

**DISEÑO DE UN SISTEMA MECATRÓNICO ESTABILIZADOR PARA SILLA DE  
BEBÉS TIPO MOÍSES USADAS EN NIÑOS MENORES DE 2 AÑOS**

**AARÓN DE JESÚS DIAZGRANADOS GARCÍA**

**OLAINER DE JESÚS MONTERO OSORIO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA  
BARRANQUILLA - COLOMBIA**

**2020**

**DISEÑO DE UN SISTEMA MECATRÓNICO ESTABILIZADOR PARA SILLA DE  
BEBÉS TIPO MOÍSES USADAS EN NIÑOS MENORES DE 2 AÑOS**

**AARÓN DE JESÚS DIAZGRANADOS GARCÍA  
OLAINER DE JESÚS MONTERO OSORIO**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de  
Ingeniero Mecatrónico**

**ASESORES DISCIPLINARES:  
ING. JEAN PIERRE COLL VELAZQUEZ, MSc.  
ING. CARLOS GABRIEL DIAZ SAENZ, MSc.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA  
BARRANQUILLA - COLOMBIA**

**2020**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado 1

---

Firma del jurado 2

## DEDICATORIA

*En el presente trabajo investigado lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el guía principal de este arduo recorrido lleno de objetivos, adversidades y triunfos semestre a semestre, ya que nos permitió terminar este proceso que es uno de los anhelos más deseados.*

*A nuestros padres, hermanos(a) y demás familiares por todo su amor, por su trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes por la confianza puesta en nosotros demostrarles en que nos hemos convertido y en los profesionales que seremos. Ha sido un orgullo y privilegio formar parte de ustedes.*

*A nuestros docentes por su paciencia, exigencia y valores enseñados e impuestos. Sus conocimientos, experiencia y apoyo moral que nos brindaron formaron nuevos profesionales que están orgullosos de haber pasado por el alma mater de la facultad de ingeniería y demás departamentos de la universidad Autónoma del Caribe.*

*Y a todos los amigos y compañeros de carrera que de una u otra forma estuvieron presentes compartiendo, viendo, viviendo y apoyando, crecimos junto a ustedes.*

*A todos, gracias les damos.*

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE TABLAS.....	10
GLOSARIO.....	11
RESUMEN .....	12
ABSTRACT .....	12
INTRODUCCIÓN .....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. ANTECEDENTES .....	14
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE .....	17
2. OBJETIVOS.....	18
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
3. MARCO DE REFERENCIA .....	19
3.1. ESTADO DEL ARTE .....	19
3.2. MARCO TEÓRICO.....	22
3.2.1 ELEMENTOS EXISTENTES PARA TRANSPORTE DE BEBÉS .....	23
3.2.2 COCHES DE BEBÉS .....	23
3.2.3 PORTABEBÉS .....	25
4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	33
4.1. METODOLOGÍA .....	33
4.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ESTABILIZADOR .....	33
4.3. CRONOGRAMA – PLAN DE TRABAJO .....	42
5. PRESUPUESTO.....	44

5.1.	PRESUPUESTO GENERAL .....	44
5.2.	PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO .....	45
5.3.	CONSULTORIA ESPECIALIZADA .....	46
5.4.	MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS .....	46
6.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	48
6.1.	DISEÑO DEL PROTOTIPO .....	48
6.3.	MATERIALES .....	50
6.3.1.	ARDUINO NANO.....	50
6.3.2.	GIROSCOPIO.....	51
6.3.3.	LM2596S .....	51
6.3.4.	SERVOMOTORES MG995 .....	52
6.4.	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	53
6.4.1.	MUESTRA POBLACIONAL.....	54
6.5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	56
6.5.1.	ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA LA ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO .....	57
6.5.2.	ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS POR EL DISPOSITIVO FINAL	59
6.6.	MANUAL DE USUARIO.....	62
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
	BIBLIOGRAFÍA .....	67
	ANEXOS .....	70

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Traslado peatonal de un bebe en silla tipo moisés. [4].....	15
Figura 2. Volcamiento de coche por falta de atención [5].....	16
Figura 3. Elementos existentes para el trasladó de un bebé [15].....	23
Figura 4. Coche de bebes plegables [15].....	24
Figura 5. Coche de bebes rígidos [15] .....	24
Figura 6. Coche de bebes Travels System [15].....	24
Figura 7. Mochilas rígidas o estructuradas [15].....	25
Figura 8. Bandolera portabebés [15] .....	25
Figura 9. Mochilas flexibles portabebés [15] .....	26
Figura 10. Moisés Flexibles tipo moisés [15].....	26
Figura 11. Moisés rígidos fijos tipo moisés [15].....	27
Figura 12. Moisés rígido portable tipo moisés [15] .....	27
Figura 13. Cunas rígidas para bebes [15] .....	28
Figura 14. Cuna modular para bebés [15].....	28
Figura 15. Corral rígido [15].....	28
Figura 16. Silla para cada niño según su etapa [17] .....	29
Figura 17. Las peores sillas evaluadas del mercado actual [18] .....	30
Figura 18. Distribución de calidad de marcas de sillas tipo moisés [18].....	31
Figura 19. Componentes de un sistema mecatrónico [20] .....	32
Figura 20. Fases de desarrollo del proyecto .....	33
Figura 21. Diseño de silla tipo egg .....	34
Figura 22. Silla de bebés tipo moisés para autos [22].....	35
Figura 23. Diseño de la silla en SolidWorks (propia autoría).....	35
Figura 24. Planos y vistas de la silla (propia autoría) .....	36
Figura 25. Diagrama de carga de la silla en material acrílico (propia autoría) .....	36
Figura 26. Diagrama de carga de la silla en material de caucho (propia autoría) .	37
Figura 27. Filtro y obtención de ángulos. ....	39
Figura 28. Condicionales de ángulos de balanceo e inclinación .....	40
Figura 29. Señales de PWM para los servomotores. ....	40

Figura 30. Cambio de posición.....	41
Figura 31. Respuesta del PID .....	41
Figura 32. Vista frontal y superior del prototipo (propia autoría).....	48
Figura 33. Esquemático eléctrico del prototipo (propia autoría) .....	49
Figura 34. Arduino nano [21] .....	51
Figura 35. Giroscopio MPU6050 [22] .....	51
Figura 36. Regulador LM2596S [23] .....	52
Figura 37. Servomotor MG995 [24] .....	52
Figura 38. Sistema de polea [25].....	53
Figura 39. Cojinete antifricción [26].....	53
Figura 40. Elementos de uniones [27].....	53
Figura 41. Mapa etnográfico mundial de defunciones infantiles.....	54
Figura 42. Datos de accidentes infantiles.....	55
Figura 43. Tabla de lesiones no intencionales en infantiles .....	55
Figura 44. Grafica de accidentes en infantiles según su género. ....	56
Figura 45. Vista frontal y superior del prototipo (propia autoría).....	56
Figura 46. Posición a 75° .....	57
Figura 47. Posición a 95° .....	57
Figura 48. Posición a 83° .....	57
Figura 49. Posición a 100° .....	57
Figura 50. Posición a 15° .....	58
Figura 51. Posición a 15° .....	58
Figura 52. Posición 170° .....	58
Figura 53. Dispositivo estabilizador de silla de bebés tipo moisés .....	59
Figura 54. Diferencias, Ángulos Vs Tiempo .....	60
Figura 55. Eje X.....	62
Figura 56. Materiales de unión .....	63
Figura 57. Eje Y.....	64
Figura 58. Prototipo construido .....	64
Figura 59. Montaje de la silla de bebés en la estructura .....	65
Figura 60. Engranaje grande.....	72



Figura 61. Soporte de servomotores .....	72
Figura 62. Engranaje pequeño .....	73
Figura 63. Esquinas de agarre .....	73
Figura 64. Soporte de rodamientos .....	74
Figura 65. Articulación de ejes .....	74
Figura 66. Dimensiones parte A y B.....	75
Figura 67. Figura 66. Dimensiones parte C, D, E y F .....	76

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla grafica de tipo de accidentes en bebes y niños .....	14
Tabla 2. Tabla de piezas del prototipo .....	38
Tabla 3. Tabla de cronograma de actividades.....	42
Tabla 4. Tabla de plan de trabajo.....	43
Tabla 5. Presupuesto general. ....	44
Tabla 6. Costo personal científico. ....	45
Tabla 7. Costo personal de apoyo.....	45
Tabla 8. Costo consultoría especializada.....	46
Tabla 9. Costo materiales e insumos. ....	46
Tabla 10. Costo trabajo de campo. ....	47
Tabla 11. Costo equipos usados .....	47
Tabla 14. Posiciones de ángulo para el eje Roll.....	57
Tabla 15. Posiciones de ángulo para el eje Pitch.....	58
Tabla 16. Tabulación de parámetros de ejes .....	60
Tabla 17. Comparación de ejes.....	61

## GLOSARIO

**ROLL:** Representación de rotación en el eje X que significa alabeo.

**PITCH:** Representación de rotación en el eje Y que significa cabeceo.

**YAW:** Representación de rotación en el eje Z que significa guiñada.

**GIMBAL:** Mecanismo de suspensión consistente en 2 aros concéntricos cuyos ejes forman un ángulo recto.

**PROTOTIPO:** Representación de un producto a pequeña escala, para probar situaciones reales y explorar su uso.

**SISTEMA DE CONTROL:** Conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar y dirigir el comportamiento de otro sistema.

**CAD (Diseño asistido por computadora):** Es el uso de programas de ordenador para crear, modificar o diseñar representaciones graficas bidimensionales o tridimensionales.

**PID (Controlador proporcional, integral y derivativo):** Mecanismo de control que a través de un lazo de retroalimentación permite regular variables perceptibles de un proceso general.

**PWM (Modulación de ancho de pulso):** Señal de voltaje utilizada para enviar o modificar la cantidad de energía que se envía a una carga.

## RESUMEN

El presente documento obedece al cumplimiento de accidentes que se presentan en la lo menores de 2 años. Representan una población vulnerable debido a que la curiosidad y el deseo de explorar su campo de alcance se relacione con la capacidad de tomar decisiones ni de razonar aún. Dada la problemática hemos decidido realizar un proyecto que disminuya uno de los tantos factores de lecciones en los niños transeúntes en acompañamiento con sus padres y mitigar el incremento.

Cumpliendo con las normas de transito europeas en los niños utilizamos medidas de seguridad en uno de los medios de tránsito para estos menores a través de un sistema estabilizador el cual ajustara el posicionamiento de la estructura y evitar volcamientos.

**Palabras claves:** Posición, Estabilizador, Estructura, Programación.

## ABSTRACT

This document is due to the fulfillment of accidents that occur in the under-2 years. They represent a vulnerable population because curiosity and desire to explore their scope relates to the ability to make decisions or reason even. Given the problem we have decided to carry out a project that decreases one of the many lesson factors in passing children in accompaniment with their parents and mitigate the increase.

Complying with European traffic standards in children we use safety measures in one of the means of transit for these minors through a stabilizing system which will adjust the positioning of the structure and avoid overturning.

**Keyword:** Position, Stabilizer, Structure, Programming.

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto de tesis busco diseñar e implementar estrategias de control de un sistema de posición y sujeción de una silla de bebés tipo moisés, la cual cuenta con un sistema de estabilización a movimientos externos generadas por acciones involuntarias, que garantice la seguridad y la integridad de los niños entre 0 y 2 años.

Existen muchos sistemas estabilizadores para dispositivos como el Gimbal para las cámaras digitales, automóviles, armas militares encontramos los bípodes y trípodos, incluso la cuchara estabilizadora para personas que sufren de Parkinson. Pero esta investigación se optó en diseñar un sistema estabilizador innovador destinado a la primera infancia, que le permitirá a los padres o su cuidador tener un mejor traslado del menor como actor vial en la diferentes facetas peatón o pasajero.

Fue clave entender la fisiología de los menores escogido para el estudio, junto con un análisis de movimiento corporales para determinar con claridad la anatomía humana del niño e incluir la caracterización de parámetros reuniendo datos, mediante y pruebas, planeando modelos y un diseño que se ajuste a la función que se desea satisfacer.

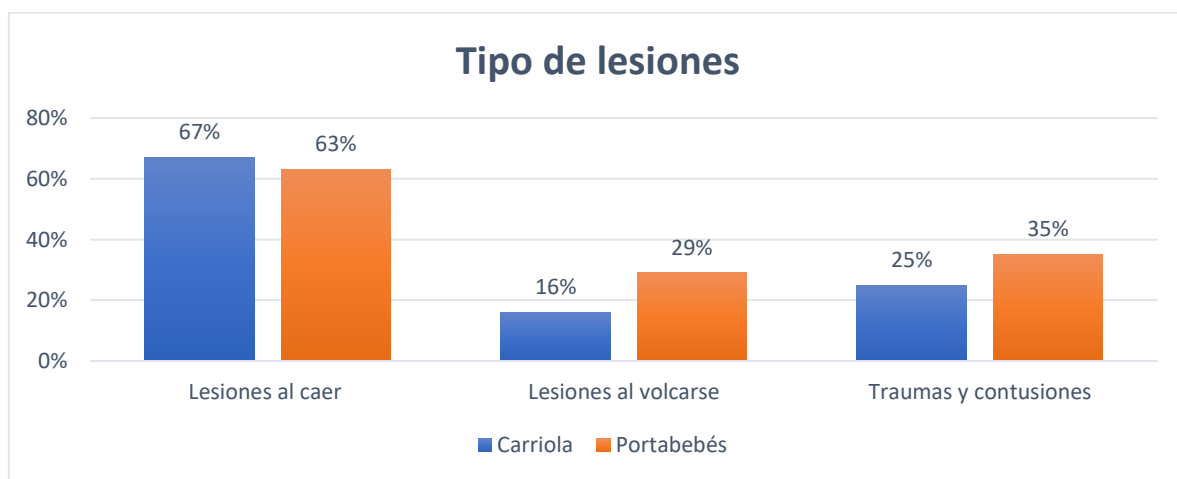
# 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. ANTECEDENTES

A nivel mundial, Europa y Estados Unidos presentan una cifra alarmante de casos de niños fallecidos a causa de accidentes en carriolas y sillas para bebés tipo Moisés que pudieran ser evitados. El uso de la silla a partir de los cero años no tiene discusión. Un estudio realizado por el Centro de Investigación y Política de Lesiones del Instituto de Investigación del Nationwide Children's Hospital, encontró que, durante un período de 21 años, desde 1990 hasta 2010, casi 361,000 niños de 5 años o menos fueron atendidos en los departamentos de emergencia de los hospitales de EE. UU, por lesiones relacionadas con el portador. Esto representa, alrededor de dos niños por hora [1].

Las causas más comunes son lesiones y caídas, las cuales generan traumatismos y conmociones cerebrales en estos niños, representando el 67% de los accidentes en los coches o sillas de paseo, y el 63% en el caso de los portabebeses. La segunda causa más común de lesión fue ocasionada por el vuelco o caída del portabebés con un 29% de las lesiones, y un 16% en el caso del vuelco del cochecito [2]. La razón es posible argumentarla por la falta de seguridad o exceso de confianza de la persona a cargo de estos menores.

Tabla 1. Tabla grafica de tipo de accidentes en bebes y niños



Y en Colombia, el Instituto de Medicina Legal entregó un reporte entre enero y junio de años pasados, de 2.333 niños que sufrieron lesiones en accidentes de tránsito como peatones o pasajeros [3].



*Figura 1. Traslado peatonal de un bebe en silla tipo moisés. [4]*

Según Ángela María Rosales, directora nacional de Aldeas Infantiles SOS, de 3.000 casos registrados por este tipo de accidentes, cerca del 47% resultaron en la muerte del menor [4]. Es decir, que en promedio casi 4 niños murieron cada día durante el pasado año por este tipo de casos, siendo los más afectados los menores entre los 0 y los 4 años.

### **1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Tomando referencia los estudios realizados por los entes encargados de reportes en bebés y niños es evidente que son los más propensos a sufrir caídas, lesiones, luxaciones y accidentes, que con frecuencia pueden ser perjudiciales a medida del crecimiento y otras que pueden resultar en accidentes fatales, registros que llevan hospitales y organizaciones de salud de la infancia, muestran una tasa de accidentalidad en la cual los factores que lo causan pueden ser controladas con medidas de seguridad y más atención a los niños. Dada a la autonomía que tienen

los bebés y los niños se vuelven más propensos a todo tipo de contusiones que son caídas, accidentes de tráfico como pasajeros, y más rara vez, atragantamientos y quemaduras.



*Figura 2. Volcamiento de coche por falta de atención [5]*

Promover medidas para garantizar seguridad y evitar lesiones en habitaciones, cunas y/o postura del bebé en su medio de transporte son los aspectos más importantes de estos. Asegurarse de que tanto la cuna como el cochecito, la silla del coche y la mochila portabebés, cumplan con las medidas de seguridad establecidas por los organismos pertinentes. Nunca se debe dejar a los bebés sin vigilancia sobre sillas, sofás, cambiadores, mesas, etc. Son frecuentes las caídas que se producen desde el cambiador, la cama o cualquier lugar alto en el que se deje solo al niño, aunque sea durante unos segundos.

Según lo mencionado; ¿Basándonos en los datos anteriores sería factible la implementación de un sistema mecatrónico estabilizador, adaptado a una silla para bebés menores de 2 años, capaz de disminuir los riesgos de accidentalidad al momento de su traslado como transeúnte?



## **1.2. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE**

Se genera una situación difícil para aquellos padres, en especial los primerizos, que deben trasladarse con un bebé. Esto se asocia con factores humano o ambientales, analizando el comportamiento de los padres primerizos ellos comenten errores al cuidado del bebé mientras se adaptan en las primeras etapas del infante, entre los errores más comunes se encuentran evitar consejos de pediatras expertos, abrigo demasiado, dormir en la cama de un adulto en vez de una cuna y no admitir que necesita ayuda. Para ello también los factores ambientales asocia un comportamiento diferente en los niños de 0 a 2 años los cuales uno de ellos puede ser el cambio de temperatura provoca cambios de ánimo que genera movimientos de desesperación y podrían terminar en accidentes.

Con este proyecto se quiere proponer una alternativa multifuncional, basada en un sistema de posición y sujeción, que contará con una placa de control y un conjunto de motores que garanticen la estabilidad y posición, para que, de esta manera, los padres se puedan desenvolver en sus actividades en compañía del niño, asegurando el bienestar de este y ofrecer una oportunidad de mejora en este medio de transporte.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un sistema estabilizador de silla de bebés tipo Moisés usadas en niños menores de 2 años, para disminuir la tasa de accidentalidad al momento de su traslado.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar el prototipo estabilizador usando un software tipo CAD para el análisis de comportamiento estático-dinámico del sistema.
- Construir el dispositivo basado en una estrategia de control y estructura física para la estabilización de la silla.
- Validar técnica y funcionalmente el dispositivo para su uso eficiente.

### 3. MARCO DE REFERENCIA

Todos los proyectos de control a mencionar cuentan con un sistema de coordenadas o ángulos de navegación que son Pitch, Roll, Yaw. Imaginariamente conforman líneas que se interceptan en un punto de ángulos rectos en un centro de gravedad; Roll (balanceo), Yaw (inclinación), Pitch (guiñada). Roll denota la rotación alrededor del eje de adelante, Yaw la rotación alrededor del eje de lado a lado, y Pitch rotación del eje vertical.

#### 3.1. ESTADO DEL ARTE

- **Reseña historia sobre el control automático:** Los primeros sistemas de control precisos se remontan a los años 270 a.c, donde el griego mecánico Ktesibios invento un regulador para un reloj de agua. Es de los primero inventos que se considera como un sistema retroalimentado, donde cuya función era mantener constante los niveles del agua en un recipiente, que a su vez llenaba un segundo recipiente. El nivel del segundo recipiente dependía del tiempo transcurrido [6].

Hasta la revolución industrial el diseño de los sistemas de control se realizaba mediante prueba y error, unido con una gran cuota de intuición de ingeniera. De tal manera que era más un arte que una ciencia. En la mitad del siglo XVIII, la matemática fue utilizada para analizar la estabilidad de los sistemas de control realimentado. Como la matemática es el lenguaje formal de la teoría del control automático, se conoce al periodo previo a ese tiempo como la prehistoria de la teoría del control [6].

En línea con lo anterior, el primer trabajo sobre análisis matemático de un sistema de control se realizó sobre la base de ecuaciones diferenciales. J.C. Maxwell realizó el análisis del regulador de watt en 1868. La técnica empleada consistió en linealizar la ecuación diferencial del movimiento, para hallar la ecuación característica del sistema. A través de ella estudió el efecto de los parámetros del sistema sobre la estabilidad y demostró que el sistema

es estable si las raíces de la ecuación característica tienen parte real negativa [6].

Partiendo de ecuaciones diferenciales, empezaron a surgir los grandes inventos empleando la teoría de la estabilidad, como es el caso de C.S. Draper, que en 1960 inventó su sistema de navegación inercial, que utilizaba giróscopos para suministrar información exacta de la posición de un cuerpo moviéndose en el espacio, como ser un barco, avión o un vehículo espacial. De esta manera fue necesario desarrollar los sensores apropiados para el diseño de los controles de navegación [6].

- **A Steady-Hand Robotic System for Microsurgical Augmentation:** En 1999 un grupo de ingenieros fabricó un sistema robótico estabilizador de manos para el aumento de la microquirúrgica. Es un sistema robótico que desarrollaron para ampliar la capacidad de un ser humano para llevar a cabo las tareas de manipulación de pequeña escala (submilimétrica), una herramienta que simultáneamente con el operador detectará y será capaz de ser preciso al momento de proporcionar mejores saturaciones libre de temblores [7].
- **Steady-Hand Manipulator for Retinal Surgery:** Otros de los sistemas estabilizadores creados para las cirugías medicas fue desarrollado en la universidad de Johns Hopkins, es un sistema estabilizador de manos manipulador de cirugía de retina. El cirujano y el robot de control de parte de una herramienta acoplada a través de un sensor de fuerza. El controlador del robot detecta fuerzas ejercidas por el operador en la herramienta y utiliza esta información para un control posicional precisa, suave y escalado a fuerzas. El resultado fue es un sistema con una mayor eficacia, flexibilidad y ergonomía, que satisfacen los requisitos de precisión y seguridad de la microcirugía de retina [8].

- **Lifware Steady:** A partir del siglo XXI muchos han sido los avances que usan sistemas estabilizadores integrados, para seguir satisfaciendo necesidades puntuales de la humanidad. Lifware Steady está diseñado para ayudar a las personas con temblor de manos, que puede estar relacionado con la enfermedad de Parkinson o temblor esencial, a comer más fácilmente [9].
- **Arculus ONYX:** En grabaciones de películas y toma de imágenes y videos se encuentra el Arculus Onyx, que ha sido una invención de los hermanos Geoffrey y Jimmy Desborough de Nueva Zelanda. Proporciona un rendimiento de estabilización óptimo incluso en las condiciones más exigentes [10].
- **Sistema estabilizador para smartphone gimbal:** Otro tipo de sistema de estabilización se adaptó a los Smartphones, a través de un dispositivo Gimbal de tres grados de libertad que emplea motores de corriente directa sin escobillas y un sensor de referencia de posición angular espacial (AHRS), y cuyo propósito es la obtención de video sin perturbaciones mecánicas mientras el usuario se encuentra en movimiento [11].
- **PID self-tuning control based on Mamdani fuzzy logic control for quadrotor stabilization:** El primer proyecto por mencionar será el QNET VTOL, está diseñado para enseñar y demostrar los fundamentos de despegue vertical y aterrizaje de un control de vuelo. Tiene Quadrotores como un tipo de UAV, y permite al Quadrotor estar estacionario flotando en el aire. El sistema de control PID (Proporcional Integral Derivative) es uno de los métodos de control que se usan comúnmente. Normalmente se usa para optimizar la estabilización de Quadrotor al menos en base a los tres ángulos eulerianos (balanceo, inclinación y guiñada) como parámetros de entrada para el sistema de control [12].

- **Robot Balancín:** El segundo proyecto es el robot balancín este proyecto permite el desarrollo de competencias profesionales del estudiante de ingeniera mecatrónica, al poner sus conocimientos a prueba en la implementación de sensores que permitan la medición de variables poco comunes. El estudiante estará en la capacidad de implementar conocimientos generales en la adquisición, muestreo, manipulación, control, implementación y retroalimentación de señales, al igual de poder solucionar otras problemáticas que se generan a través del desarrollo del proyecto [13].
- **Diseño e implementación de una plataforma bola y plato, para la aplicación de técnicas de control PID y LQR:** El tercer proyecto a mencionar será el Control Ball and Plate (plato y bola), que es la ampliación de un sistema bola y viga en dos ejes, lo cual conlleva a la interacción de movimiento de cada uno de los ejes, ocasionando que un movimiento en el eje X afecte la posición de la bola en el eje Y, del mismo modo un movimiento en el eje Y afecte la posición de la bola en el eje X, esto hace que una plataforma bola y viga de ser un sistema SISO (única entrada, única salida) se convierta en un sistema MIMO (múltiples entradas, múltiples salidas) [14].

### 3.2. MARCO TEÓRICO

Las medidas de seguridad con sistemas de retención se van desarrollando en función a la falta de atención y traslado de un bebé. Para comprender este desarrollo, solo adoptando medidas el numero relacionado con este medio de transporte para bebés se reduciría notablemente. Para realizar nuestro proyecto será necesario conocer las etapas para focalizar la edad a la que va dirigida nuestra estrategia, y una intervención para la permanecía temporal que garantice la protección en su instancia de traslado.

### 3.2.1 ELEMENTOS EXISTENTES PARA TRANSPORTE DE BEBÉS

Existen muchos tipos de transporte para el traslado y permanencia temporal de un bebé en forma peatonal, su modo de uso depende a la instancia específica para la cual han sido desarrollados.

Dentro de los elementos y accesorios para el traslado de un bebé existentes en el mercado actual, se establece la siguiente clasificación [15]:

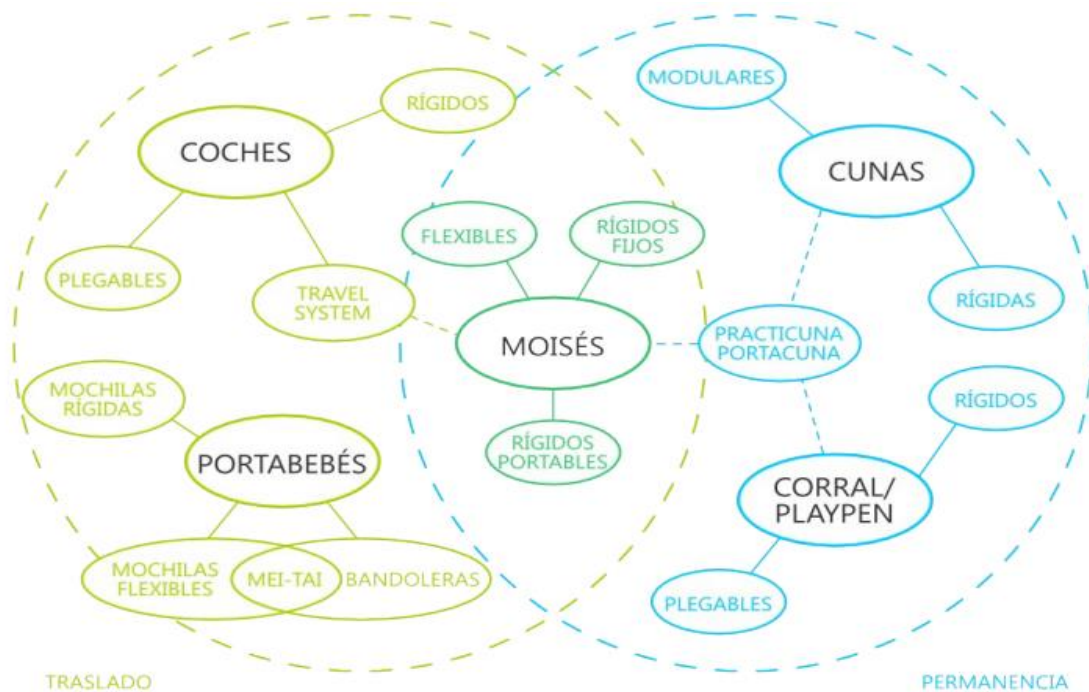


Figura 3. Elementos existentes para el traslado de un bebé [15]

### 3.2.2 COCHES DE BEBÉS

Los coches de bebés son un medio de transporte adquirido por las parejas al momento de ser progenitores. Se emplea de forma frecuente para mantener al bebé recostado frente a la persona encargada de transportarlo. Los coches de bebés se caracterizan por ser un medio de traslado eficiente y seguro. Existen tipos de coches o carriolas las cuales son:

- Coches plegables:



*Figura 4. Coche de bebes plegables [15]*

- Coches rígidos:



*Figura 5. Coche de bebes rígidos [15]*

- Travels System:



*Figura 6. Coche de bebes Travels System [15]*



### 3.2.3 PORTABEBÉS

También son conocidas como cunas portátiles con asas, los portabebeses siempre han sido usado a lo largo de la historia y son las únicas que ofrecen una postura con la fisiología del bebé de la persona que lo transporta, y especialmente diseñado para los bebés de 0 a 6 meses. Los tipos de portabebés son:

- Mochilas rígidas o estructuradas:



*Figura 7. Mochilas rígidas o estructuradas [15]*

- Bandoleras:



*Figura 8. Bandolera portabebés [15]*

- Mochilas flexibles:



*Figura 9. Mochilas flexibles portabebés [15]*

### **3.2.4 MOISES**

El moisés es una cuna de menor tamaño, las cuales son consideradas como la primera prioridad que garantice un descanso y seguridad para el bebé, su proceso de adaptación con el exterior viene dado también por el moisés portable, un sistema adaptable que sea capaz de ser usado como medio de traslado. Existen moisés como los siguientes:

- Flexibles:



*Figura 10. Moisés Flexibles tipo moisés [15]*

- Rígidos fijos:



*Figura 11. Moisés rígidos fijos tipo moisés [15]*

- Rígidos portables.



*Figura 12. Moisés rígido portable tipo moisés [15]*

### **3.2.5 CUNAS**

Son camas pequeñas fijas para un el interior de una vivienda el cual es ocupada por el lactante, es un elemento de seguridad pensadas como un espacio de permanencia donde el bebé tenga un lugar libre y cómodo para poder moverse y desplazarse de forma segura. Los tipos de cunas son:

- Cunas rígidas:



*Figura 13. Cunas rígidas para bebés [15]*

- Cunas modulares:



*Figura 14. Cuna modular para bebés [15]*

### **3.2.6 CORRALES O PLAYPEN**

consisten, como su nombre lo dice, en un corral cercado para que el niño juegue y/o descansa durante el día. Por lo general se trata de estructuras de madera con mallas o barrotes altos para que el niño no pueda salir, y un colchón o colchoneta en la base.

- Corral



*Figura 15. Corral rígido [15]*

### 3.2.7 NORMAS DE SEGURIDAD

Una guía elaborada por Cesvi Colombia [16], considera que el lugar más seguro para un niño (menor de 10 años) en el interior de un carro es el asiento trasero, incluso en el Código Nacional de Tránsito está estipulada la penalización de este comportamiento.

En Colombia, el artículo 82 del Código Nacional de Tránsito, afirma que “Los menores de diez (10) años no podrán viajar en el asiento delantero del vehículo. Por razones de seguridad, los menores de dos (2) años solo podrán viajar en el asiento posterior haciendo uso de una silla que garantice su seguridad y que permita su fijación a él, siempre y cuando el menor viaje únicamente en compañía del conductor” [17].

La silla tipo moisés varía dependiendo de la edad y peso correspondiente del niño, y un sistema de ajuste para las distintas posiciones que puede tomar el asiento como se observa en la siguiente imagen.

Una silla para cada niño				
Etapa	0 y 0+	I	II	III
				
PESO	máx. 10 kg	9 - 18 Kg	15 - 25 kg	22 - 36 kg
EDAD	0 - 9 meses	9 meses - 4 años	4 años - 6 años	6 - 12 años

Figura 16. Silla para cada niño según su etapa [17]

Los sistemas de retención infantil deben usarse en calles, carreteras y autopistas. Hay uno para cada edad. En general, existen dos sistemas similares: el Latch, de Estados Unidos, y el Isofix, del resto del mundo.



### 3.2.8 MEJORAS EN LAS SILLAS DE BEBÉS HASTA EL 2019: MEJORES Y PEORES DEL MERCADO

Según un estudio del laboratorio ADAC en Landsberg (Alemania), se han analizado 24 sillitas con el objetivo de dar la valoración en pruebas que analizan su seguridad. Ninguna ha obtenido la clasificación de Muy Buena, aunque cuatro de ellas han conseguido la máxima nota en el apartado de seguridad [18].

Las cinco peores sillas fueron evaluadas y como consecuencia se encontraban elevadas sustancias tóxicas en el material textil. La peor, el modelo Foppapedretti Uniko i-Size, además de presentar muchas deficiencias en su tapicería como naftalina, puntos débiles en su estructura, y ocupa mucho espacio.



Figura 17. Las peores sillas evaluadas del mercado actual [18]

El total de sillas analizadas se resume en una tabla mostrando los resultados obtenidos por el laboratorio ADAC en función de la seguridad, manejo, ergonomía y sustancias tóxicas.

MARCA/MODELO	HOMOLOGACIÓN	ISOFIX	RECOMENDACIÓN DEL CLUB	SEGURIDAD	MANEJO	ERGONOMÍA	SUSTANCIAS TÓXICAS
<b>HASTA APROX. UN AÑO Y MEDIO</b>							
Britax Römer Baby-Safe 2 i-Size + base i-Size Flex	40-83 cm						
Britax Römer Baby-Safe 2 i-Size + base i-Size	40-83 cm						
Joie i-Level	40-85 cm						
Bébé Confort Cabriofix	-13 kg						
Maxi-Cosi Cabriofix	-13 kg						
Hauck Comfort Fix + base Isofix Comfort Fix	-13 kg						
CBX Shima	-13 kg						
CBX Shima + base Isofix Shima	-13 kg						
Hauck Comfort Fix	-13 kg						
Bébé Confort Cabriofix + base Familyfix	-13 kg						
Maxi-Cosi Cabriofix + base Familyfix	-13 kg						
Jané Koos i-Size + iPlatform	40-83 cm						
Jané Koos i-Size	40-83 cm						
<b>HASTA APROX. 4 AÑOS</b>							
Chicco Around U i-Size	40-105 cm						
Nachfolger Hy5 TT	-18 kg						
Foppapedretti Uniko i-Size	40-95 cm						
Graco Turn2Reach	-18 kg						
Osann Fox	-18 kg						
<b>APROX. ENTRE 1 Y 4 AÑOS</b>							
Britax Römer Swingfix M i-Size	61-105 cm						
Britax Römer Dualfix M i-Size	61-105 cm						
<b>APROX. ENTRE 1 Y 12 AÑOS</b>							
Cyber Pallas S-Fix	9-36 kg						
Nania I-Max SP Isofix	9-36 kg						
Osann I-Max SP Isofix Ferrari	9-36 kg						
<b>APROX. ENTRE 4 Y 12 AÑOS</b>							
Cyber Solution S-Fix	15-36 kg						

Figura 18. Distribución de calidad de marcas de sillas tipo moisés [18]

Con estas recomendaciones, se puedes tener una idea de los cambios que se obtienen al evaluar a las sillas de coche para niños y bebés. Una serie de medidas donde cuyo objetivo no es otro que el de salvar sus vidas.

### 3.2.9 SISTEMAS MECATRÓNICOS, MECÁNICO Y DE CONTROL

Un sistema mecatrónico es aquel sistema que recoge señales, las procesa y emite una respuesta por medio de actuadores, generando movimientos o acciones sobre el sistema en el que se va a actuar: Los sistemas mecánicos están integrados con sensores, microprocesadores y controladores. Los robots, las máquinas controladas digitalmente, los vehículos guiados automáticamente, etc. se deben considerar como sistemas mecatrónicos [19].

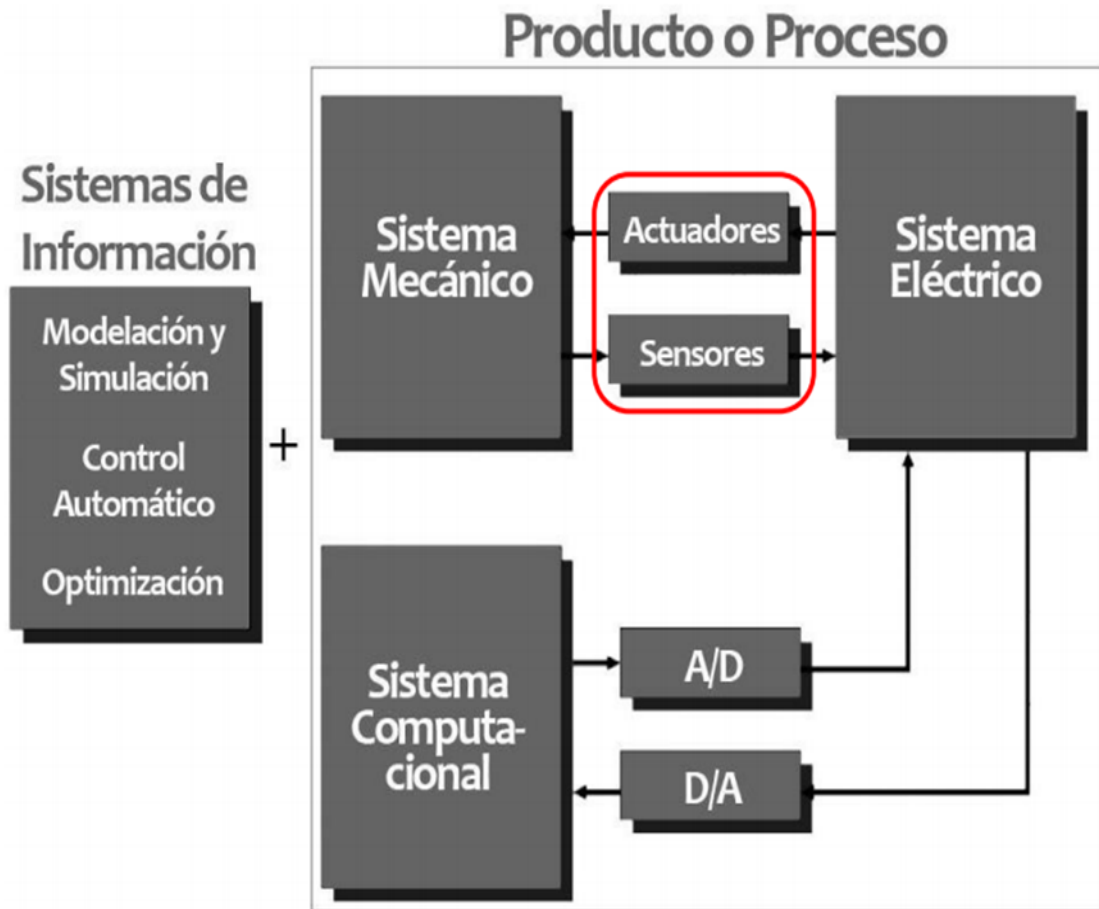


Figura 19. Componentes de un sistema mecatrónico [20]

Y adaptado los sistemas de controles existentes podremos reducir nuestro sistema buscando una mayor eficiencia, una mejor confiabilidad y flexibilidad desde el punto de vista de la programación y control, adecuando un enfoque integral con un microprocesador.



## 4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

### 4.1. METODOLOGÍA

El tipo de investigación del proyecto es exploratorio, debido a que se basa en un tema desconocido o poco novedoso como lo son los sistemas de estabilización en las sillas de bebés; partiendo que la información es escasa e imprecisa y nos impide obtener las mejores conclusiones sobre qué aspectos son relevantes y cuáles no para la implementación del sistema, se requiere en primer término explorar e indagar.

Para explorar un tema relativamente desconocido como este, se requiere de un amplio conocimiento de medios y técnicas para recolectar datos como son la revisión bibliográfica, cuestionarios, base de datos especializadas, revistas, entre otros.

### 4.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ESTABILIZADOR

Por lo anterior, a continuación, se muestra un esquema que explica las fases que se implementaran durante el transcurso del proyecto:

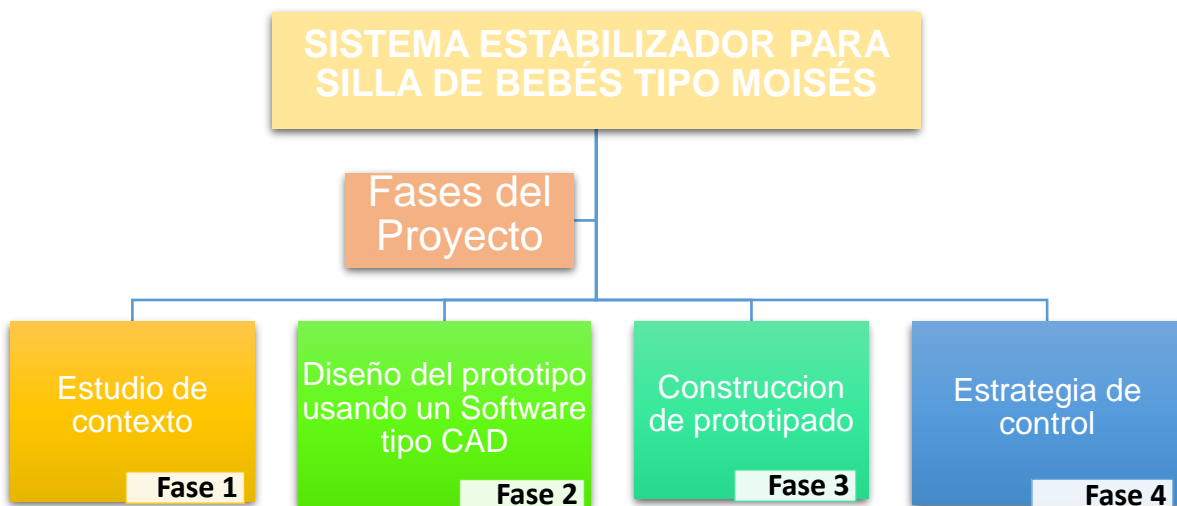


Figura 20. Fases de desarrollo del proyecto

#### 4.2.1. FASE I (ESTUDIO DE CONTEXTO)

En esta etapa se procederá a recopilar toda la información necesaria para poder solucionar dudas y aclarar inconvenientes en cuanto al diseño, al análisis del comportamiento de la silla y del sistema de control que implementaremos.

#### 4.2.2. FASE II (DISEÑO EN SOFTWARE TIPO CAD)

Para llevar a cabo la segunda fase del proyecto, se realizará un diseño del prototipo de la silla para bebés tipo moisés, usando un programa tipo CAD (SolidWorks) para la simulación de la silla, con el fin de determinar las diferentes cargas y esfuerzos a la cual estará sometida para obtener las recomendaciones dadas por el programa, tales como el material a usar.

Se cuentan con unos planos preliminares como guía para el diseño de la silla, que son los siguientes:

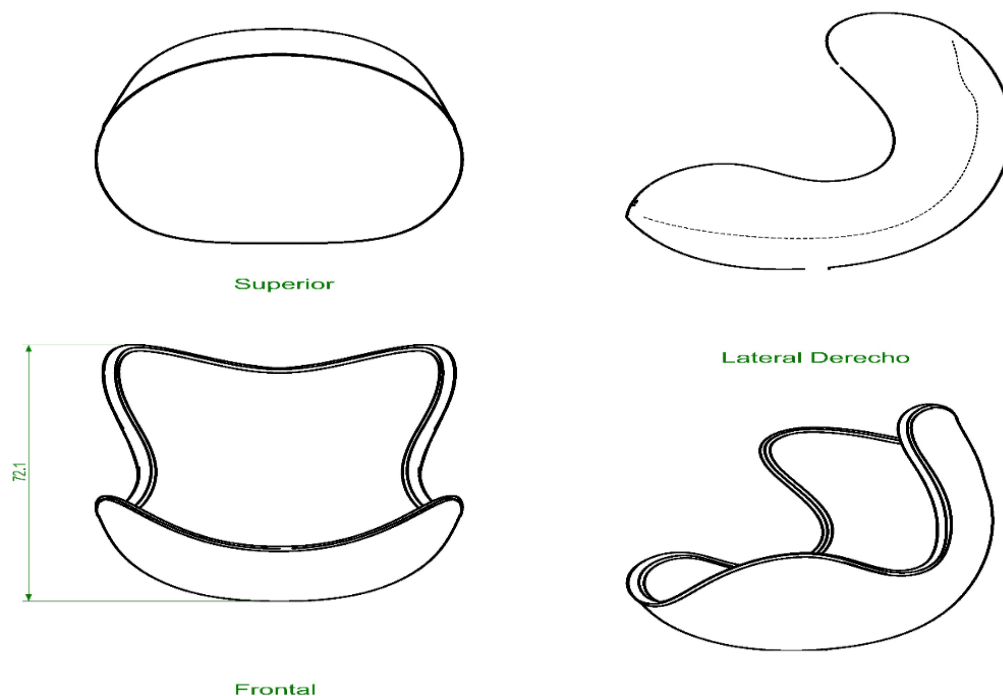


Figura 21. Diseño de silla tipo egg

Se toma como referencia una imagen de una silla de bebés buscada en Google para representarla en el software tipo CAD la cual es la siguiente:



Figura 22. Silla de bebés tipo moisés para autos [22]

A continuación, se muestra el diseño realizado de la silla de bebé en el software SolidWorks como entregable de nuestro objetivo específico número uno:

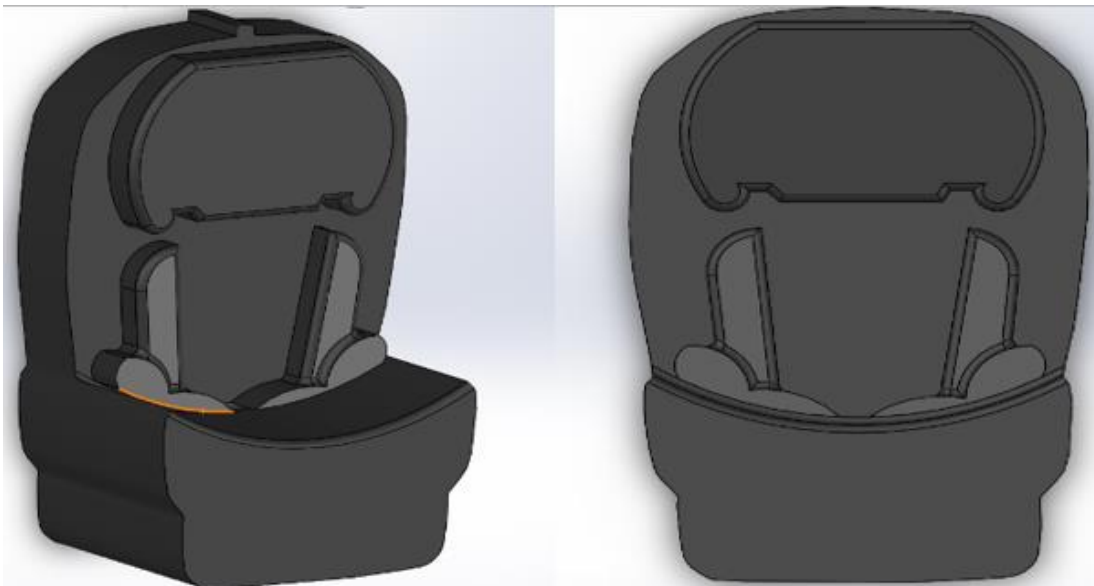


Figura 23. Diseño de la silla en SolidWorks (propia autoría)

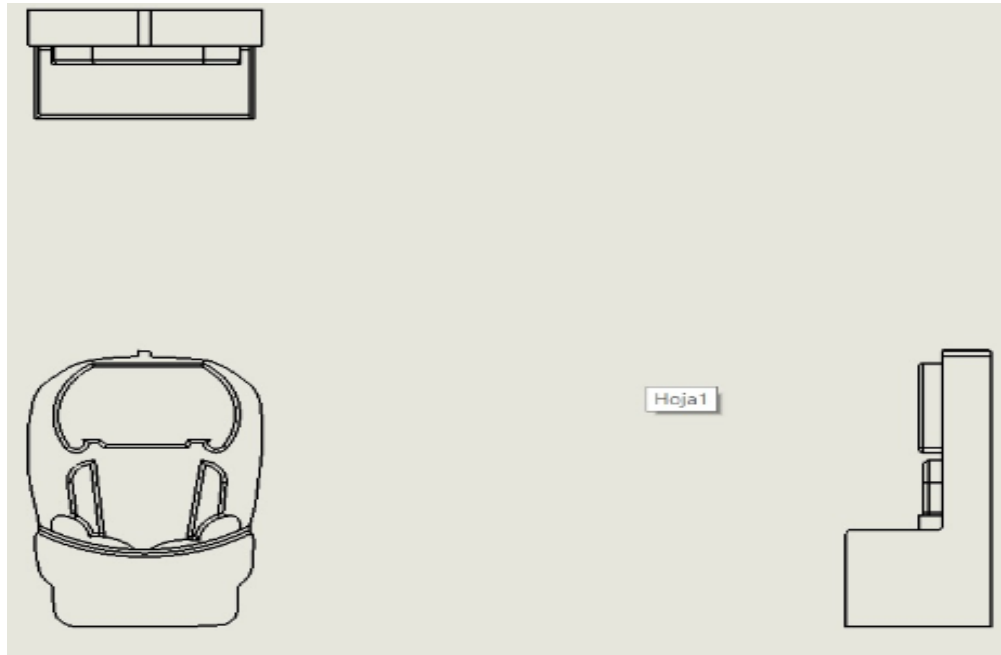


Figura 24. Planos y vistas de la silla (propia autoría)

Los diagramas de cargas de la silla se hicieron con dos tipos diferentes de material que fueron acrílico y caucho que son 2 de los materiales que se usan para la construcción en este tipo de silla.

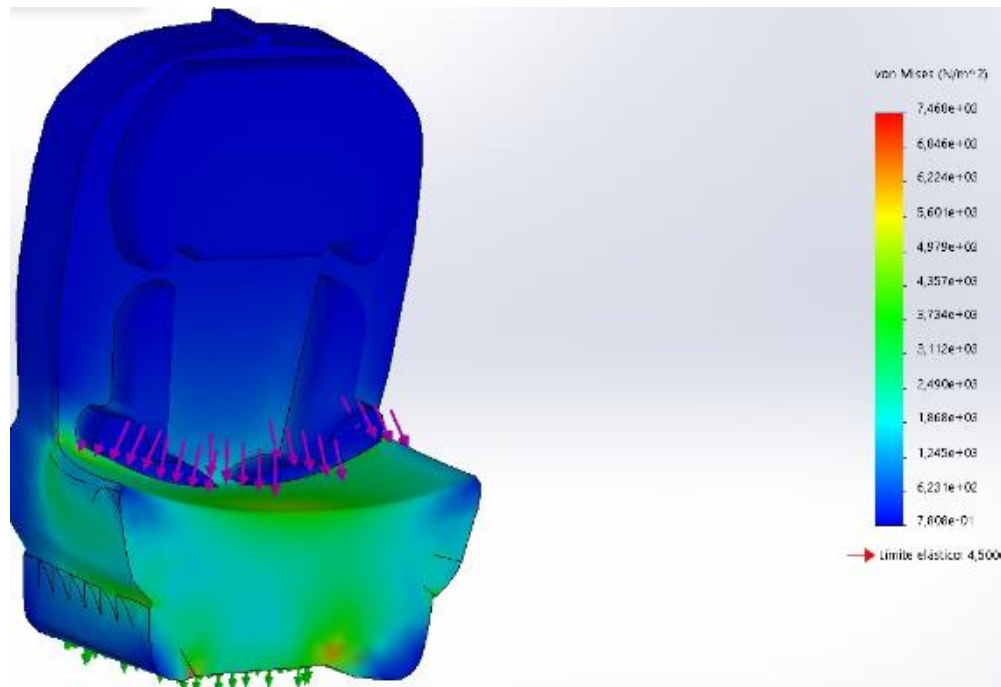


Figura 25. Diagrama de carga de la silla en material acrílico (propia autoría)

Y para caucho se obtuvo el siguiente diagrama de cargas:

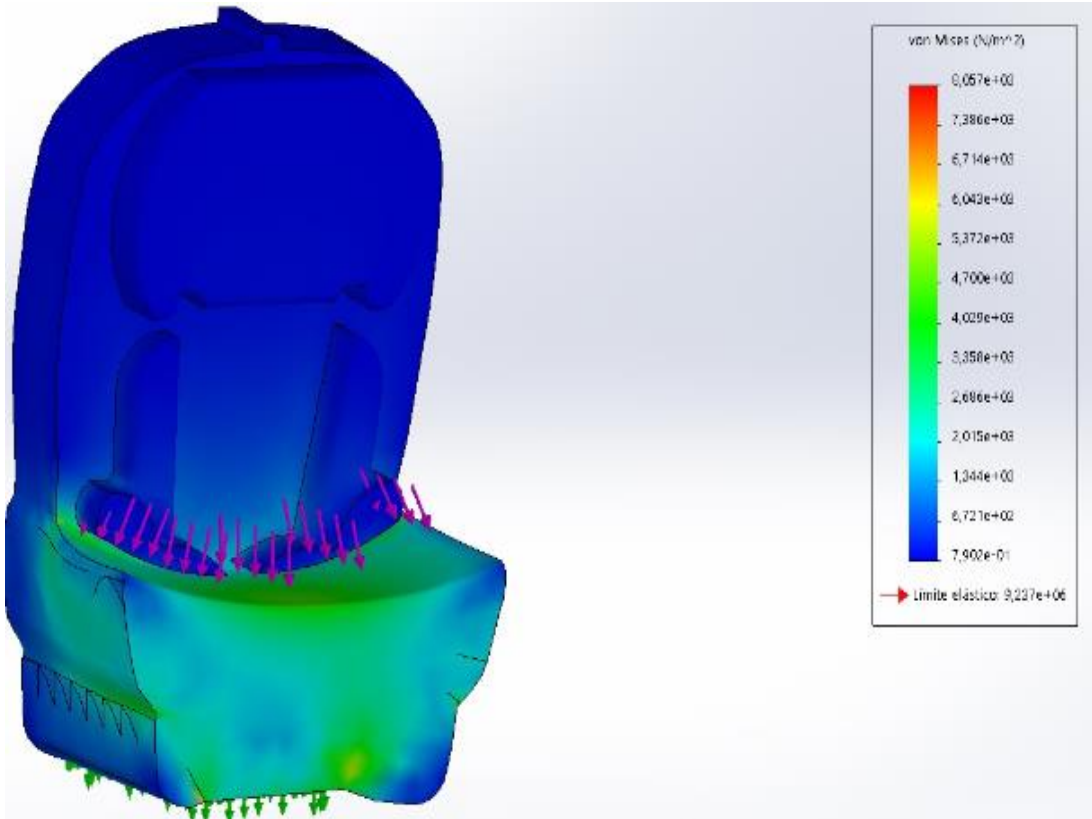


Figura 26. Diagrama de carga de la silla en material de caucho (propia autoría)

### 4.2.3. FASE III (CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPADO)

En esta etapa, se iniciará la construcción del dispositivo que recubrirá la silla para un mejor manejo y transporte del niño, así como el desarrollo de su sistema de control. En esta fase de ejecución, se pretenderá dar solución a los primeros objetivos específicos planteados de la siguiente manera:

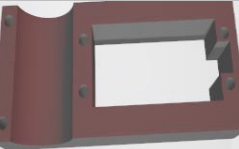
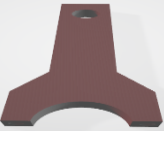
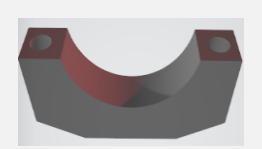

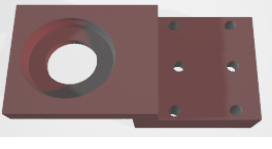
Primeramente, desarrollar en la plataforma de SolidWorks, un programa tipo CAD en el cual se pueden obtener datos como el centro de masa, concentración de esfuerzos, distribución de pesos, realizar cambios a la estructura con fines estéticos y todo de manera digital.

Una vez terminado el diseño digital, se procederá a la compra de materiales para la elaboración del dispositivo adaptable de forma física, con el objetivo de que esta sea lo más parecida al diseño preliminar previamente elaborado.

Dentro de los materiales necesarios para la elaboración del proyecto, se obtendrán algunos de los componentes que darán soporte, posición, sujeción y protección a la silla. Estos componentes deberán ser capaces de ser incorporados y compatibles con la comunicación de los sensores, motores y escobillas que soporten un buen torque y velocidad.

Una vez realizada la revisión bibliográfica de cada uno de los componentes, y habiendo entendido su funcionamiento, se realizará la programación de la placa de control, teniendo en cuenta las señales suministradas por los sensores y el rango de trabajo de nuestros actuadores.

Tabla 2. Tabla de piezas del prototipo

	Pieza 1 del mecanismo (x2)		Pieza 2 del mecanismo (x1)
	Pieza 3 del mecanismo (X2)		Pieza 2 del mecanismo (X4)
	Pieza 4 del mecanismo (X2)		Pieza 5 del mecanismo (X2)
	Pieza 6 del mecanismo (X2)		Pieza 7 del mecanismo (X6)
	Pieza 7 del mecanismo (X2)		Pieza 8 del mecanismo (X2)

#### 4.2.4. FASE IV (ESTRATEGIA DE CONTROL)

La ejecución de la estrategia de control está basada en un sistema de mejora de un Gimbal, desglosando cada parte de nuestro prototipo estabilizador será el siguiente:

- Sistema estabilizador de 2 dimensiones: Roll y Pitch.
- Servomotores digitales capaces de tener un torque y alta precisión.
- Engranajes de mayor tamaño para un mejor ajuste de movimiento.
- Controlador proporcional (PID) para la retroalimentación de posición.

El código para ejecutar está compuesto por bloques cada uno proporciona y almacena datos de aceleraciones, comunicaciones con los dispositivos y PID:

```
//////////////////////////////////ANGULO TOTAL Y EL FILTRO//////////////////////////////////
/*---ANGULO DEL EJE X---*/
Total_angle_x = 0.98 *(Total_angle_x + Gyro_angle_x) + 0.02*Acc_angle_x;

/*---ANGULO DEL EJE Y---*/
Total_angle_y = 0.98 *(Total_angle_y + Gyro_angle_y) + 0.02*Acc_angle_y;

//Descomenta esto a continuación para depurar
/*
Serial.print("GyroX angle: ");
Serial.print(Total_angle_x);
Serial.print(" | ");
Serial.print("GyroY angle: ");
Serial.println(Total_angle_y);*/

/*//////////////////////////////////P I D//////////////////////////////////*/
roll_desired_angle = 0; //El ángulo que queremos que el cardán permanezca es 0 y 0 para ambos ejes por ahora.
pitch_desired_angle = 0;

/*Primero calcula el error entre el ángulo deseado y el ángulo real medido*/
roll_error = Total_angle_y - roll_desired_angle;
pitch_error = Total_angle_x - pitch_desired_angle;

/*Luego, el valor proporcional del PID es solo una constante proporcional multiplicada por el error */
roll_pid_p = roll_kp*roll_error;
pitch_pid_p = pitch_kp*pitch_error;
```

Figura 27. Filtro y obtención de ángulos.

En esta parte establecemos los valores deseados para contrarrestar ángulos en la posición que deseamos, para ello damos especificaciones partiendo de un ángulo de posición inicial a posición final.

```

/*Los valores PID finales son la suma de cada una de estas 3 partes*/
roll_PID = roll_pid_p + roll_pid_i + roll_pid_d ;
pitch_PID = pitch_pid_p + pitch_pid_i + pitch_pid_d ;

/*Sabemos que el valor mínimo de la señal PWM es -90 (usando servo.write) y el máximo es 90. Eso nos dice
que el valor PID puede oscilar más de -90 y 90, por lo que restringimos esos valores a continuación*/
if(roll_PID < -90){roll_PID = -90;}
if(roll_PID > 90) {roll_PID = 90; }
if(pitch_PID < -90){pitch_PID = -90;}
if(pitch_PID > 90) {pitch_PID = 90;}

roll_previous_error = roll_error; //Recuerda almacenar el error anterior.
pitch_previous_error = pitch_error; //Recuerda almacenar el error anterior.

PWM_pitch = 90 + pitch_PID; //El ángulo para cada motor es 90 más / menos el valor PID
PWM_roll = 90 - roll_PID;

pitch.write(PWM_pitch); //Finalmente escribimos el ángulo de los servos.
roll.write(PWM_roll);
} //Finaliza el void loop

```

*Figura 28. Condicionales de ángulos de balanceo e inclinación*

Y con nuestro PID retroalimentamos la información, continua con los condicionales de posición previamente almacenando con todos los errores para cada servo.

```

PWM_pitch = 90 + pitch_PID;
PWM_roll = 90 - roll_PID;

pitch.write(PWM_pitch);
roll.write(PWM_roll);
} //end of void loop

```

*Figura 29. Señales de PWM para los servomotores.*

Finalmente incluimos nuestras señales de modulación de pulsos (PWM) de los servomotores que están conectados a los pines del Arduino, alimentados por una batería de 9V y a un convertor de voltaje para la alimentación adecuada de cada servo (Roll y Pitch).



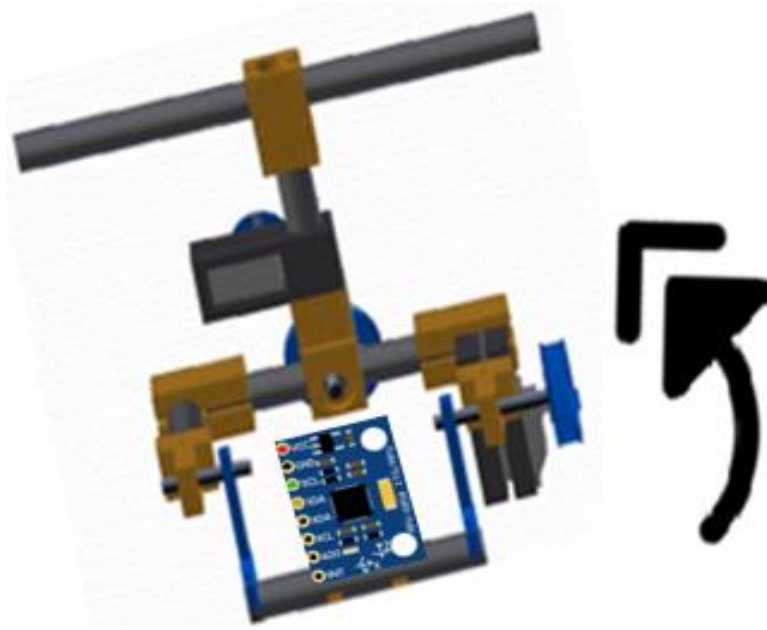


Figura 30. Cambio de posición

Al posicionar cualquier ángulo en la dirección de Roll el acelerómetro (IMU6050) detectara la posición.

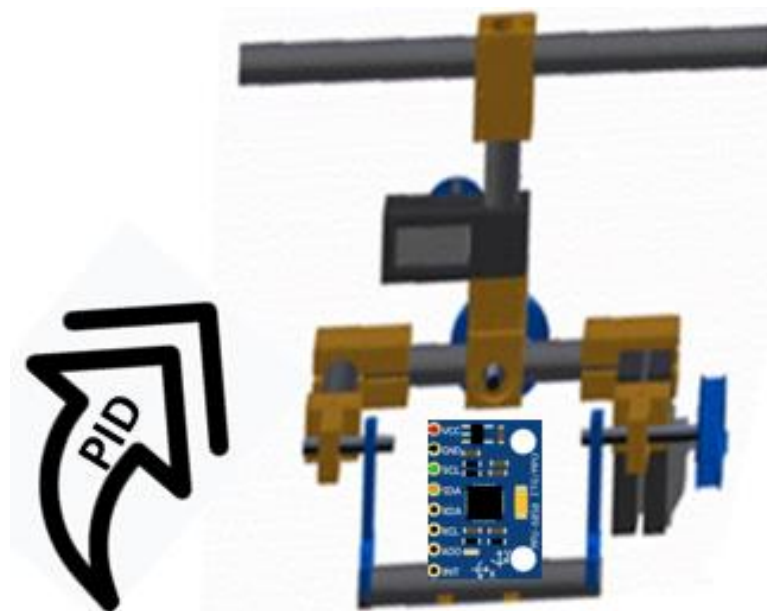


Figura 31. Respuesta del PID

### 4.3. CRONOGRAMA – PLAN DE TRABAJO

En el siguiente cronograma se observa las distintas actividades que se realizaron y se realizarán en el transcurso del anteproyecto y la que se continuarán ejecutando a medida que se avance con los tiempos propuestos.

Tabla 3. Tabla de cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES									
Componentes	Descripción	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
<b>OBJETIVO 1</b>	Diseñar el prototipo estabilizador usando un software tipo CAD para el análisis del comportamiento estático-dinámico del sistema								
<b>Entregable # 1</b>	Diseño en CAD de la silla Tipo moises.								
Actividad 1	Busqueda bibliografica.								
Actividad 2	Diseño en SolidWork de la silla Tipo moises.								
Actividad 3	Simulacion estatico-dinamico en el software tipo CAD.								
Actividad 4	Estudios mecanicos del diseño.								
<b>OBJETIVO 2</b>	Construir el dispositivo basado en una estrategia de control y estructura fisica para la estabilización de la silla.								
<b>Entregable # 2</b>	Silla de Bebes en prueba piloto								
Actividad 5	Compra de la silla de bebé tipo Moises.								
Actividad 6	Comprar los dispositivos mecanico y electronicos para la								
Actividad 7	Adaptacion de los elementos a la silla.								
Actividad 8	Construccion total del dispositivo								
<b>OBJETIVO 3</b>	Validar técnica y funcionalmente el dispositivo para su uso eficiente.								
<b>Entregable # 3</b>	Silla de bebés totalmente funcional								
Actividad 9	Pruebas del dispositivo								
Actividad 10	Tabulacion de parametros								
Actividad 11	Propuesta de la silla funcional para uso comercial								

Nuestro plan de trabajo lo trabajamos mediante las actividades.

Tabla 4. Tabla de plan de trabajo


<b>ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO</b>	
<b>1. PROPUESTA</b>	<b>5. COSTOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta de proyecto.</li> <li>• Revisión / Inicio de propuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de costos.</li> <li>• Elaboración de presupuesto.</li> </ul>
<b>2. INTEGRACIÓN</b>	<b>6. PLAN DE CALIDAD</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisitos para el proyecto.</li> <li>• Planteamiento de ideas para realizar el proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de responsabilidades y rol.</li> <li>• Definición de diseños.</li> </ul>
<b>3. DOCUMENTACIÓN</b>	<b>7. DOCUMENTACIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación de preliminares.</li> <li>• Documentación de los primeros conceptos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación Proyecto.</li> <li>• Diapositivas de presentación de proyecto.</li> </ul>
<b>4. TIEMPOS</b>	<b>8. PROCESO DE CIERRE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación de actividades.</li> <li>• Definición de recursos para las actividades.</li> <li>• Desarrollo del cronograma del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre de proyecto.</li> <li>• Cierre de presentaciones.</li> <li>• Cierre de opción de grado II.</li> </ul>

## 5. PRESUPUESTO

En este documento se presentan los presupuestos para la presentación de este proyecto, se tienen en cuenta todos los aspectos desde la documentación hasta la fabricación de este

### 5.1. PRESUPUESTO GENERAL

Tabla 5. Presupuesto general.

	<b>FORMATO DE PRESUPUESTO PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN CONVOCATORIAS INTERNAS</b>				GI-02-PR-03-F02
					Versión 1
					12/06/2019
<b>PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO</b>					
<b>RUBROS</b>	<b>Fuentes de Financiamiento</b>				<b>Total</b>
	<b>Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia</b>	<b>INVESTIGADORES</b>	<b>Otras fuentes Externas</b>	<b>Contrapartida UAC</b>	
1. Personal Científico	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 10,000,000	\$ 10,000,000
2. Personal de Apoyo	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 1,200,00	\$ 1,200,000
3. Consultaría especializada y Servicios Técnicos externos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 50,000	\$ 0,00	\$ 50,000
4. Materiales e Insumos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 450,000	\$ 0,00	\$ 450,000
5. Trabajo de Campo	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,0
6. Equipos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 60,000	\$ 0,00	\$ 0,0
7. Bibliografía	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,0
8. Material de difusión y Promoción de resultados	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,0
<b>TOTAL, PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>	\$ 0,00	\$ 0,00	\$560,000	\$ 11,200,000	<b>\$ 11,700,000</b>

## 5.2. PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO

El presupuesto invertido en este rubro consiste en el costo del tiempo empleado por el personal de investigación vinculados a este proyecto, que incluye a los directores y a los auxiliares de investigación.

Tabla 6. Costo personal científico.

1. PERSONAL CIENTIFICO										
Nombres y Apellidos	Tipo de Contrato	Función dentro del Proyecto	Valor Hora (\$)	Dedicación Horas/semana	No. de Semanas	Fuentes de Financiamiento				
						Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	Otras Fuentes Externas	Contrapartida UAC	SUB-TOTAL
1. Jean Pierre Coll Velásquez	Titular	Investigador Principal	46,000	5	32				5,200,000	5,200,000
2. Carlos Gabriel Diaz Sáenz	Asociado	Co-Investigador	46,000	5	32				5,200,000	5,200,000
<i>SUB-TOTAL</i>									10,400,000	10,400,000

Tabla 7. Costo personal de apoyo.

2. PERSONAL DE APOYO								
Nombres y Apellidos	Tipo de Vinculación	Función dentro del Proyecto	Valor Hora (\$)	Dedicación Horas/semana	No. de Semanas	Fuentes de Financiamiento		
						Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	SUB-TOTAL
1. Aaron de Jesús Diazgranados García	Practicante	Auxiliar de Investigación	10,000	5	65		350,000	350,000
2. Olainer de Jesús Montero Osorio	Practicante	Auxiliar de Investigación	10,000	5	65		350,000	350,000
<i>SUB-TOTAL</i>							700,000	700,000

### 5.3. CONSULTORIA ESPECIALIZADA

Tabla 8. Costo consultoría especializada.

3. CONSULTORIA ESPECIALIZADA Y SERVICIOS TECNICOS EXTERNOS				
Descripción	Justificación	Fuentes de Financiamiento		
		Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	SUB-TOTAL
		1. Ingeniero Mecánico	Desempeña la labor de construcción de estructuración	
2. Ingeniero Electrónico	Desempeña la labor de conexiones y controlador		1,500,000	\$ 1,500,000
<i>SUB-TOTAL</i>		<i>\$ 0</i>	<i>\$ 3,000,000</i>	<i>\$ 3,000,000</i>

### 5.4. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS

El presupuesto dedicado a esta sección incluye los elementos utilizados para la construcción de la propuesta de investigación que se llevó a cabo durante todo el periodo del cronograma

Tabla 9. Costo materiales e insumos.

4. MATERIALES E INSUMOS					
Descripción	Justificación	Fuentes de Financiamiento			
		Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	Contrapartida UAC	SUB-TOTAL
		1. Arduino Nano	1 - Programación		
2. Protoboard	1 - Conexiones				30,000
3. Servomotor Futaba S3003	2 - Movimientos				50,000
4. Acelerómetro MPU 6050	1 - Detector de movimientos				20,000
5. LM2596	1 - Ajuste de carga				8,000
6. Baterías	2 - Suministro de voltaje				16,000
7. Bering antifricción	6 - Mejora de movimientos				30,000
8. Engranajes	2 - Potencia				36,000
9. Correa GT2	2 - Potencia y polea				8,000

10. Jumpers	20 – Cables de suministro				10,000
11. Piezas 3D	15 - Piezas de construcción				360,000
<i>SUB-TOTAL</i>					593.000

Tabla 10. Costo trabajo de campo.

5. TRABAJO DE CAMPO									
Descripción	Justificación	No. De días	No. De personas	Costo/día de estadía por persona	Transporte por persona (ida/vuelta)	Fuentes de Financiamiento			
						Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	Contrapartida UAC	SUB-TOTAL
1.		21	2			\$ 0			0
							\$ 0		\$ 0
<i>SUB-TOTAL</i>						\$ 0	\$	\$ 0	\$ 0

Tabla 11. Costo equipos usados

6. EQUIPOS						
Descripción	Justificación	Cantidad	Fuentes de Financiamiento			
			Vicerrectoría de Investigaciones y transferencia	INVESTIGADORES	Contrapartida UAC	SUB-TOTAL
1.						\$ 0
2.						\$ 0
3.						\$ 0
4.						\$ 0
5.						\$ 0
<i>SUB-TOTAL</i>			\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

## 6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1. DISEÑO DEL PROTOTIPO

El diseño de prototipo está construido de la siguiente manera, contabilizado las piezas y la posición de cada una.

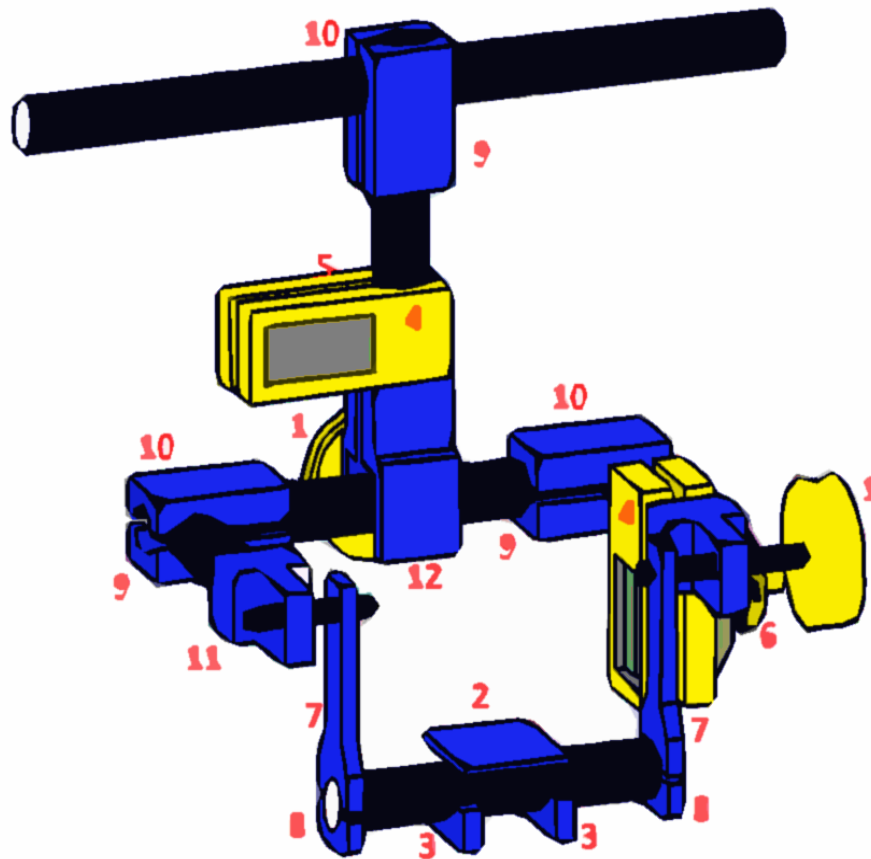


Figura 32. Vista frontal y superior del prototipo (propia autoría)

- **Pieza 1 (Móvil):** Representa los engranes móviles cada uno estará en un eje de la estructura.
- **Pieza 2 (Fija):** Representara la base donde reposara la silla.
- **Pieza 3 (Fija):** Representa los soportes de la base.
- **Pieza 4 (Fija):** Representa los servomotores que controlan el Pitch y el Roll de la estructura.
- **Pieza 5 (Fija):** Representa los soportes de los servomotores.



- **Pieza 6 (Móvil):** Representa un pequeño engrane que hará polea con el engrane 1 del eje x.
- **Pieza 7 (Móvil):** Representa los brazos móviles oscilantes.
- **Pieza 8 (Fija):** Representa una pieza de unión con el brazo oscilante número 7.
- **Piezas 9 y 10 (Fija):** Representa los puntos de soportes de las esquinas y en la zona de agarre.
- **Pieza 11 (Fija):** Representa los soportes de los brazos oscilantes
- **Piezas 12 (Fija):** Representa articulaciones de la estructura.

Se realizó el esquema eléctrico que usaremos para el sistema estabilizador, el cual cuenta con Giroscopio, Arduino, Servomotores y un regulador, alimentado por una fuente de energía de 11 voltios.

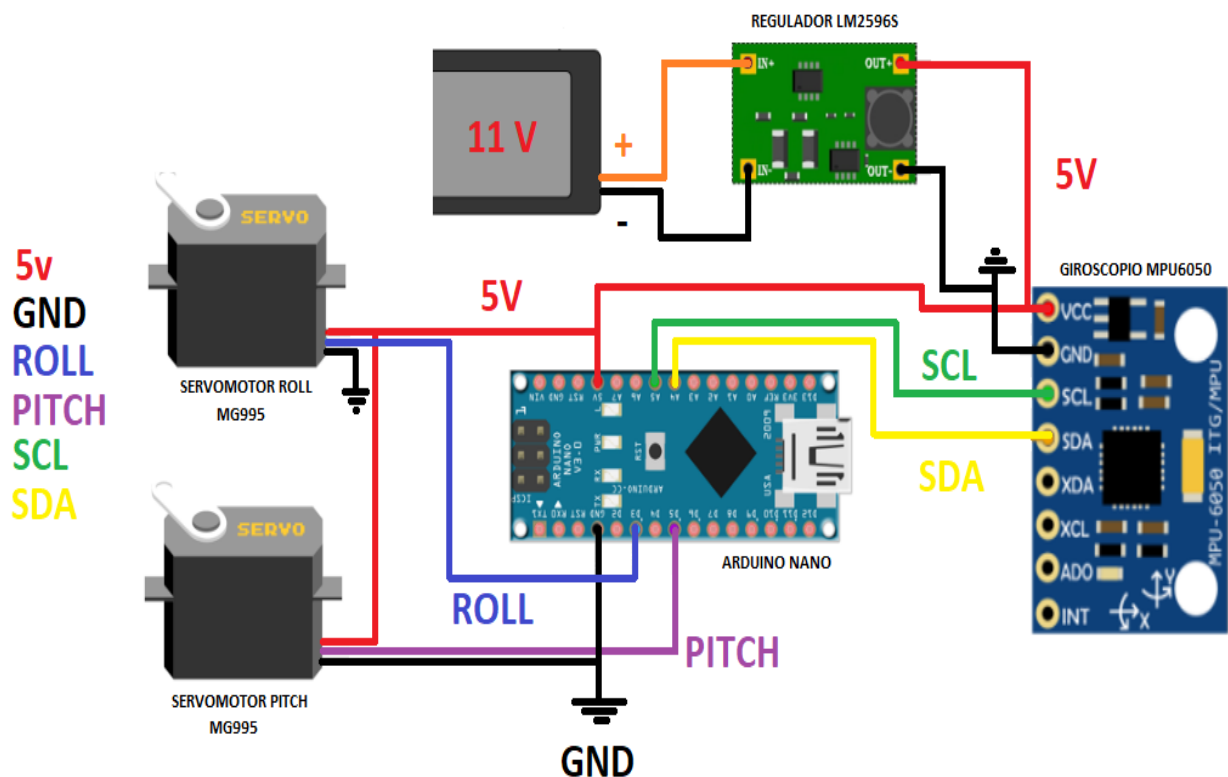
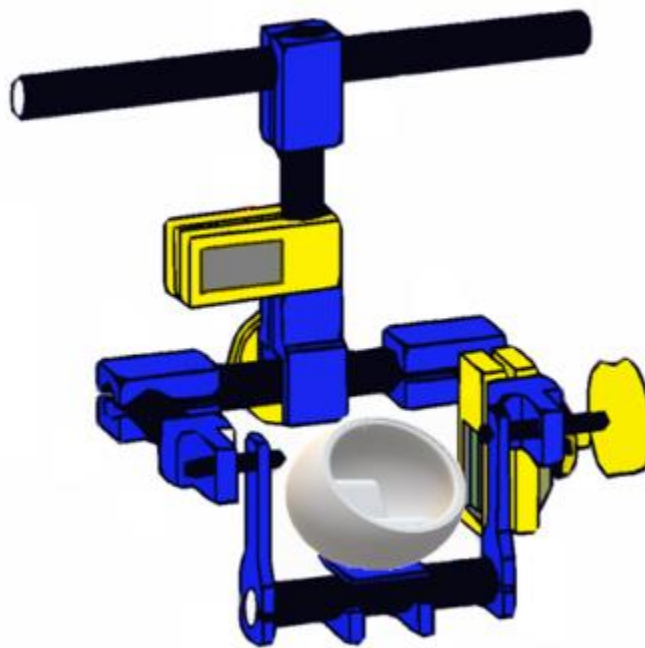


Figura 33. Esquemático eléctrico del prototipo (propia autoría)

## 6.2. DISEÑO DE DISPOSITIVO FINAL

En el diseño del dispositivo final realizamos la incorporación de la silla de bebés tipo moisés con la cual se realizarán las pruebas de estabilización y cambio de posición de la silla en sentado y semi-acostado, se pretende garantizar el uso y el rendimiento del dispositivo para uso comercial en un futuro, el proceso debe ser automático debido a que el acelerómetro detecta cambios de movimientos que registra y el PID lo posiciona en el ángulo asignado.



Usando una silla tipo Edge simularemos la silla tipo moisés la cual será acoplada en el eje de Pitch, garantizando dos de los movimientos de posición de ajuste de la silla anteriormente mencionados frontal a 90 grado y semi-acostado a 45 grados.

## 6.3. MATERIALES

### 6.3.1. ARDUINO NANO

El Arduino nano nos proporcionará una entrada de 5 voltios, estará sujeta en uno de los eslabones de la estructura conectado con un regulador externo de 5 voltios,

dicho regulador es el encargado de darle la suficiente corriente para los motores. Alimentaremos al Arduino con una batería de 11 voltios.

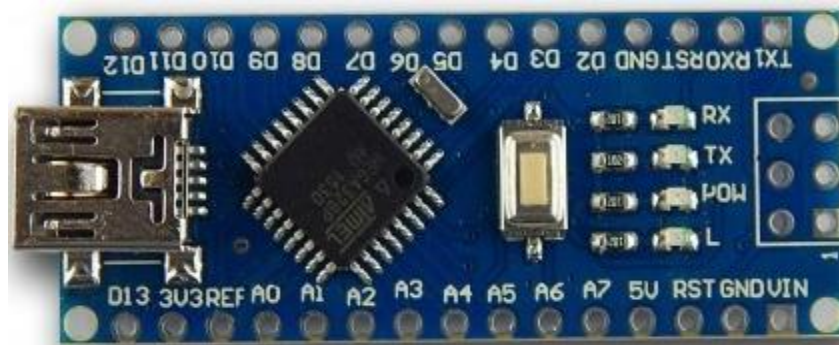


Figura 34. Arduino nano [21]

### 6.3.2. GIROSCOPIO

El módulo de giroscopio compatible con Arduino nano que utilizaremos nos suministrará el ángulo al cual se nos posicionara el cardan al estar en movimiento. Enviara una señal que ajustara y controlara los balanceos y cabeceos de los brazos oscilantes de nuestro sistema gimbal.

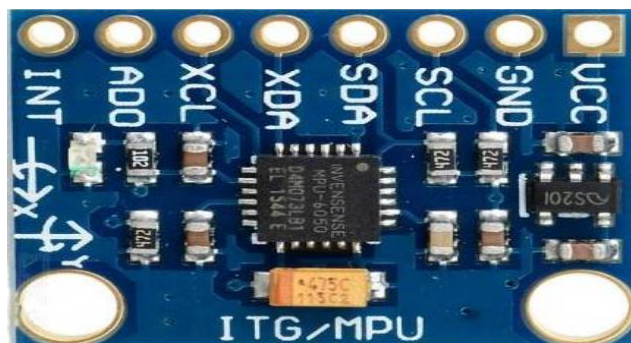


Figura 35. Giroscopio MPU6050 [22]

### 6.3.3. LM2596S

El regulador LM2596S nos fijara un voltaje de salida con una resistencia y maneja una carga de 3 amperios.



Figura 36. Regulador LM2596S [23]

#### 6.3.4. SERVOMOTORES MG995

Los servomotores en nuestra estructura se contrarrestarán el uno con el otro en ángulos positivos y negativos a 90 grados ( $\pm 90^\circ$ ), ambos estarán directamente conectados con el Arduino hacia los terminales Roll y Pitch.



Figura 37. Servomotor MG995 [24]

#### 3.2.10 CORREA GT2

Las correas que utilizaremos en nuestra estructura harán la función de un sistema de poleas, y con el torque que nos dará el servomotor nos proporcionará una mejor potencia mecánica de fuerza.



*Figura 38. Sistema de polea [25]*

### **3.2.11 COJINETES**

Los cojinetes nos darán el movimiento de balanceo y su contacto con las piezas metálicas y plásticas reducirá la fricción entre ellas.



*Figura 39. Cojinete antifricción [26]*

### **3.2.12 UNIONES**

Compuesto por arandelas, tornillos y roscas nos proporcionara la perfecta sujeción entre eslabones para nuestro mecanismo.

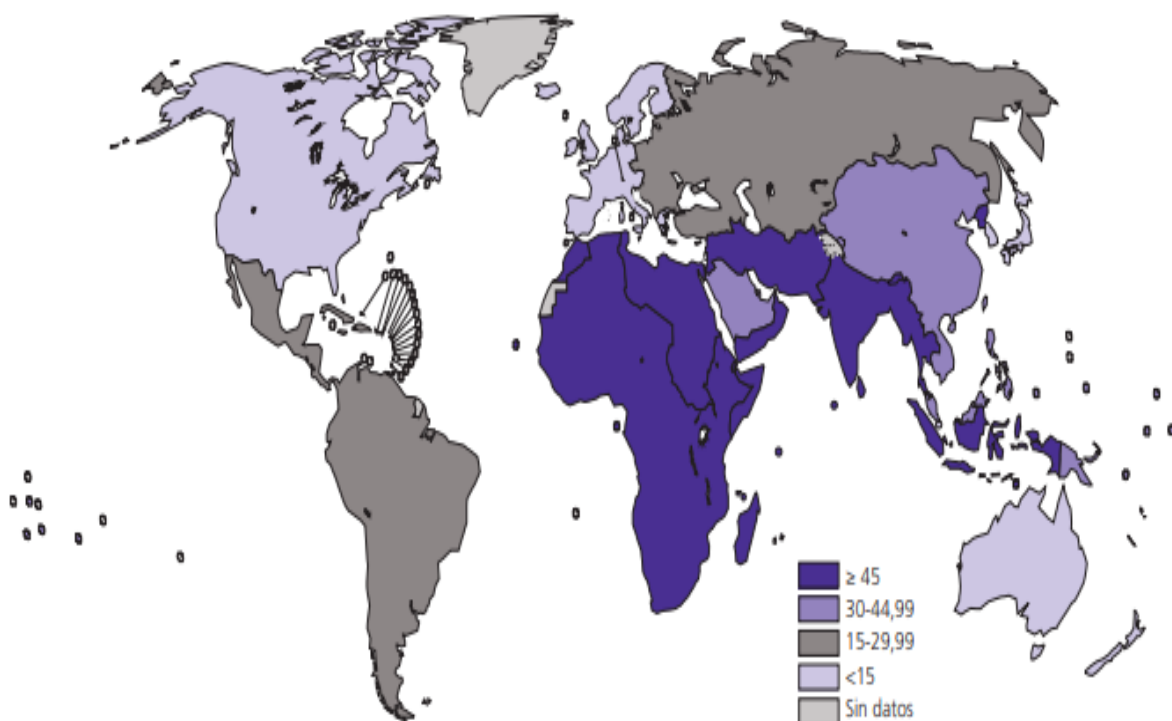


*Figura 40. Elementos de uniones [27]*

## **6.4. RECOLECCIÓN DE DATOS**

La ONU registró una la carga de lesiones en los niños no se reparte uniformemente. Los niños más pobres y de Los niños de los países más pobres y de las familias

más pobres de los países en mejor situación son los más vulnerables. Más de 95% de todas las defunciones infantiles por lesiones tienen lugar en países de ingresos bajos y medianos. Aunque la tasa de mortalidad por lesiones en la niñez es mucho menor en los niños de los países desarrollados, las lesiones son todavía una de las causas principales de muerte, dado que representan cerca del 40% de todas las defunciones infantiles, la cual se registra en el siguiente mapa mundial [28]:



África	Las Américas		Asia Sudoriental	Europa		Mediterráneo Oriental		Pacífico Occidental	
	PIA	PIBM	PIBM	PIA	PIBM	PIA	PIBM	PIA	PIBM
53,1	14,4	21,8	49,0	7,9	25,4	41,6	45,7	7,8	33,8

<sup>2</sup> Estos datos se refieren a los menores de 20 años.  
PIA = países de ingresos altos; PIBM = países de ingresos bajos y medianos.

Figura 41. Mapa etnográfico mundial de defunciones infantiles

#### 6.4.1. MUESTRA POBLACIONAL

Por consiguiente, el mapa mundial da un registro de datos sobre los accidentes infantiles:



## Datos sobre los accidentes infantiles

- Cada año mueren **cerca de 830 000 niños** menores de 18 años a causa de lesiones no intencionales.
- Las lesiones no intencionales son la **principal causa de muerte** de los niños mayores de 9 años.
- Los **traumatismos causados por el tránsito** y los ahogamientos representan casi la mitad de todas las lesiones no intencionales en los niños.
- Cada año, **decenas de millones** de niños necesitan atención hospitalaria por algún traumatismo no mortal.
- Las **traumatismos causados por el tránsito** y las **caídas** son las principales causas de discapacidad infantil relacionada con las lesiones.
- El **95%** de las lesiones en los niños tienen lugar en los **países de ingresos bajos y medianos**.
- Las lesiones en los niños siguen siendo un problema en los **países de ingresos altos**, donde representan el **40%** de todas las defunciones infantiles.
- Muchos países de ingresos altos han podido **reducir** la mortalidad en la niñez debida a lesiones **hasta 50%** en los tres últimos decenios mediante la ejecución de estrategias multisectoriales e integrales para la prevención de las lesiones en los niños.

Figura 42. Datos de accidentes infantiles

Y una tasa de mortalidad por categoría de defunciones no intencionales también varían según la edad:

	LESIONES NO INTENCIONALES						TOTAL
	Traumatismos causados por el tránsito	Ahogamientos	Quemaduras por fuego	Caídas	Intoxicaciones	Otras <sup>b</sup>	
PIA	7,0	1,2	0,4	0,4	0,5	2,6	12,2
PIBM	11,1	7,8	4,3	2,1	2,0	14,4	41,7
Todo el mundo	10,7	7,2	3,9	1,9	1,8	13,3	38,8

<sup>a</sup> Estos datos se refieren a los menores de 20 años.

<sup>b</sup> "Otras" incluye el ahogamiento, la asfixia, el atragantamiento, las mordeduras o picaduras de serpientes u otros animales, la hipotermia y la hipertermia.

PIA = países de ingresos altos; PIBM = países de ingresos bajos y medianos.

Figura 43. Tabla de lesiones no intencionales en infantiles

Y en niños según el género en todo el mundo en una muestra de 100 mil niños:

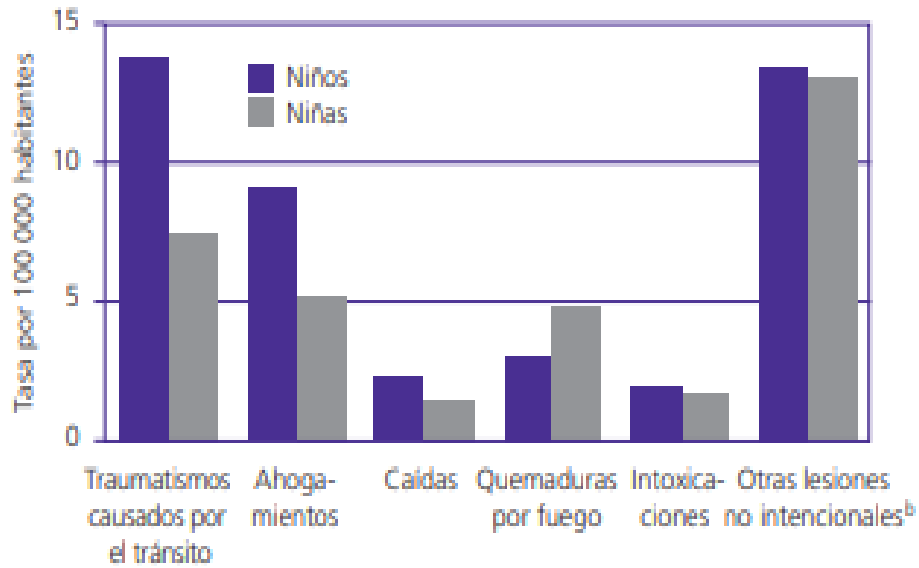


Figura 44. Grafica de accidentes en infantiles según su género.

## 6.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realizaron pruebas físicas del sistema del dispositivo inicial, se evalúa el tiempo de reacción al movimiento tomado por el acelerómetro y el tiempo de reacción del PID para contrarrestar y dar la estabilización de la estructura.



Figura 45. Vista frontal y superior del prototipo (propia autoría)



### 6.5.1. ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA LA ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO

Para realizar el análisis de resultados del prototipo estabilizador se tomaron medidas con respecto a los ángulos de posición, se trabajaron con los 2 ejes (Roll y Pitch), y a cada uno le realizo la toma de posiciones con respecto al ángulo en grados con el sistema de medición de un transportador

Tabla 12. Posiciones de ángulo para el eje Roll

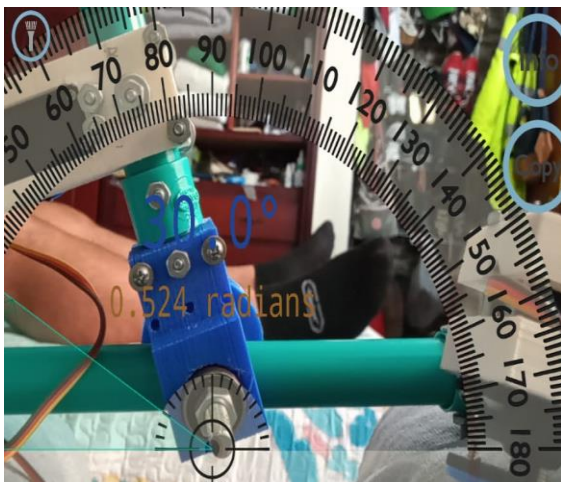


Figura 46. Posición a 75°

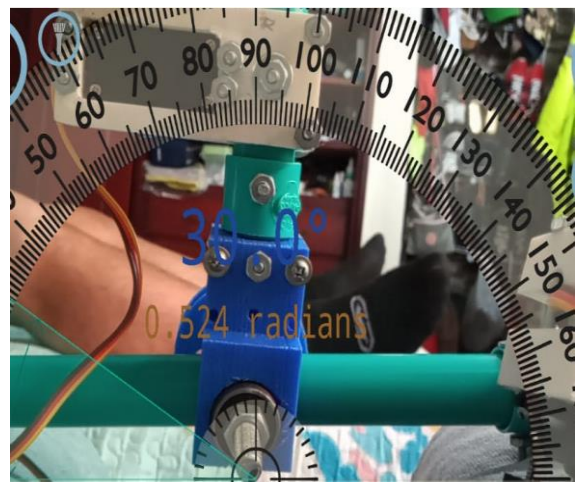


Figura 47. Posición a 95°



Figura 48. Posición a 83°

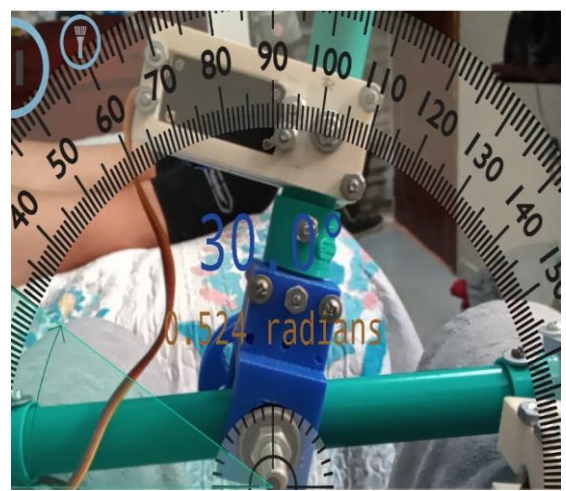


Figura 49. Posición a 100°

Tabla 13. Posiciones de ángulo para el eje Pitch

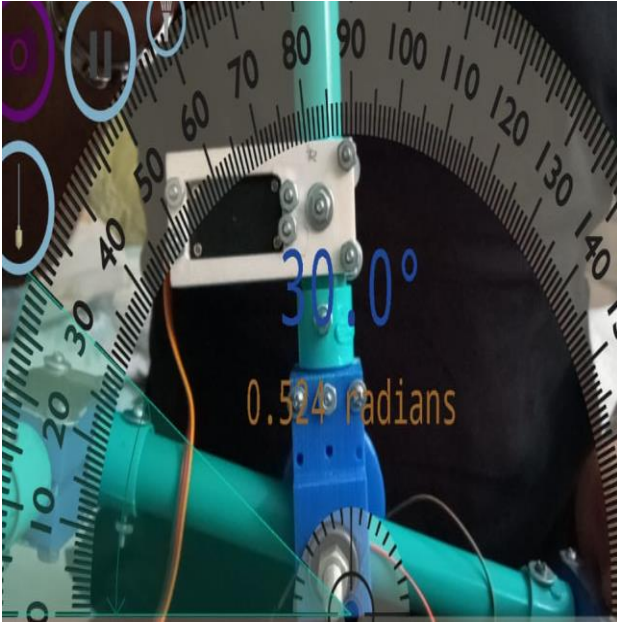


Figura 50. Posición a 15°

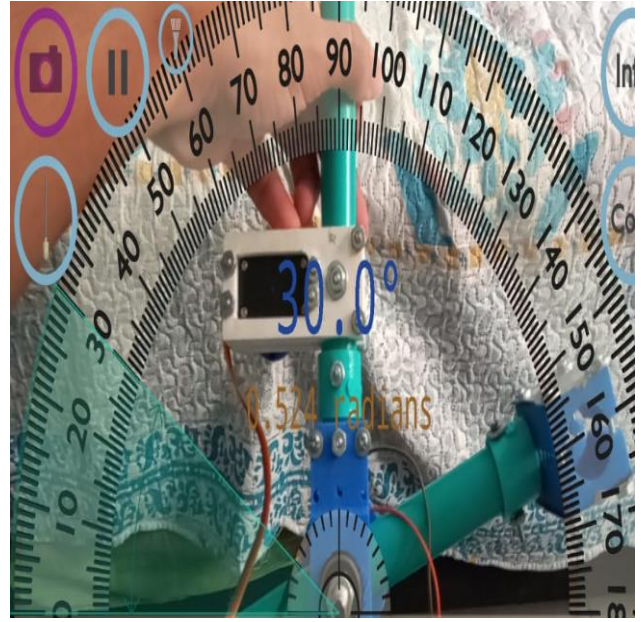


Figura 51. Posición a 15°

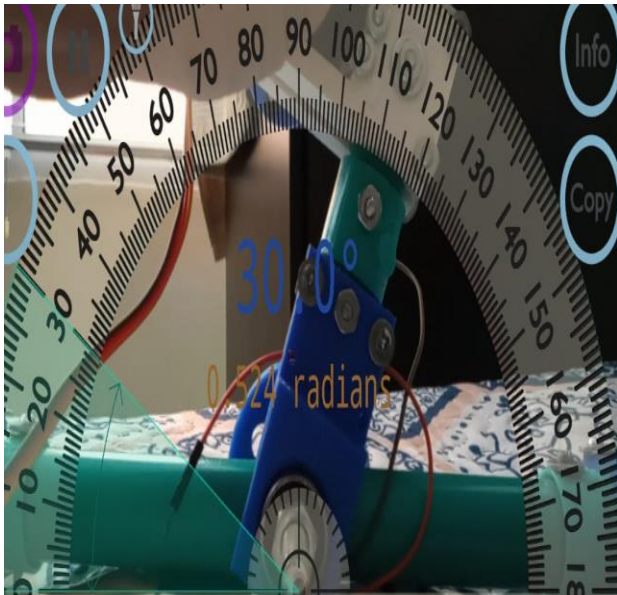
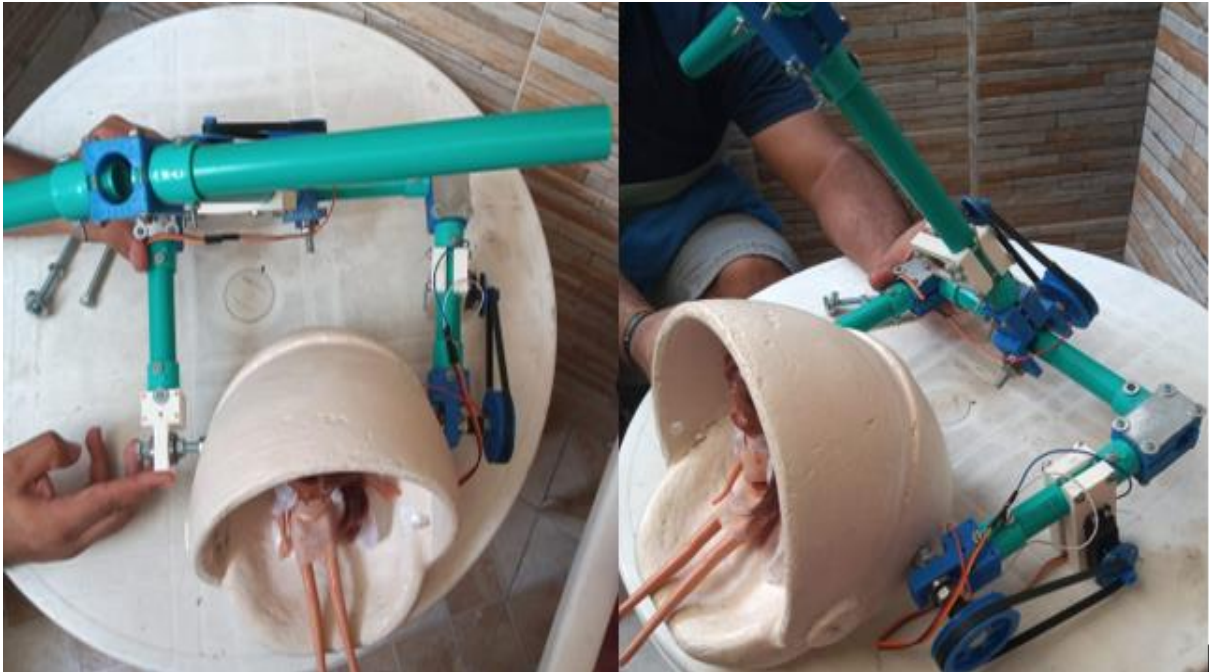


Figura 52. Posición 170°



### 6.5.2. ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS POR EL DISPOSITIVO FINAL

Una vez terminado el dispositivo se realiza una prueba de manejo se utilizando una muñeca como sujeto de ensayo, con la cual los experimentos de posición serán asignados en una tabla tabulando cada uno de los valores obtenidos.



*Figura 53. Dispositivo estabilizador de silla de bebés tipo moisés*

Para la construcción de la silla usamos un modelo tipo Edge. Es un molde realizado con icopor y sellado con yeso para una mejor estética, dinámica y disminución de peso.

Las pruebas funcionales del prototipo se tabularon en una tabla en la cual la comparación de ejes y funcionamiento del proyecto, teniendo en cuenta que las pruebas solo se realizaron en una sola zona de comportamiento debido a la falta de recursos y poco desplazamiento que tiene la estructura.

Tabla 14. Tabulación de parámetros de ejes

Roll		Pitch	
Ángulos	T. de respuesta	Ángulos	T. de respuesta
75	3 segundos	15	5 segundos
83	4 segundos	170	7 segundos
95	4 segundos	160	6 segundos
100	4 segundos		

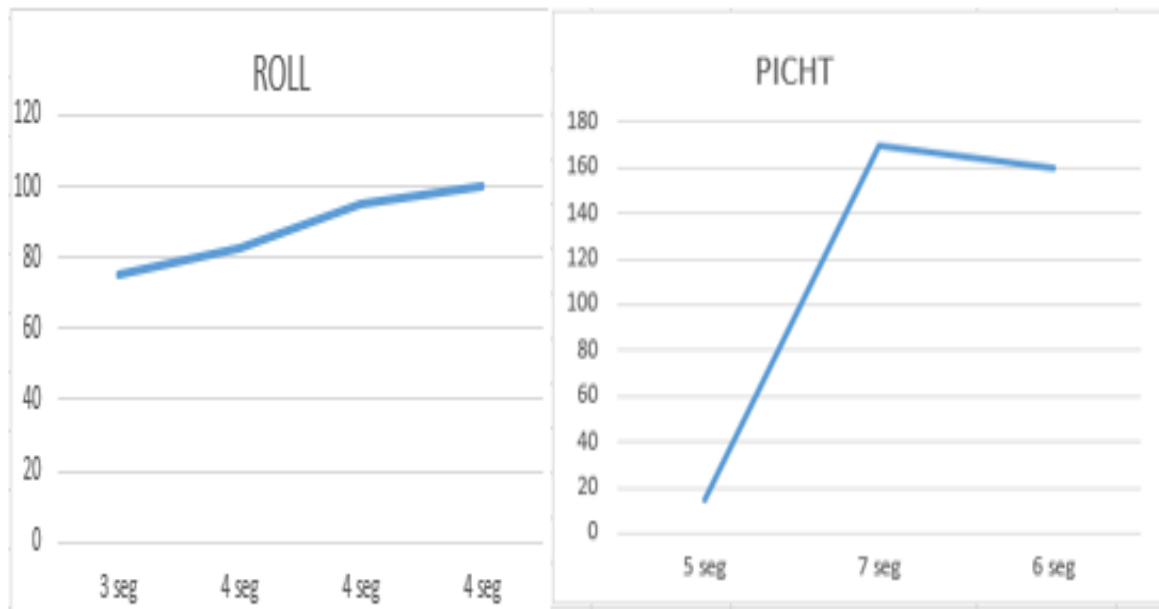


Figura 54. Diferencias, Ángulos Vs Tiempo

El tiempo de respuesta del ángulo Roll es mucho más rápido que el del ángulo Pitch esto debido a que en el lado horizontal de nuestro prototipo hay un poco más de carga por los componentes que se encuentran en esa parte de nuestro prototipo, desproporcionando un poco la inclinación más hacia un lado que del otro.

Tabla 15. Comparación de ejes

<b>ROLL</b>	<b>PITCH</b>
Se activa con la aceleración del acelerómetro con movimientos laterales (Izquierda a Derecha).	Se activa con la aceleración del acelerómetro con movimientos de balanceo (delante a hacia detrás).
El tiempo de respuesta es de 3 a 5 segundos.	El tiempo de respuesta es de 5 a 7 segundos.
Para cada eje (Roll y Pitch) el torque del servomotor varía según el peso	
El ángulo mínimo es de 70°	El ángulo mínimo es de 160°
El ángulo máximo es de 110°	El ángulo máximo es de 180°

## 6.6. MANUAL DE USUARIO

Este sistema de estabilización no requiere gran conocimiento de los dispositivos. Sin embargo, requiere de ciertas conexiones para su correcto funcionamiento.

El sistema cuenta con algunos tubos de PVC, archivos impresos en 3D, juntas de plástico, engranajes, soportes, etc.

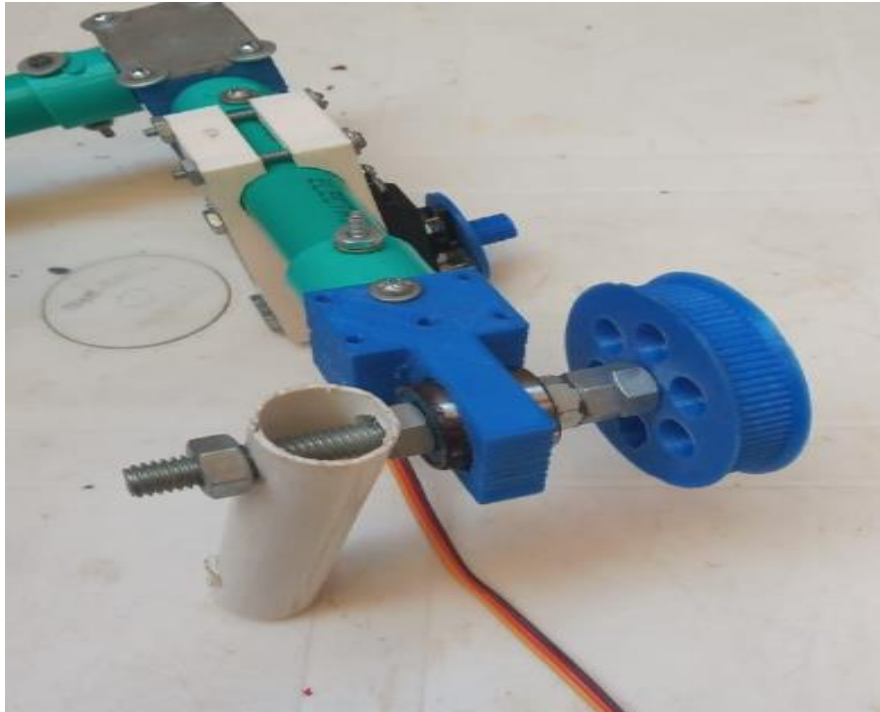
- **Construcción del eje X**

Para eso necesitamos un tubo de PVC de 20 cm de largo con un agujero de 8 mm exactamente en el medio. Luego necesitamos los dos acopladores de plástico impresos y dos tubos PCV más de 9 cm. Ahora que tenemos las piezas, comenzamos agregando los tornillos y arandelas de a los acopladores de plástico. No los aprietes demasiado. Ahora tomamos el tubo de PVC de 20 cm de largo y lo insertamos en el seguidor de acoplador de plástico por los otros dos tubos más pequeños. Asegúrese de que el orificio esté en el medio y paralelo a los tubos más pequeños y luego podría apretar las tuercas.



Figura 55. Eje X.

Ahora todo lo que hay que hacer es agregar el engranaje grande y los rodamientos. Como en la foto a continuación. (imagen)



*Figura 56. Materiales de unión*

Primero apriete bien las tuercas en un tornillo de 8 mm y el gran engranaje impreso en 3D. Agregue los rodamientos al soporte que acabamos de hacer y luego apriete los tornillos. Ahora, debe agregar las piezas impresas en 3D y agregar un tubo de PVC y asegurarse de que pueda girar sin fricción.

- **Construcción del eje Y**

Para el "eje Y" simplemente haga la forma de una T con las piezas impresas en 3D y el tubo de PVC. Ahora todo lo que tenemos que hacer es unir estos dos apartados y el cardán debería estar listo. Para eso necesitaremos el segundo engranaje grande impreso en 3D y algunos rodamientos más.



*Figura 57. Eje Y*

Finalmente, unimos las partes y terminamos el marco. Agregue los rodamientos, agregue el tornillo de 8 mm y apriete las tuercas en el engranaje impreso en 3D. Para asegurarme de que no se resbale, he puesto un poco de pegamento caliente en las articulaciones. Es importante asegurarse de que cada eje pueda moverse sin problemas.



*Figura 58. Prototipo construido*



- **Montaje de la silla**

La silla es el elemento que se añade a la estructura estabilizadora, la silla va ubicada en el eje de balanceo, más específicamente en el eje X sujeta a 2 puntos de pivote que posee la estructura.



*Figura 59. Montaje de la silla de bebés en la estructura*

- **Actividades de mantenimiento**

- Verificación de operatividad.
- Verificación de cargas.
- Ajuste, limpieza y engrase de sistema mecánico.
- Verificación de carga de batería.
- Calibración de tarjeta de control y parámetros.
- Mediciones y ajuste de ángulos.
- Mediciones de entrada y salida.

Es por ello por lo que se recomienda solicitar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo al personal calificado o a un agente autorizado para realizar el mantenimiento de su dispositivo

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los objetivos que se debían desarrollar en la parte de anteproyecto se cumplieron, pues mediante la recopilación de información de la tasa de accidentalidad proponer una idea para poder reducir las lesiones y traumas en los niños entre 0 y 2 años que sea capaz de atenuar perturbaciones que afecten la integridad del niño.

El diseño, manufactura y ensamble del modelo de silla estabilizadora consto de un proceso de construcción lo más cercano prototipo funcional de un estabilizador para una silla tipo moisés, pues es un modelo que será construido por primera vez por los autores de este trabajo, con propósito de prueba y aprendizaje.

Como una de las recomendaciones si se requiriera la mejora del modelo funcional que se presentara, se debe permanecer en contacto con los usuarios, ya que este proyecto puede ser una propuesta para uso comercial.

Pueden existir distintas posibilidades en cuanto al proceso, por el cual para cada niño dependiendo de su estatura, peso corporal y edad requieren de otro tipo de silla y serán necesario otros aspectos como software de diseño, de manufactura, de análisis, de programación, entre otros aspectos.

En trabajos a futuro analizar una muestra grande para la obtención de información sobre las necesidades del producto y que sea desarrollado de una manera más estética y automática, aparte de un modelo con mayor rango de posiciones para la silla de los bebés y adaptar un sistema más como tanto para usuarios como para el infante en condición de transeúnte.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ID, «eurekaalert,» 17 08 2016. [En línea]. Available: [https://www.eurekaalert.org/pub\\_releases/2016-08/nch-sfa081516.php](https://www.eurekaalert.org/pub_releases/2016-08/nch-sfa081516.php).
- [2] Velsid, «pequelia,» 21 08 2016. [En línea]. Available: <http://pequelia.republica.com/maternidad-paternidad/accidentes-con-las-sillas-de-paseo-y-los-portabebes.html>.
- [3] R. E. TIEMPO, «Que los bebés viajen en brazos de un adulto permite la norma que obliga uso de cinturón de seguridad,» *El tiempo*, p. 1, 13 09 2009.
- [4] C. RCN, «Alarmante cifra de niños fallecidos a causa de accidentes evitables,» Bogota, 2015.
- [5] B. Nsenduluka, «christianpost,» 08 03 2010. [En línea]. Available: <https://www.christianpost.com/trends/peaches-geldof-drops-infant-baby-but-stays-on-cell-phone-photo.html>. [Último acceso: 29 04 2020].
- [6] M. A.M y C. E, «docplayer,» - - 2012. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/61492391-Breve-resena-historica-sobre-el-control-automatico.html>.
- [7] T. Russell, P. Jensen , L. Whitcomb, A. Barnes, R. Kumar, D. Stoianovici, P. Gupta, Z. Wang, E. deJuan y L. Kavoussi, «A Steady-Hand Robotic System for Microsurgical Augmentation,» Baltimore, USA, 1999.
- [8] I. Iordachita, A. Kapoor, B. Mitchell, P. Kazanzides, G. Hager, J. Handa y R. Taylor , «Steady-Hand Manipulator for Retinal Surgery,» -, Maryland, US, -.
- [9] liftware, «liftware,» - - -. [En línea]. Available: <https://www.liftware.com/steady/>.
- [10] M. A. Acs, «newsshooter,» - -- 2017. [En línea]. Available: <https://www.newsshooter.com/2018/06/16/arculus-onyx-gimbal/>.

- [11] A. R. Fernández y R. Flores Flores, «ptolomeo.unam,» - - 2018. [En línea]. Available:  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14700/Tesis.pdf?sequence=1>.
- [12] Priyambodo, T. Kuntoro y P. Agfianto Eko, «PID self tuning control based on Mamdani fuzzy logic control for quadrotor stabilization,» 01 02 2016. [En línea]. Available: <https://www.osti.gov/biblio/22494567-pid-self-tuning-control-based-mamdani-fuzzy-logic-control-quadrotor-stabilization>.
- [13] S. A. C. Garcia y H. A. Hidalgo Gomez, «ROBOT BALANCIN,» Barranquilla, 2015.
- [14] Y. G. Melo, «Repository.udistrital,» - - 2016. [En línea]. Available: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7364/1/Garz%C3%B3nManceraOscarLeonardo2016.pdf>.
- [15] D. R. Rivas, «Tesis U Chile,» - - 2009. [En línea]. Available: [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-rijo\\_d/pdfAmont/aq-rijo\\_d.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-rijo_d/pdfAmont/aq-rijo_d.pdf).
- [16] REDACCION EL TIEMPO, «el tiempo,» 29 08 2008. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4489119>.
- [17] C. Colombia, «carroya,» 14 05 2019. [En línea]. Available: <https://www.carroya.com/noticias/guia-para-conductores/conducir-con-ninos-bordo-normas-y-recomendaciones-4096>.
- [18] A. Gutierrez, «revista.dgt,» 14 12 2018. [En línea]. Available: <http://revista.dgt.es/es/reportajes/2018/12DICIEMBRE/1217sillitas-segundo-informe.shtml#.XK5wTphKjIV>.
- [19] M. J. M. BURITICÁ, «repository javeriana,» - - 2013. [En línea]. Available: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15401/MachadoBuriticaMauricioJorge2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- [20] D. J. G. Calderon, «slideshare,» 25 06 2018. [En línea]. Available: <https://www.slideshare.net/joselafo/mecatronica-elementos>. [Último acceso: 29 04 2020].
- [21] indiamart, «indiamart,» 06 08 2017. [En línea]. Available: <https://www.indiamart.com/proddetail/arduino-nano-17201939755.html>. [Último acceso: 10 03 2020].
- [22] arcaelectronica, «arcaelectronica,» [En línea]. Available: <https://www.arcaelectronica.com/products/modulo-mpu6050-sensor-giroscopio-acelerometro-para-arduino?variant=17224726184025>. [Último acceso: 16 03 2020].
- [23] sensorae, «sensorae,» [En línea]. Available: <https://www.sensorae.com/inicio/1777-regulador-variable-lm2596-45v-28v-a-08v-20v-step-down-buck-converter-dc-dc-3-a.html>. [Último acceso: 16 03 2020].
- [24] rctecnic, «rctecnic,» [En línea]. Available: <https://www.rctecnic.com/servos/servo-analogico-futaba-s3003-3kg-estandar>. [Último acceso: 16 03 2020].
- [25] afel, «afel,» [En línea]. Available: <https://afel.cl/producto/correa-dentada-gt2-6mm-1-metro/?v=2e6507f70a9c>. [Último acceso: 16 03 2020].
- [26] agricar, «agricar,» [En línea]. Available: <https://www.agricar.co.uk/item/12202/agricar/Ball-Bearing-330052.html>. [Último acceso: 16 03 2020].
- [27] bricomart, «bricomart,» [En línea]. Available: <https://www.bricomart.es/tornillo-rosca-metrica-din-933-con-tuerca-y-arandela-acero-inoxidable-a2-5-x-30-mm-15-uds.html>. [Último acceso: 16 03 2020].
- [28] D. Rijo, «tesis.uchile.cl,» Universidad de Chile, - - 2009. [En línea].

## ANEXOS

- **Artículos y leyes del ministerio de transporte república de Colombia**

**Asunto:** Transito de menores de dos años.

**Artículo 44.** de la Constitución Política establece que “son derechos fundamentales de los niños: la vida, la integridad física, y que “Gozarán también de los demás derechos consagrados en la Constitución, en las leyes y en los tratados internacionales ratificados por Colombia”

**Ley 1098 de 1996.** establece que “los niños, las niñas y los adolescentes tienen derechos a ser protegidos contra todas las acciones o conductas que causen muerte, daño o sufrimiento físico, sexual o psicológico...”, el artículo 39 numeral 1, establece que la familia deberá: “Protegerles contra cualquier acto que amenace o vulnere su vida, su dignidad y su integridad personal” y el artículo 41 numeral 16, preceptúa que el Estado estará obligado a “Prevenir y atender en forma prevalente, las diferentes formas de violencia y todo tipo de accidentes que atenten contra el derecho a la vida y la calidad de vida de los niños, las niñas y los adolescentes”.

**Artículo 82.** establece como medida de protección para los menores de edad que: “Los menores de diez (10) años no podrán viajar en el asiento delantero del vehículo. Por razones de seguridad, los menores de dos (2) años solo podrán viajar en el asiento posterior haciendo uso de una silla que garantice su seguridad y que permita su fijación a él, siempre y cuando el menor viaje únicamente en compañía del conductor”.

De lo anterior se colige que la intención de los legisladores al momento de la redacción del citado código fue proteger la vida del menor que se transporta en un vehículo, razón por la cual los menores de diez años se deben transportar en el asiento trasero y los menores de dos años deben transportarse con un aditamento

especial (silla) que garantice su seguridad, situación que lleva a concluir que la motocicleta no es vehículo idóneo para el transporte de menores. Sin embargo, la ley 769 de 2002 no habla de sanción específica y como quiera que éstas son de reserva legal, no podemos aplicar de manera extensiva sanción alguna.

**MT-1350-2 – 51403 del 05 de septiembre de 2008**

- **Medidas de piezas de la estructura**

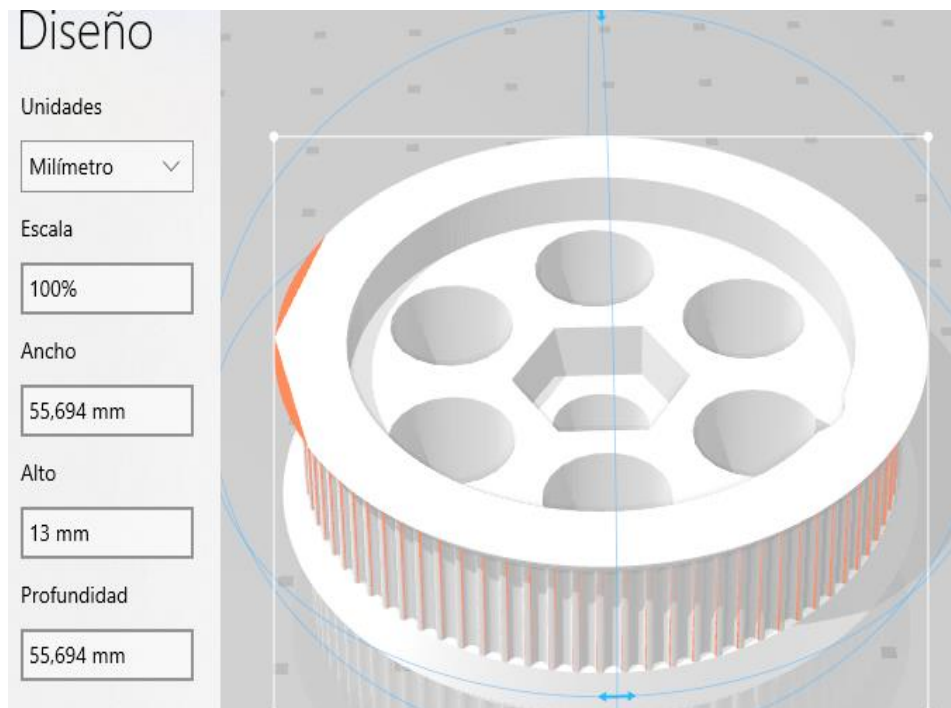


Figura 60. Engranaje grande

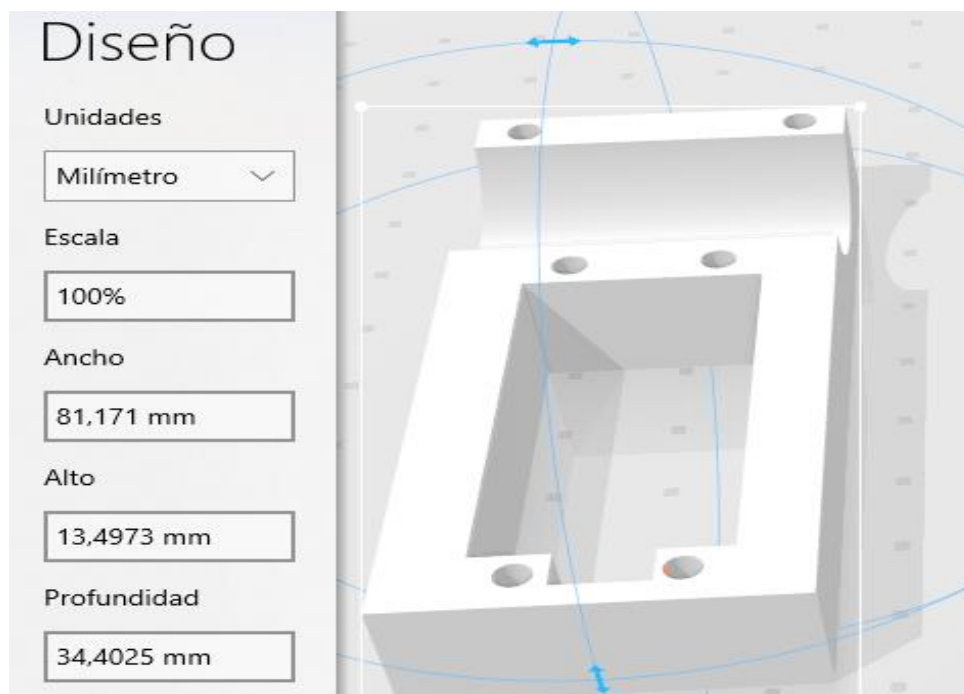


Figura 61. Soporte de servomotores



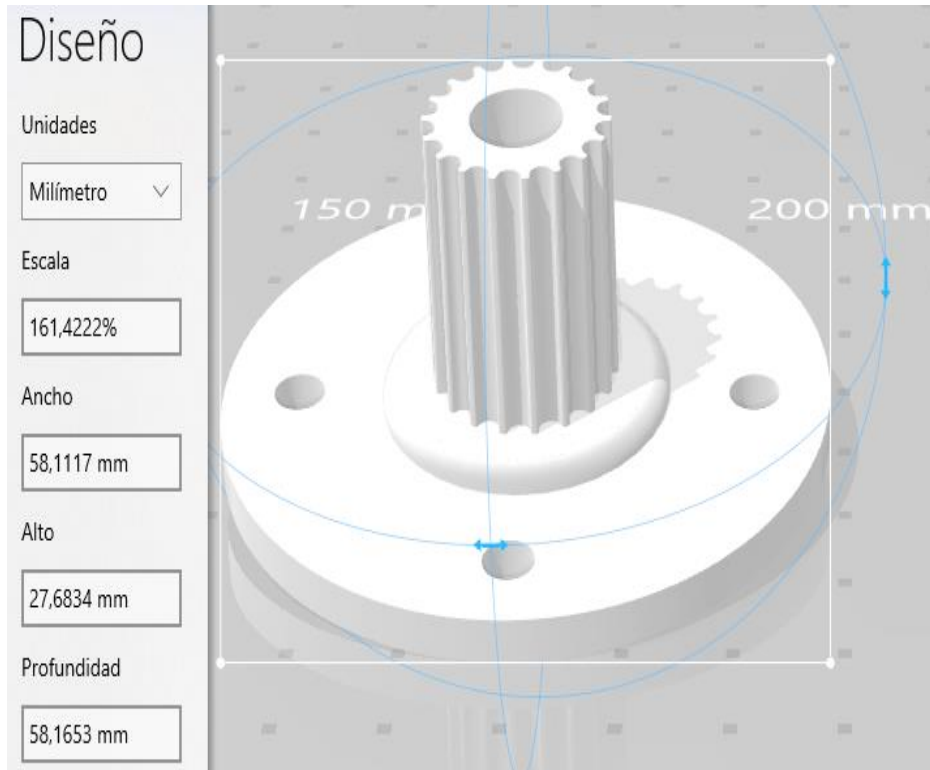


Figura 62. Engranaje pequeño

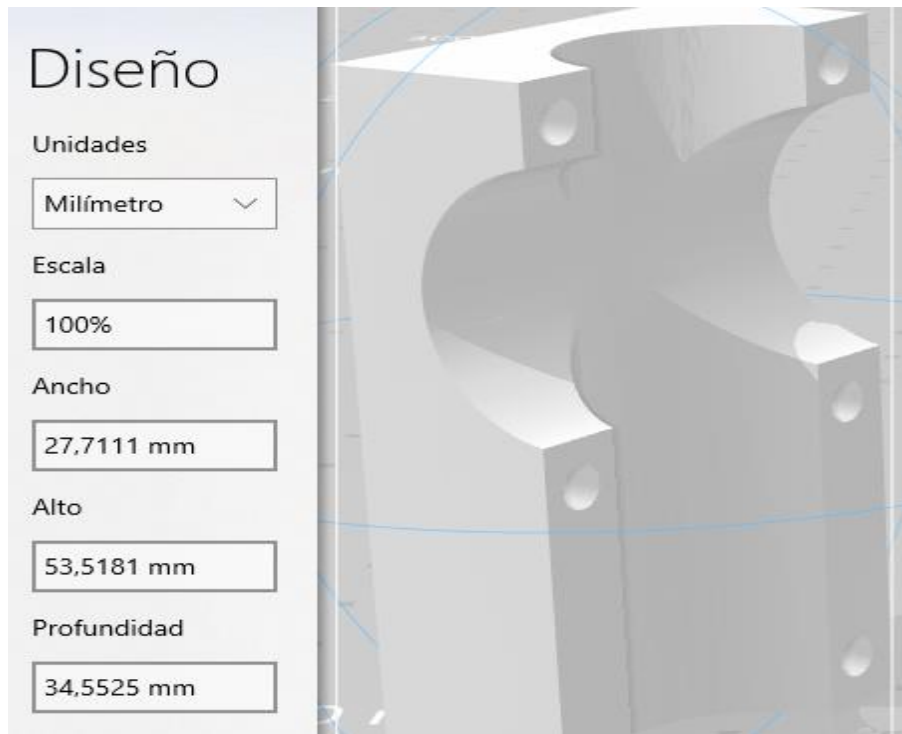


Figura 63. Esquinas de agarre

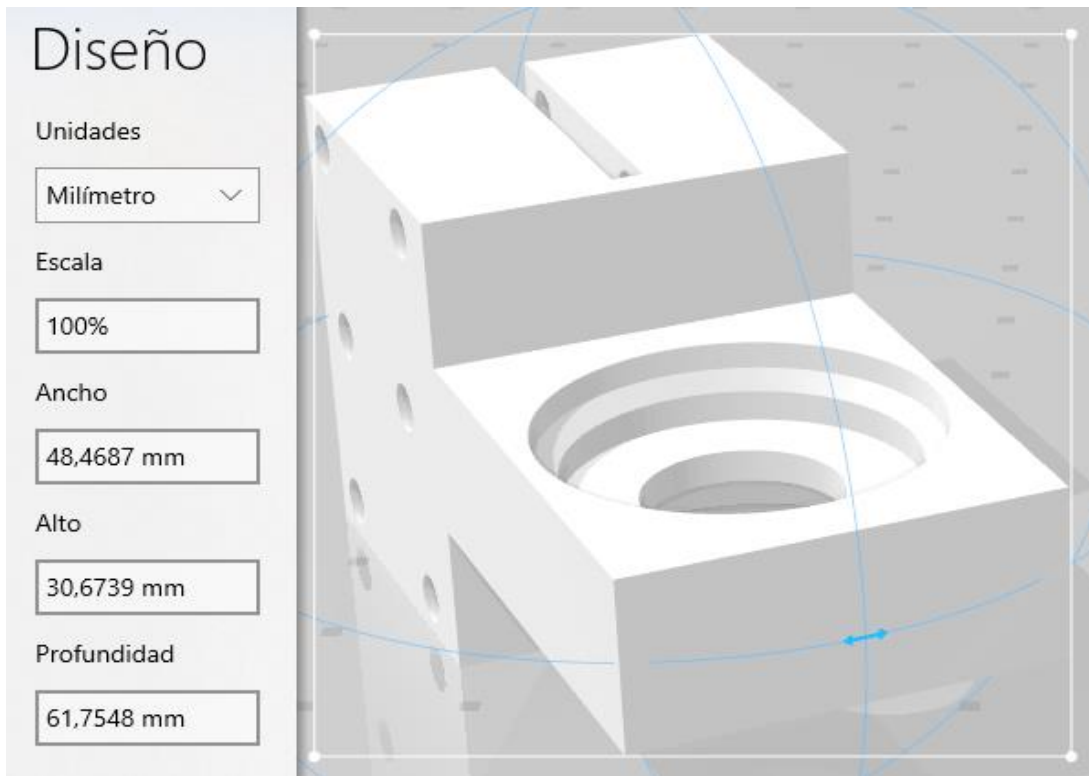


Figura 64. Soporte de rodamientos

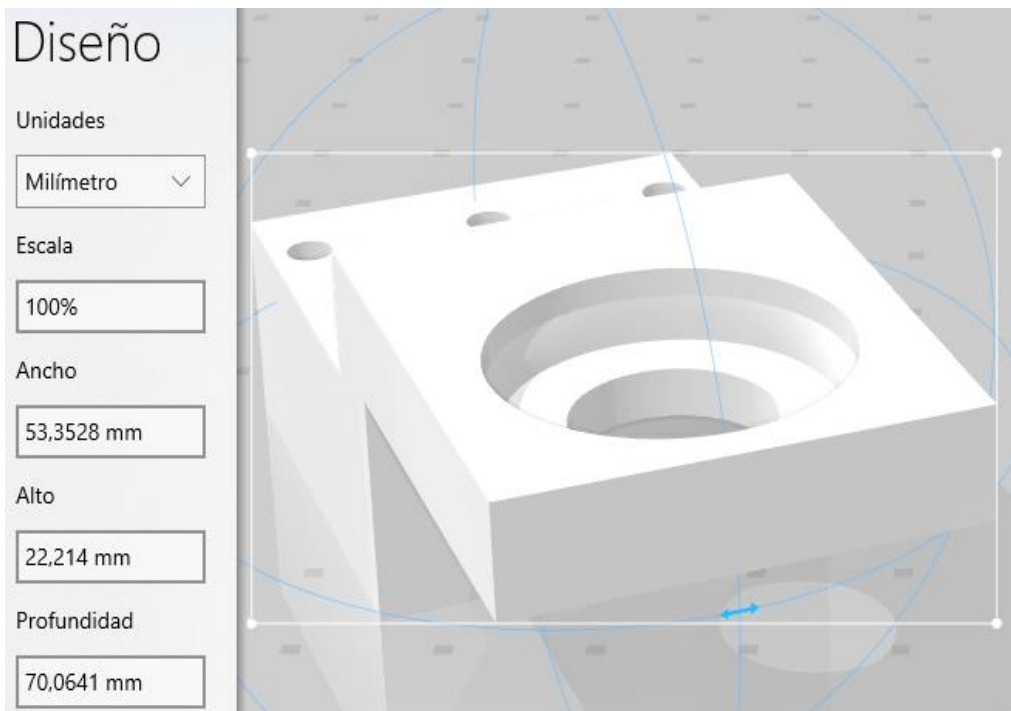


Figura 65. Articulación de ejes

- **DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA**

Las dimensiones de las partes que conforman la estructura serán detalladas a continuación:

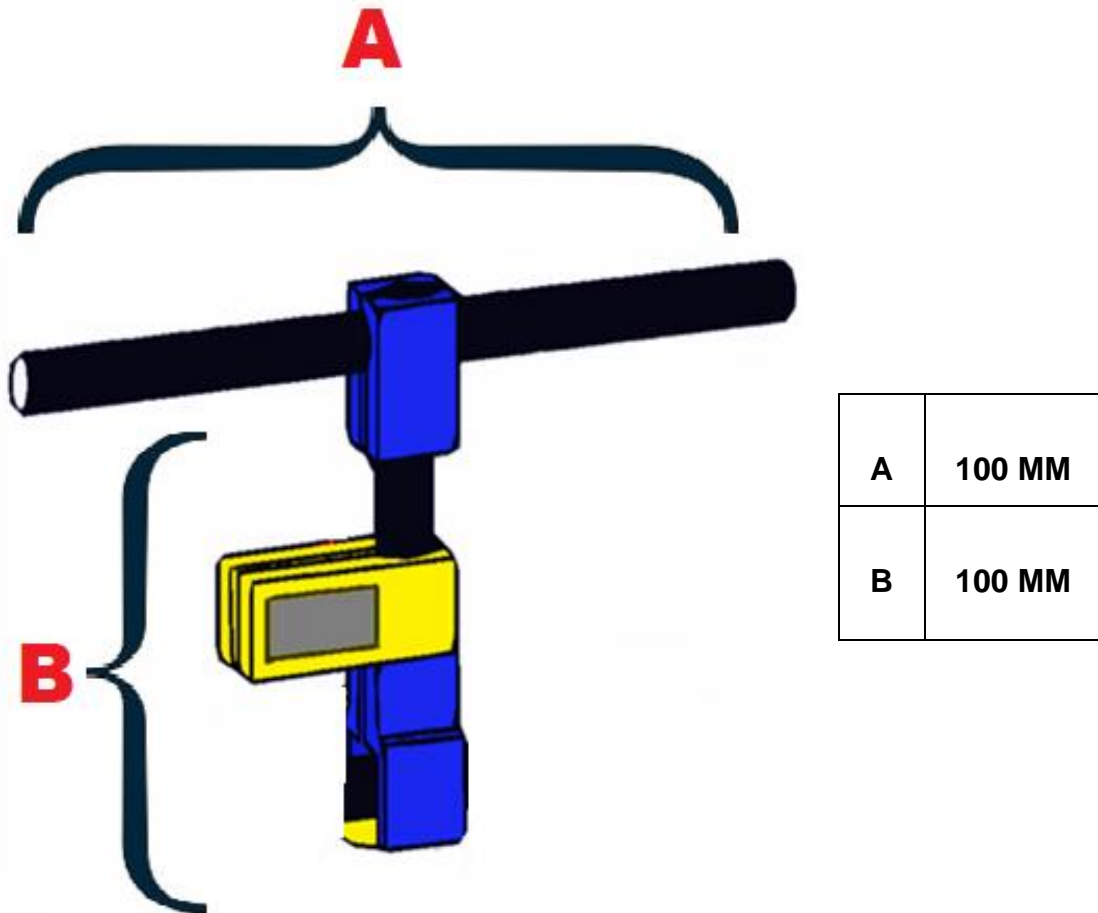
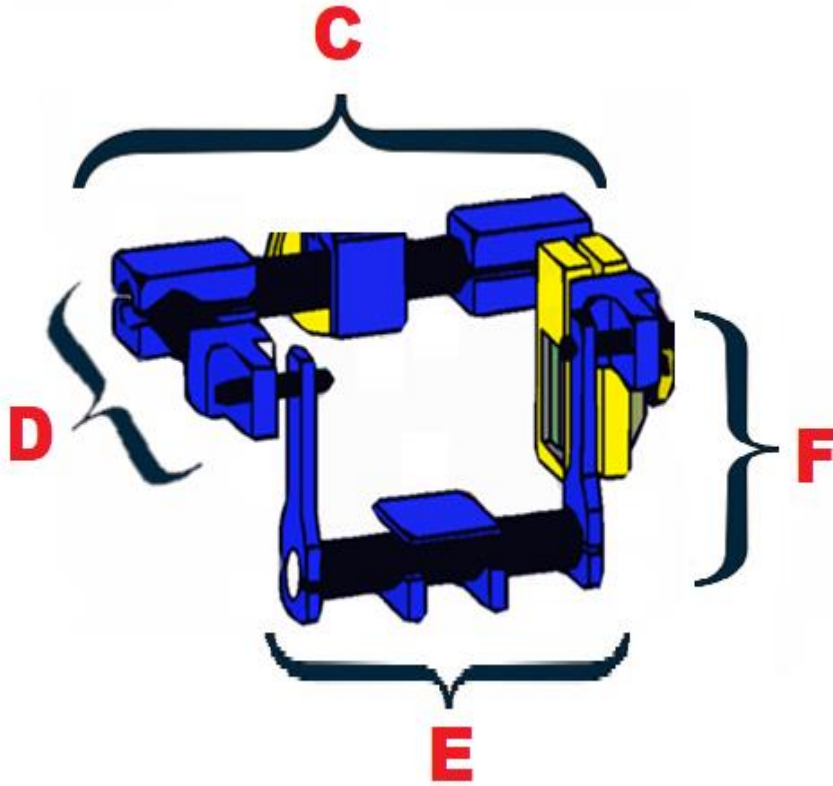


Figura 66. Dimensiones parte A y B



C	100 MM
D	90 MM
E	80 MM
F	80 MM

Figura 67. Figura 66. Dimensiones parte C, D, E y F