval de traducción de idioma inglés**CENTRO
DE IDIOMAS****AVAL DE TRADUCCIÓN**

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“Implementación de un manubrio con motor eléctrico para el movimiento de personas que utilicen sillas de ruedas en el cantón La Maná”** presentado por: **Fajardo Arévalo Milton Froilán y Pilaguano Montero Joffre Jesús** egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la Facultad de **Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas - CIYA**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2022

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Olga Samanta Mg.', written over a light blue rectangular background.

Lic. Abedrabbo Olga Samanta Mg.
C.I: 050351007-5
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS

Anexo 15. Similitud de contenido



Document Information

Analyzed document	MILTON FAJARDO ULTIMO.pdf (D143304451)
Submitted	2022-08-27 05:26:00
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/13995/T-EPEL-EMI-0340.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2022-08-27 05:28:00
SA	Tesis_Alexis_Pilatasig_Tatiana_Lopez.docx Document Tesis_Alexis_Pilatasig_Tatiana_Lopez.docx (D46635430)
W	URL: http://athanieto.wordpress.com/tematicas/segundo-principio-de-la-termodinamica/ciclo-de-refrigeracion/ Fetched: 2022-08-27 05:26:00
SA	BedonVasquezLuisFernando_2017.docx Document BedonVasquezLuisFernando_2017.docx (D26128485)
SA	PLAN TRABAJO DE INVESTIGACION_QUINTANA HUANCA KEERLY MICKEY.pdf Document PLAN TRABAJO DE INVESTIGACION_QUINTANA HUANCA KEERLY MICKEY.pdf (D101750726)
W	URL: http://www.repositorio.usac.edu.gt/14119/1/Otto%20Raul%20Chavez%20Guzman.pdf Fetched: 2022-08-27 05:28:00
W	URL: http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/11626/1/65T00312.pdf Fetched: 2022-08-27 05:28:00
W	URL: https://books.google.com.ec/books?id=vQcusuzVPsC&dq=1.1+NOCIONES+DE+F%C3%80SICA.+1.1.1+Calor.+El+calor+es+una+forma+de+energ%C3%ADa.+Es+la+sensaci%C3%B3n+percibida+por+nuestros+%C3%99 Fetched: 2022-08-27 05:28:00
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Valenzuela_IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A TRAVÉS DE ENERGÍA EÓLICA COMO FUENTE D Document Valenzuela_IMPLEMENTACIÓN DE UN MINI SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A TRAVÉS DE ENERGÍA EÓLICA COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE.pdf (D1329) Submitted by: yoandrys.morales@utc.edu.ec Receiver: yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com
W	URL: http://dspace.espe.edu.ec/handle/123456789/13832 Fetched: 2022-08-27 05:29:00
W	URL: https://public.tableau.com/views/Discapacidad/Inicio?:embed=y&:showVizHome=no&:loadOrderID=0&:display_count=yes&:showTabs=y Fetched: 2022-08-27 05:28:00