



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO
BISAGRAS TIJERA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO
QUE PERMITA EL ACCESO A PERSONAS CON
DISCAPACIDAD FÍSICA EN EL AUTOMÓVIL
CHEVROLET.”**

**CARLOS ANIBAL ALBÁN FIERRO
NIDIA NATALI TENELEMA MOYANO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTOS TÉCNICOS**

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

**RIOBAMBA – ECUADOR
2017**

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-10-20

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

ALBÁN FIERRO CARLOS ANIBAL

Titulado:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO BISAGRAS TIJERA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO QUE PERMITA EL ACCESO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD FÍSICA EN EL AUTOMÓVIL CHEVROLET.”

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Juan Carlos Castelo Valdivieso
DIRECTOR

Ing. Carlos Ramiro Cepeda Godoy
ASESOR

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-10-20

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

TENELEMA MOYANO NIDIA NATALI

Titulado:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO BISAGRAS TIJERA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO QUE PERMITA EL ACCESO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD FÍSICA EN EL AUTOMÓVIL CHEVROLET.”

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Juan Carlos Castelo Valdivieso
DIRECTOR

Ing. Carlos Ramiro Cepeda Godoy
ASESOR

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ALBÁN FIERRO CARLOS ANIBAL

TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO BISAGRAS TIJERA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO QUE PERMITA EL ACCESO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD FÍSICA EN EL AUTOMÓVIL CHEVROLET.”

Fecha de Examinación: 2017-07-11

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Juan Carlos Castelo Valdivieso DIRECTOR			
Ing. Carlos Ramiro Cepeda Godoy ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. José Francisco Pérez Fiallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: TENELEMA MOYANO NIDIA NATALI

TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO BISAGRAS TIJERA DE ACCIONAMIENTO MECÁNICO QUE PERMITA EL ACCESO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD FÍSICA EN EL AUTOMÓVIL CHEVROLET.”

Fecha de Examinación: 2017-07-11

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Juan Carlos Castelo Valdivieso DIRECTOR			
Ing. Carlos Ramiro Cepeda Godoy ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. José Francisco Pérez Fiallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Albán Fierro Carlos Aníbal

Tenelema Moyano Nidia Natali

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Carlos Aníbal Albán Fierro y Nidia Natali Tenelema Moyano declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Albán Fierro Carlos Anibal
Cédula de Identidad: 020228650-6

Tenelema Moyano Nidia Natali
Cédula de Identidad: 060438656-5

DEDICATORIA

Dedico mi logro al creador de todas las cosas Dios, el que me ha dado fortaleza para permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

De igual forma dedico este trabajo de titulación a mis padres que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis amigos en general que con sus consejos y regaños han hecho de mí una persona de bien a todos ellos les digo gracias y este logro es de todos por el esfuerzo y dedicación que todos contribuyeron.

Carlos Anibal Albán Fierro

Dedico el presente trabajo de titulación a Dios y mi Abuelo Estevan Moyano que desde niña me educo con los buenos valores y fomento en mí la pasión por los vehículos y sé que desde el cielo se sentirá orgulloso.

También dedico a mi madre María Grimelda Moyano Manzano y a mi padre Jaime Arturo Tenelema Iza mi abuelita y hermanos quienes con su apoyo no permitieron que desmayara cuando más lo necesitaban.

Dedico también a todos mis Amigos y familiares que con su ayuda y ánimo me acompañaron en este largo caminar y también a aquellas personas que con opiniones negativas me querían ver rendida pues sin ellos no hubiese motivación ni la gran sensación de un triunfo.

Nidia Natali Tenelema Moyano

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio enseñándome a valorar todo lo que tengo.

A todos ellos dedico el presente trabajo porque han fomentado en mí el deseo de superación y triunfo en la vida.

A la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, en especial a la escuela de Ing. Automotriz por darme la oportunidad de obtener una profesión, y ser una persona útil a la sociedad.

Agradezco al Ing. Carlos Castelo e Ing. Ramiro Cepeda, por brindarme su amistad y su asesoramiento del trabajo de titulación, los cuales con su conocimiento y su experiencia guiaron a la culminación de este documento.

Carlos Anibal Albán Fierro

En primer lugar agradezco a Dios por regalarme la vida y permitir disfrutar de la compañía de mis padres y familiares.

Agradezco a mis Padres y mi familia por todo el apoyo brindado y dejarme concluir mis estudios superiores, además mis infinitas gracias a la escuela superior politécnica de Chimborazo, a cada uno de los docentes y amigos que con sus consejos y conocimientos me ayudaron a obtener este Título.

Nidia Natali Tenelema Moyano

CONTENIDO

Pág.

1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Generalidades	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Problema	3
1.4	Objetivos del trabajo	3
1.4.1	<i>Objetivo general</i>	3
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i>	3
1.5	Consideraciones técnicas y tecnológicas.	3
1.6	Resultados a alcanzar	4
1.7	Metodología	4
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Marco conceptual	6
2.2	Marco teórico	8
2.2.1	<i>Discapacidad en Ecuador</i>	8
2.2.2	<i>Limitaciones de los discapacitados en el uso de automóviles</i>	9
2.2.3	<i>Tipos de puertas para automóviles</i>	10
2.2.4	<i>Conversión de puertas convencionales a puertas verticales</i>	13
2.2.5	<i>Criterios de diseño</i>	16
2.2.6	<i>Simulación por elementos finitos</i>	22
3.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	
3.1	Diseño de la bisagra	25
3.1.1	<i>Análisis de alternativas</i>	25
3.1.2	<i>Selección y justificación de la alternativa más adecuada</i>	28
3.1.3	<i>Geometría de la bisagra</i>	29
3.1.4	<i>Material</i>	33
3.1.5	<i>Proceso de manufactura</i>	34
3.2	Análisis estático	36
3.2.1	<i>Análisis estático de los componentes fundamentales de la bisagra.</i>	36
3.2.2	<i>Resultados del análisis estático.</i>	40
3.3	Selección del amortiguador.....	41
3.3.1	<i>Coordenadas del centro de gravedad de la puerta de forma manual.</i>	43

3.3.2	<i>Cálculo del Esfuerzo que ha de proporcionar el amortiguador a Gas</i>	44
3.3.3	<i>Selección del amortiguador a partir de los resultados</i>	46
3.4	Análisis cinemático	47
3.5	Implementación.....	50
3.5.1	<i>Procedimiento para la instalación de las bisagras tijeras en un vehículo Chevrolet Forsa 1</i>	50
4.	ANÁLISIS DE COSTOS	
4.1	Costos directos	57
4.2	Costos indirectos	58
4.3	Costos totales	59
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones	60
5.2	Recomendaciones.....	60

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3-1. Comparación de alternativas	28
Tabla 3-2. Composición química del acero 1045	33
Tabla 3-3. Propiedades mecánicas del acero 1045	34
Tabla 3-4. Corriente y polaridad del electrodo E6013	35
Tabla 3-5. Datos técnicos del amortiguador.	47
Tabla 3-6. Variación de velocidad en el punto A en función del ángulo de apertura de la bisagra.	50
Tabla 4-1. Análisis de costos directos.	57
Tabla 4-2. Análisis de costos indirectos.	58
Tabla 4-3. Análisis de costos totales	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2- 1. Personas con discapacidad registradas.....	8
Figura 2- 2. Puerta convencional	10
Figura 2- 3. Puerta suicida	10
Figura 2- 4. Puertas ala de gaviota.....	11
Figura 2- 5. Puertas mariposa	11
Figura 2- 6. Puerta corrediza	12
Figura 2- 7. Puerta tipo tijera	12
Figura 2- 8. Bisagras tipo tijeras para puerta Lambo.....	14
Figura 2- 9. Montaje de una bisagra tipo tijera.....	15
Figura 2- 10. Amortiguadores a gas para puertas lambo.	15
Figura 2- 11. Tipos de máquinas herramientas.....	18
Figura 2- 12. Circuito básico de soldadura por arc.....	21
Figura 2- 13. Soldadura por arc con electrodo revestido.....	22
Figura 3-1. Bisagra tipo lambo universal de 60°.....	25
Figura 3- 2. Bisagra tipo tijera universal.	26
Figura 3- 3. Bisagra Lambo universal de 90 grados modelo KD6050.	27
Figura 3- 4. Brazo principal.....	29
Figura 3- 5. Componentes del brazo principal.....	30
Figura 3- 6. a) Perno de sujeción, b) Buje de movimiento, c) Tuerca de sujeción.....	30
Figura 3- 7. Brazo secundario.....	30
Figura 3- 8. Elementos que componen el brazo secundario.	31
Figura 3- 9. a) Rodamiento, b) Porta rodamiento, Perno del rodamiento, c) Tuerca de sujeción del perno de rodamiento.....	31
Figura 3- 10. Ensamblaje de la bisagra.....	31
Figura 3- 11. Ensamblaje de la bisagra y puerta.....	32
Figura 3- 12. Ensamblaje de la bisagra y puerta vertical.....	32
Figura 3- 13. Ensamblaje de la bisagra y puerta posición inicial.	32
Figura 3- 14. Microestructura del acero 1045.	33
Figura 3- 15. Mecanismo Bisagra tijera	37
Figura 3- 16. Tipo de Malla.....	38
Figura 3- 17. Condiciones de borde.....	38

Figura 3- 18. Estrés equivalente del Mecanismo bisagra tijera según von-Mises.....	39
Figura 3- 19. Energía de deformación total en el Mecanismo bisagra tijera.....	40
Figura 3- 20. Factor de seguridad en el Mecanismo bisagra tijera	41
Figura 3- 21. Puerta desmontada.	42
Figura 3- 22. Dimensiones de la puerta en mm.	42
Figura 3- 23. Coordenadas del centro de gravedad de la puerta en mm.....	43
Figura 3- 24. Funcionamiento general de un amortiguador para puertas verticales.....	44
Figura 3- 25. Esquema del funcionamiento real de amortiguador en el sistema.	45
Figura 3- 26. Amortiguador a gas de 600N	46
Figura 3- 27. Datos técnicos del amortiguador.....	47
Figura 3- 28. Esquema de las principales partes móviles de la bisagra.....	48
Figura 3- 29. Esquema simplificado de la bisagra.....	48
Figura 3- 30. Esquema del funcionamiento de la bisagra en función de un movimiento	49
Figura 3- 31. Diagrama de velocidades.	49
Figura 3- 32. Corte de los moldes.....	51
Figura 3- 33. Agujeros para la regulación del amortiguador.....	51
Figura 3- 34. Soldar el buje de movimiento	52
Figura 3- 35. Guarda fango.....	52
Figura 3- 36. Puerta Forsa 1	52
Figura 3- 37. Bisagras normales	53
Figura 3- 38. Brazo principal.....	53
Figura 3- 39. Brazo secundario.....	53
Figura 3- 40. Brazo principal y secundario	54
Figura 3- 41. Mecanismo en funcionamiento	54
Figura 3- 42. Pruebas de funcionamiento	55
Figura 3- 43. Pruebas de funcionamiento 2	55
Figura 3- 44. Acople de manilla extra	56
Figura 3- 45. Señalética	56

LISTA DE ABREVIACIONES

ASTM.	Asociación Americana de Ensayo de Materiales
AWS.	Sociedad Americana de Soldadura
CAD.	Diseño Asistido por Computadora
CONADIS.	Consejo Nacional de Discapacidades
INEN.	Instituto Ecuatoriano de Normalización
LSD.	Lamborghini Style Doors
MEF.	Método de los Elementos Finitos
NEC.	Norma Ecuatoriana de la Construcción
NTE.	Norma Técnica Ecuatoriana
OEA.	Organización Estados Americanos
ONU.	Organización de las Naciones Unidas

LISTA DE ANEXOS

- A.** NORMA ASTM A48-41. Gray Iron Castings
- B.** Implementación del mecanismo de bisagra tijera en el vehículo Chevrolet Forsa
1
- C.** Planos.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el diseño y construcción de un mecanismo bisagras tijera de accionamiento mecánico que permita el acceso a personas con discapacidad física en un vehículo Chevrolet Suzuki forsa 1, como etapa inicial se investigaron las condiciones y el funcionamiento en el que el mecanismo va a trabajar en el vehículo, se diseñó la bisagra basado en un mecanismo de dos placas conectadas y acopladas por medio de rodamientos pernos y soldadura entre sí las cuales fueron cortadas y acopladas en el vehículo que por medio de un rodamiento cumplen la función de un mecanismo de elevación vertical de la puerta del vehículo. El diseño propone el anclaje de una placa amoldada en la estructura del vehículo y la otra placa se acopla a la placa anclada haciendo el papel de una bisagra en forma de tijera para la elevación vertical de la puerta. El sistema funciona con energía neumática y mecánica y accesorios neumáticos, para facilitar el montaje de la bisagra en los vehículos, cumpliendo con especificaciones técnicas de construcción y de seguridad. Para la facilidad de operación se ha incluido la señalética adecuada de manipulación del sistema de apertura de puerta vertical en el vehículo. Para comprobar el buen diseño y funcionamiento de cada componente de la bisagra tijera se utilizaron herramientas computacionales en donde se verificaron las condiciones mecánicas y funcionales del mecanismo. El diseño y simulación del mecanismo bisagra tijera mediante solidwork y ansys se realizó con éxito con lo cual se realiza la construcción con un alto grado de confiabilidad, seguridad y fiabilidad, el costo de las bisagras es económico y de fácil acceso manejo e instalación. Puede ser incorporado en cualquier tipo de vehículos en los cuales los puntos de apoyo y anclaje para la bisagra se encuentren en buen estado lo cual permite ayudar a personas con discapacidad física a la fácil accesibilidad al vehículo y por ende a su movilidad mejorando su condición de vida.

PALABRAS CLAVES: <ACCIONAMIENTO MECÁNICO>, <ANÁLISIS ESTÁTICO>, <SOLIDWORKS (SOFTWARE)>, <ANSYS (SOFTWARE)>, <MECANISMO BISAGRA TIJERA>, < AMORTIGUADOR>, < DISCAPACIDAD FÍSICA>.

ABSTRACT

The current research work is about the design and construction of a scissors hinges mechanism through mechanic operation that allows the access to people with physical disability in a vehicle Chevrolet Suzuki forza 1. As an initial stage, it investigated the conditions and the operation, in which the mechanism of two plates connected and coupled by using bearings, bolts, and welding among them which were cut and in the vehicle. Through a bearing, they work as a mechanism of a vertical lifting for the vehicle door. The design proposes the anchoring of a shape plate in the structure of the vehicle, and the other plate is attached to the anchored plate making the role of a hinge in the form of scissors for vertical lift on the door. They system works with pneumatic and mechanical power, and pneumatic accessories to facilitate the hinge assembly in the vehicles, complying with technical specifications of construction and safety. To facilitate the handling of the vertical door opening system included a proper signage in the vehicle. In addition, it verified the good design and operation of each component of the scissor hinge by using computational tools in which the mechanical and functional conditions of the mechanism were tested. The design and simulation of the scissors hinge mechanism was carried out through solid work and ansys successfully, demonstrating that its construction has a high degree of reliability and safety taking into account that the cost of the hinges is economical and easy to access, handle and installation. They system can be incorporated in any type of vehicles in which the points of support and anchorage for the hinge are in good condition which allows helping people with physical disabilities to the easy accessibility to the vehicle and therefore mobility, improving their condition of life.

KEYWORDS: MECHANICAL DRIVE, STATIC ANALYSIS, SOLIDWORKS (SOFTWARE), ANSYS (SOFTWARE), SCISSORS HINGES MECHANISM, DAMPER, PHYSICAL DISABILITY

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un notable desarrollo en la industria automotriz, esto se evidencia con el continuo incremento de nuevos modelos en el mercado con el fin de satisfacer los gustos y las necesidades más exigentes. El automóvil no es un objeto lujoso para la clase más pudiente dentro de la sociedad como en sus inicios, todo lo contrario es un elemento indispensable para el desarrollo de, las sociedades modernas por lo que se busca que este sea accesible para la mayoría de la población.

Existe una parte de la población que dada sus condiciones físicas se ven limitados hacer uso de este medio, en búsqueda de una solución a este problema ya existen en el mercado diseños sofisticados de puertas pedales entre otros sistemas que permiten a las personas discapacitadas ya sea por alguna condición física o por la edad hacer uso del automóvil sin necesidad de asistencia o ayuda de otra persona.

El presente trabajo está dirigido al diseño de un sistema de bisagras que permita modificar el mecanismo convencional que permite abrir y cerrar la puerta desde un automóvil con el fin de facilitar la entrada a la cabina a personas discapacitadas con facilidad, sin necesidad de botarse bruscamente sobre el asiento como suelen hacer las personas en sillas de ruedas dada la geometría de las puertas convencionales las cuales no permiten el acercamiento necesario entre la silla de ruedas y el asiento del vehículo.

1.1 Generalidades

El término de bisagras compas o tipo tijeras es un tipo de bisagras utilizada en determinados tipos de puertas, estas rotan verticalmente abriendo hacia arriba las cuales se encuentran fijadas cerca del final del parabrisas en el caso de los automóviles y son útiles para mantener la puerta abierta a un determinado nivel.

En los autos que tienen implementadas este tipo de bisagras las puertas suelen tener distintos nombres en función de la geometría específica de cada una de ellas como por ejemplo: puertas de navaja, puertas de ala de escarabajo o puertas tipo "Lambo" o puertas

LSD (Lamborghini Style Doors) como también suelen llamarse. Estos dos últimos nombres se deben a que el primer automóvil comercial en utilizar bisagras de tijeras para este tipo de puertas fue el modelo Lamborghini Countach LP400 del año 1973 (DEFTRACING).

Sin embargo el primer automóvil en poseer este tipo de puertas fue el prototipo Alfa Romeo Carabo de 1968, de la empresa italiana Bertone diseñado y construido sobre la base de un Alfa Romeo 33 Stradale. Como el Carabo no entró en producción, Bertone diseñó otro modelo basado en este mismo prototipo llamado Countach LP500 el cual fue construido por Lamborghini en 1971. Desde entonces, Lamborghini obtuvo la patente de invención de estas puertas (DEFTRACING).

A pesar de que no son frecuentes, este tipo de puertas se puede utilizar en cualquier modelo de automóvil ya que no son difíciles de instalar. Para la implementación de estas puertas solo se debe tener en cuenta que el tipo de vehículo y la posición de la bisagra, puede ser necesario extender los alambres eléctricos que funcionan en la puerta si no son suficientemente largos para permitir que esta abra verticalmente (TUNINGPEDIA).

1.2 Justificación

El mecanismo bisagras tijera de accionamiento mecánico se trata de una forma de apertura de las puertas de un vehículo, este mecanismo permite que la puerta se abra en forma vertical, lo cual mejora el espacio para el ingreso y salida del vehículo, de igual manera permite reducir la distancia entre vehículos al momento de estacionar el automotor y mejorar la estética del vehículo en casos especiales de competición tuning.

El mecanismo de bisagras tijeras se desarrollará en un vehículo, en el cual se realizará un estudio cinemático del movimiento y fuerzas en el software CAD SolidWorks y la simulación de esfuerzos en el software Ansys para de esa manera identificar el tipo de material idóneo para su construcción, brindando así seguridad y confiabilidad al mismo.

Este tipo de mecanismo nos permitirá que las personas con discapacidad física puedan ingresar y bajar del vehículo de una forma menos compleja y más cómoda logrando que la apertura de las puertas sea de forma vertical.

1.3 Problema

Hoy en día vehículos convencionales tienen el inconveniente de difícil accesibilidad hacia el interior por parte de personas con discapacidad física. Sucede lo mismo en garajes y estacionamientos donde el lugar de aparcamiento es bastante limitado causando molestias y dificultades al momento de ingresar al vehículo, por lo que la puerta cuya apertura se lo hace horizontalmente no brinda el suficiente espacio.

1.4 Objetivos del trabajo

1.4.1 *Objetivo general*

Diseñar y construir un mecanismo bisagras tijera de accionamiento mecánico que permita el acceso a personas con discapacidad física en el automóvil Chevrolet.

1.4.2 *Objetivos específicos*

Diseñar el mecanismo bisagras tijera, utilizando software de diseño para evaluar el desempeño de sus componentes y materiales.

Analizar cinemáticamente el mecanismo bisagras tijera de accionamiento mecánico y sus comprobaciones previas a su instalación utilizando el software de simulación Ansys para evaluar el desempeño del sistema.

Construir y realizar la implementación del mecanismo bisagras tijera de accionamiento mecánico utilizando los acoples necesarios para el ensamblado con la carrocería del vehículo.

1.5 Consideraciones técnicas y tecnológicas.

- Programa de CAD SolidWorks versión 2015.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas
- Norma NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
- (ASTM A913) Perfiles de acero de alta resistencia y baja aleación, de calidad estructural, producidos por un proceso de tratamiento térmico especial.

- Norma H-99 (AWS A5.20) Electrodo de acero al carbono para el proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo tubular continuo.
- NTE INEN 0115 (2008) (Spanish): Tolerancia para planchas y planchones de acero al carbono laminadas en caliente y/o en frío.

1.6 Resultados a alcanzar

Se espera diseñar, construir e implementar un mecanismo bisagras tijera en las puertas de un vehículo, que permita el fácil acceso a personas con discapacidad física hacia el interior, cambiando el sentido de apertura de la forma convencional horizontal a la forma vertical.

1.7 Metodología

La metodología utilizada partirá del método investigativo con el estudio de la estática de los cuerpos como parte del procedimiento de diseño de la bisagra seguido por el método cuantitativo para el cálculo de los parámetros cinemáticos. Luego se utilizará el método de experimentación a partir del software Ansys, este permite a los ingenieros mecánicos simular tensiones y esfuerzos internos en las piezas mediante software en 3D. Para realizar la simulación de las fuerzas internas que inciden sobre la bisagra, se utiliza el software SolidWorks 2016 en primer lugar para la modelación de la pieza en 3D, este programa se basa en los mismos criterios matemáticos que la mayoría de los programas CAD en 3D, además de permitir el croquis de ideas con rapidez, experimentar con cotas y operaciones.

El alcance del trabajo de titulación llegará hasta la implementación de un sistema de bisagras de tijeras en un auto Chevrolet Suzuki Forsa 1. En la presente sección se describe el procedimiento que se realiza con el fin de llevar a cabo el diseño, la simulación y la construcción e implementación del sistema que se pretende como objetivo del proyecto. Los parámetros de trabajo de cada uno de los elementos que componen el sistema fueron definidos previamente por el autor, a partir de una búsqueda bibliográfica donde se obtuvieron los principios de funcionamiento y los conceptos básicos necesarios para comprender el funcionamiento de la bisagra. Los materiales y herramientas utilizadas

para la simulación fueron SolidWorks y Ansys y para los cálculos cinemáticos Microsoft Excel

El procedimiento para el desarrollo del trabajo será la revisión del marco teórico para la determinación de los principios mecánicos del sistema de bisagras utilizado. Seguido por el análisis de los componentes inmersos en el simulador, el análisis en software de la simulación, lo cual forma parte del método investigativo. Luego de obtenidos todos los conocimientos teóricos necesarios el primer paso para el desarrollo del diseño será el dimensionado de los componentes de la bisagra para ello se utilizarán como punto de partida los diferentes modelos existentes en el mercado, teniendo en cuenta sus semejanzas y diferencia ya que el propósito de este trabajo es implementar un sistema de bisagras que sea estándar para todo tipo de autos ligeros.

Luego de definida la geometría de la bisagra se procede a seleccionar el material que se empleará en la construcción de la misma. A partir de la definición de los parámetros básicos se procede a realizar el dibujo en 3D en el software SolidWorks 2016 y una vez terminada la modelación esta es exportada al programa de simulación ANSYS. El método de experimentación estará contemplado en el proceso de simulación, al obtener mediante el análisis estático de la bisagra los esfuerzos que actuaran sobre la misma, los que se deben conocer antes de la implementación de la bisagra con el fin de determinar si será válido o no el sistema. Una vez analizados los resultados la veracidad de los resultados se procede a la construcción e implementación del sistema.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual

Discapacidad: Es la limitación para realizar determinadas actividades provocada por una deficiencia física o psíquica. La discapacidad incluye a aquellas personas que tengan cualquier tipo de deficiencias físicas, intelectuales, mentales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diferentes barreras, impiden su inclusión plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones que el resto de las personas (COPYRIGHT).

Discapacidad física: La discapacidad física se puede definir como una desventaja, la cual resulta de una condición que limita o impide el desempeño motor de la persona afectada. Esta se origina por una deficiencia física, es decir, la pérdida o anomalía en la estructura anatómica de los sistemas óseo-articular (huesos y articulaciones), nervioso o muscular (SCRIBD).

Bisagra: Se le denomina bisagra a la pieza, metálica por lo general, conformada por dos elementos que giran a partir de un eje común y permite el movimiento de uno o los dos objetos que se encuentran unidos por esta pieza (COPYRIGHT), también se le denomina bisagra al conjunto de piezas metálicas articuladas que permite la articulación de puertas y ventanas (COPYRIGHT).

Resistencia mecánica: Se llama resistencia mecánica a la capacidad que tiene un elemento de reaccionar frente a diferentes acciones o esfuerzos externos como pueden ser la tensión, la compresión y el corte. Estos esfuerzos dependerán tanto de las dimensiones del elemento estructural como de la forma en que sean aplicadas las cargas las cuales pueden producir esfuerzos normales o cortantes dependiendo de que las fuerzas o momentos actuantes sean axiales, transversales o combinados (TRUJILLO, 2010).

Geometría de cuerpos sólidos: Es el perfil creado en un software CAD, con diferentes medidas y formas, ocupando un lugar en el espacio, en consecuencia de esto tiene un volumen tridimensional (ALBÁN PUCHA, 2016).

Elementos finitos: Es un paquete de datos que emplea, un método de cálculo mediante métodos numéricos, en la resolución de problemas de ingeniería basándose en considerar a una estructura dividida, en elementos discretos con condiciones de vínculo entre ellas para generar un sistema de ecuaciones (ALBÁN PUCHA, 2016).

Solución Analítica: Son las expresiones matemáticas que arrojan valores para una incógnita determinada, la cual se considera válida a lo largo del cuerpo de estudio y por consiguiente en un número infinito de localizaciones dentro del cuerpo. Para llegar a estas soluciones por lo general es necesario la solución de ecuaciones diferenciales dado a que se analizan geometrías complejas, cargas no distribuidas así como propiedades de materiales (UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS).

Mallado: El proceso de mallado, también conocido como proceso de individualización, divide el elemento de estudio en entidades relativamente pequeñas y de formas simples, las cuales son llamadas elementos Finitos. Este nombre de elementos finitos es para enfatizar el hecho que no son infinitesimalmente pequeños, sino sólo son bastantes pequeños en comparación con el tamaño global del modelo (RODRIGUEZ & SALGADO, 2010).

Discretización: Se le llama desratización al proceso de modelación de un elemento a partir de la división equivalente del mismo quedando en un sistema conformado por cuerpos más pequeños (elementos finitos) los cuales se encuentran interconectados por nodos o puntos comunes que se comportan como volúmenes de control independientes pero a su vez son afectados por las condiciones de fronteras establecidas para el elemento como un todo (UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS).

Convergencia: Proviene del vocablo latino “convergens”, donde “con” es reunión y “vergens” significa inclinación; se refiere a dirigirse dos cosas, líneas, ideas, calles, etc., hacia un mismo punto, objetivo. Por ejemplo, “esas calles convergen en una plaza”, “tus ideas y las mías, aunque diferentes, convergen en lo esencial” (COPYRIGHT).

Métodos matriciales: Métodos matemáticos que emplean matrices en la solución de ecuaciones, sus mayores aplicaciones es la programación que por su fácil notación es sencillo implementar en algoritmos (UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS).

2.2 Marco teórico

2.2.1 Discapacidad en Ecuador

En la República del Ecuador las personas discapacitadas y sus familias están amparadas por normativas nacionales e internacionales como La Constitución de la República (2008), la Ley Orgánica de Discapacidades (2012) y su Reglamento; La Convención Interamericana para la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra las Personas con Discapacidad (OEA-1999) y la Convención Sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU-2006), establecen un amplio y suficiente marco normativo para la garantía y ejercicio de sus de derechos (CONADIS, 2014).

Las personas discapacitadas al igual que el resto de población tienen derechos los cuales han sido considerados al momento de construir los instrumentos de planificación nacional como el Plan Nacional del Buen Vivir 2014 a 2017 que ubica en su objetivo número 2 el auspiciar la igualdad, la inclusión, la cohesión y la equidad social y territorial en la diversidad, lo que guarda relación con el trabajo con los grupos de atención prioritaria (CONADIS, 2014). Sobre las bases de lograr la inserción plena de personas con habilidades especiales en la sociedad se realiza este trabajo como aporte a esta política.

2.2.1.1 Tipos de discapacidad en Ecuador

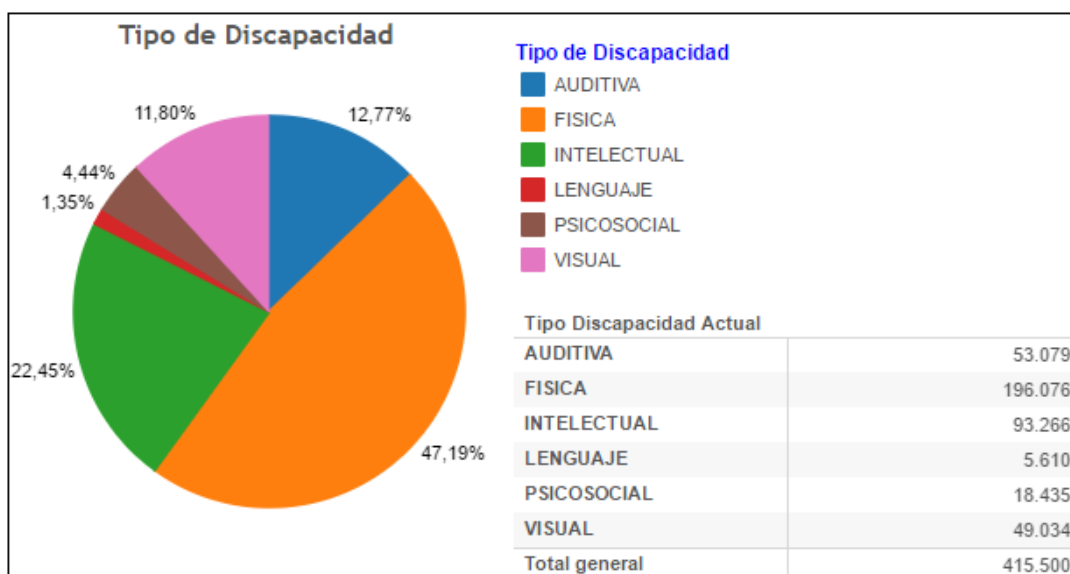


Figura 2- 1: Personas con discapacidad registradas

Fuente: Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, 2016

Dependiendo de las secuelas que sufra la persona, existen varios tipos de discapacidad. La discapacidad puede ser física, psíquica, sensorial e intelectual o mental. En Ecuador a partir de un estudio realizado por el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS, 2014) se dio a conocer la población afectada por algún tipo de discapacidad hasta 2015, como se muestra en la figura anterior.

De los tipos de discapacidades que se mencionan en el gráfico anterior la discapacidad física es el tipo de discapacidad que se relaciona directamente con este trabajo. La discapacidad física como su nombre lo indica, son todas aquellas discapacidades que afectan en alguna medida el funcionamiento del cuerpo en general o de alguna parte en específica de este. Por lo general, las discapacidades físicas se asocian sobre todo a los aspectos motores o de movimiento relacionados con el cuerpo humano. En este sentido podemos poner como ejemplos las personas que no pueden caminar, ya sea porque sufrieron la amputación de las extremidades o alguna enfermedad, o aquellas que no tienen brazos. Existen distintas causas y afecciones que pueden provocar problemas motrices que afectan la capacidad para desplazarse al no poder utilizar las piernas, los brazos o el tronco eficazmente (SUD).

2.2.2 Limitaciones de los discapacitados en el uso de automóviles.

Las personas que presentan algún tipo de deficiencias motrices y para desplazarse debido a las barreras físicas y sociales pueden hallar difícil su participación en las actividades. Por lo general son personas valientes e independientes que desean contribuir y ser útiles a la sociedad al máximo de su capacidad. Las limitaciones de los discapacitados en el uso cotidiano de los automóviles se basan en que se les hace difícil el uso de este sin apoyo de terceros, sobre todo a la hora del ingreso al vehículo. El ángulo de apertura de la puerta es una de las limitaciones más frecuentes que les impiden a las personas discapacitadas ingresar a un vehículo, ya sea como conductor o como pasajero. Este ángulo de apertura en las puertas convencionales no son lo suficientemente amplios por lo cual se hace difícil colocar el sillón de ruedas en una posición adecuada para que la persona discapacitada pueda trasladarse por sí misma del sillón hasta el asiento del vehículo. No solo a las personas en sillones de ruedas sino también aquellas personas que se apoyan en un bastón se les limita el ingreso al automóvil dado que por la propia geometría de las puertas convencionales se les dificulta abrir la misma ya sea por el esfuerzo que tienen que

realizar con los brazos o por el desplazamiento al abrir la puerta, hay que tener en cuenta que no pueden subirse al auto y aguantar a la puerta a la vez.

2.2.3 Tipos de puertas para automóviles

Puertas convencionales: Las puertas convencionales de automóviles son aquellas que salen instaladas de fábrica en la mayoría de los vehículos, por lo general este tipo de puerta tiene las bisagras en el borde delantero de la misma y se deslizan hacia la parte delantera del vehículo cuando se abren (DEFTRACING).



Figura 2- 2: Puerta convencional
Fuente: Autor

Puertas suicidas: Las puertas suicidas están el reverso de las puertas convencionales, esto significa que las bisagras se encuentran en la parte posterior de la puerta y al abrirlas, se balancean hacia la parte trasera del vehículo. Estas puertas no se utilizan en autos de fábrica hace muchos años, pero si se desea pueden ser ordenadas especialmente. Tal y como lo sugiere su nombre se dice que las puertas suicidas no son seguras, ya que en un accidente podrían estallar y salirse, dejando a los pasajeros sujetos a la expulsión del vehículo (DEFTRACING).



Figura 2- 3: Puerta suicida
Fuente: Tuningpedia

Puertas ala de gaviota: Las puertas de ala de gaviota están articuladas en el techo, se abren directamente hacia arriba desde la parte inferior del vehículo y el nombre deriva del hecho de que cuando las puertas están abiertas, el auto se ve como una gaviota en vuelo. La popularidad de estas puertas se debe a su uso en autos deportivos (DEFTRACING).



Figura 2- 4: Puertas ala de gaviota
Fuente: Deftracing

Puertas mariposa: Las puertas mariposa se encuentran abisagradas en la parte superior y frontal de la puerta. La puerta inicialmente se sale y luego se levanta y gira hacia fuera cuando se abre. Este tipo de puertas son instaladas de fábrica en algunos vehículo deportivos de alta gama por lo que suelen ser costosas. Deben su nombre al hecho de que parecen alas de mariposa cuando se abren (DEFTRACING).



Figura 2- 5: Puertas mariposa
Fuente: Deftracing

Puertas corredizas: Las puertas con correderas se monta en una pista en la parte superior e inferior de la puerta, se utilizan principalmente en las furgonetas, ya que ofrecen una gran cantidad de espacio para que los pasajeros ingresen y salgan del vehículo con equipaje y demás. Este tipo de puerta, y, cuando se abre, se deslizará hacia la parte trasera del vehículo (DEFTRACING).



Figura 2- 6: Puerta corrediza
Fuente: Tuningpedia

Puertas tijera: Este tipo de puertas son similares a las puertas mariposa, pero se levantan desde el chasis del vehículo y giran hacia arriba, con menos movimiento. Al igual que las puertas mariposa, las puertas tijera se pueden encontrar instaladas de fábrica en vehículos deportivos de alta gama, pero también pueden ser instaladas en otros tipos de autos. Se utilizan generalmente en el fuselaje ancho en autos deportivos, ya que requieren menos espacio, sin embargo, cuando se abren disponen de una superficie abierta tanto como las puertas mariposa (DEFTRACING).



Figura 2- 7: Puerta tipo tijera
Fuente: Deftracing

2.2.4 *Conversión de puertas convencionales a puertas verticales*

Las puertas verticales como su nombre lo indica son aquellas que se abren verticalmente en vez de horizontalmente. También se les dice puertas Lambo o puertas tipo tijera. Si se quiere adaptar este tipo de puertas a autos con diseño de puertas convencionales hay que hacer varias modificaciones, estas pueden ser complejas y para garantizar que la inversión no se malogre es necesario tener en cuenta algunas consideraciones según el diseño de cada auto en específico.

Realizar el trabajo de manera manual afortunadamente existen kits lo que facilita la tarea. Pasar a puertas Lambo parece una modificación extrema, pero se trata de cambiar las bisagras y agregar los amortiguadores presurizados de gas. Además el trabajo requiere de algunas soldaduras en el marco del vehículo. La soldadura a emplear es la eléctrica. También se debe tener en cuenta que para este tipo de trabajo la alineación del auto es fundamental. Los pasos más importantes de esta tarea son (TUNINGPEDIA):

1. Retirar las puertas del vehículo.
2. Quitar las bisagras originales.
3. Desmontar el cierre de la puerta.
4. Realizar la medición del cableado para asegurar que en las nuevas medidas sirva, la puerta tipo tijera abre y se mueve a 90 grados, así que los cables deben ser lo suficientemente largos para cubrir la nueva distancia.
5. Probar antes la puerta y el nuevo movimiento.
6. Utilizar una bisagra que se ajuste al nuevo diseño (puede utilizar los elementos del kit).
7. Probar con cuidado los movimientos de la nueva bisagra.
8. Utilizar un amortiguador presurizado para sostener la puerta en cada movimiento y en nueva posición sin que esta se caiga.
9. Para que la puerta quede abierta verticalmente puede hacer falta recortar algún perfil original según el modelo del auto.
10. Comprobar el funcionamiento del amortiguador, el cierre, las posiciones y repasar todas las fijaciones, especialmente las soldaduras.

2.2.4.1 *Ventajas de las puertas verticales tipo tijeras*

1. Brinda seguridad óptima para los ocupantes.
2. Facilita el rescate en caso de accidentes.
3. Su instalación no requiere soldar directamente sobre el perno.
4. Dada la simplicidad de su instalación es fácil de quitar, y no va a destruir la estructura original del vehículo.
5. Se puede restaurar fácilmente la forma original para abrir la puerta del automóvil.
6. Se puede abrir fácilmente.
7. El ángulo de apertura es cómodo para los ocupantes del vehículo.
8. Requiere de menos espacio de parqueo dado que el área del vehículo con las puertas cerradas es prácticamente la misma que con las puertas abiertas.

2.2.4.2 *Bisagras tipo tijeras*

Las bisagras tipo tijeras son aquellas bisagras que se utilizan en las puertas verticales o tipo lambo cómo también se les conocen. Estas bisagras varían en diseño de acuerdo al modelo de la puerta y del auto. En la figura se muestra un kit de bisagras tipo tijeras con amortiguadores de gas para puertas lambo. (LAMBORGHINI, 2014)



Figura 2- 8: Bisagras tipo tijeras para puerta Lambo

Fuente: Todoautos.com.pe

En la figura 2-9 que aparece a continuación se muestra el montaje de este tipo de bisagras en un auto común.



Figura 2- 9: Montaje de una bisagra tipo tijera
Fuente: Todoautos.com.pe

2.2.4.3 Partes fundamentales de un sistema de bisagra tipo tijera

Un sistema de bisagras tipo tijeras para puertas lambo se conforma por las bisagras y un conjunto amortiguadores a gas. De manera general un amortiguador es un pistón hidráulico con flujo limitado. Los amortiguadores de gas en realidad no son de gas, más bien son hidráulicos y además vienen cargados con gas nitrógeno presurizado, esto significa que en lugar de quedar aire en las cámaras cuando sale el aceite hay gas nitrógeno. La principal ventaja que los amortiguadores de gas proporcionan es evitar la formación de burbujas. Las burbujas se forman cuando el amortiguador trabaja intensamente y disminuyen gravemente las funciones del amortiguador. Los amortiguadores de a gas más conocidos son los que se utilizan en las suspensiones de los autos para mantener las llantas en contacto con el pavimento, dar estabilidad en curvas y mayor comodidad a los usuarios del mismo. Sin embargo existen diferentes modelos empleados para diferentes usos, en la figura 2-10 se muestra un amortiguadores a gas utilizados en las puertas verticales en autos ligeros (LAMBORGHINI, 2014)



Figura 2- 10. Amortiguadores a gas para puertas lambo.
Fuente: Todoautos.com.pe

Partes de la bisagra:

- Placa base
- Placa de sujeción
- Perno
- Buje

2.2.5 Criterios de diseño

El principal interés o afinidad de realizar el proyecto, es en principio diseñar una bisagra, la cual contase con una resistencia óptima, segura y estable, al estar sometida a cargas de una gran magnitud, tomando en consideración también el desgaste a la cual puede estar sometida la misma, teniendo en cuenta su factor de seguridad. Ya que al estar relacionada con el empleo del ser humano, ya sea directa o indirectamente, se considera al factor de seguridad una prioridad en una bisagra de este tipo. El concepto de la bisagra está basado primordialmente en los dobleces de un material, específicamente una lámina de metal, definiendo que al doblar cualquier lamina, ya sea plegarla a 90° o a cualquier otro ángulo, aumenta su resistencia y su rigidez (TRUJILLO, 2010).

La proyección y propósito es diseñar los componentes de la bisagra de la siguiente manera:

- Que cumplan con los estándares mínimos mundiales ya normalizados sobre el diseño de bisagras.
- Agregar los dobleces como refuerzos al material.
- Diseñar estructuras o soportes que permitan en zonas de alta tensión o esfuerzos, y que en la bisagra, estos componentes asimilen las cargas de forma segura y a su vez brinden una mayor resistencia a la misma.
- La estrategia adecuada de diseño, la cual este ligada a los procesos de manufactura, está hecha para evitar una alta perdida de material, la cual repercute a elevar los costos de producción.

2.2.5.1 *Consideraciones del proceso de manufactura*

A la hora de diseñar cualquier pieza se deben tener en cuenta los procesos de manufacturas que serán necesarios emplear en la elaboración de la misma. Según las características específicas de la pieza se deberán seleccionar con cuidado para que la pieza final cumpla con los requerimientos establecidos. Los principales procesos de manufactura empleados en la elaboración de piezas metálicas son:

- Fundición
- Soldadura
- Maquinado

2.2.5.2 *Consideraciones del proceso de maquinado*

En la industria de la manufactura, el maquinado es uno de los procesos más importantes a realizar. El principio de este proceso es remover por medio de una herramienta de corte todo el exceso del material, de tal manera que la pieza quede terminada como se desea. Este proceso incluye la deformación cortante del material, creando una viruta, cuando esta es removida, queda totalmente expuesta a una nueva superficie. Una característica especial es que a través del tiempo se ha modificado e innovado la forma de realizarlo.

Hoy en día, se le puede realizar maquinado a una amplia gama de metales. El maquinado no solamente es un solo proceso. El aspecto fundamental a considerar es que para realizar un maquinado profesional y exacto se requiere un movimiento relativo entre el material de trabajo y la herramienta. Además durante el proceso de maquinado, es importante añadir productos que permitan facilitar el proceso. Tanto los aceites, tintas o lubricantes ayudan a disminuir la fricción durante el roce, también ayudan a que la pieza no se lastime más de lo deseado y sobretodo que el corte sea lo más exacto y perfecto posible.

El mecanizado como también se le conoce en la industria de construcción de maquinarias se hace mediante una máquina herramienta manual, semiautomática o automática, se debe tener en cuenta el esfuerzo de mecanizado es realizado por un equipo mecánico, con los motores y mecanismos necesarios y no por el operario de la máquina (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002).



Figura 2- 11. Tipos de máquinas herramientas

Fuente: Sorope Kalpakjian

Mediante el maquinado el acero puede tener la forma que se desee. Este es un procedimiento que no debe ser complicado y el material debe darnos las facilidades. Existen varios procesos de transformación a los que se someten los aceros pero en un primer momento los más utilizados son el corte, el torneado y el taladrado (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002).

El corte es la primera operación para realizar y cuenta con una variedad de procesos, como:

- **El Corte de Acero en Prensas:** Esta operación puede ser en diferentes tipos de prensa mecánicas o hidráulicas. (SCHMID & KALPAKJIAN, 2002)
- **El Corte Por Medio de Gases:** El oxicorte como también se le conoce a este método es un proceso antiguo que se utiliza para cortar metales, el cual consiste en que el calor necesario para producir el corte lo proporciona la reacción química que se crea entre el oxígeno y el material a cortar, este calor es suministrado por medio de un soplete. (SCHMID & KALPAKJIAN, 2002)
- **El Láser:** Este tipo de corte es común y consiste en la formación de un haz de láser, el cual se genera por la excitación del láser con una mezcla de gases CO₂, Helio y Nitrógeno, a partir de un suministro de energía de alto voltaje y baja corriente. La descarga eléctrica excita las moléculas de CO₂ que posteriormente al volver a su nivel de energía original emiten fotones. La mezcla de gas se sitúa entre dos espejos colocados en ambos extremos del tubo, siendo uno totalmente reflector y el otro solo parcialmente, a fin de permitir la salida del haz. (SCHMID & KALPAKJIAN, 2002)
- **El Plasma:** Este proceso implica suministrar el calor generado por el arco eléctrico que se produce entre un electrodo y el metal, en un medio gaseoso altamente ionizado.

- Las temperaturas que se alcanzan son elevadas y el efecto del sople necesario para cortar el metal fundido, es originado por el efecto de estrangular el arco que pasa a través del estrecho orificio de la boquilla y gas a gran presión. Los diferentes procesos de corte por plasma son: dual, de alta definición y bajo agua (plasma normal). (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002)

El torneado por su parte es una operación con arranque de viruta que permite la elaboración de piezas cilíndricas, cónicas y esféricas. Este se logra a partir del movimiento uniforme de rotación de la pieza alrededor del eje fijo, mientras que el taladrado por su parte es la operación que consiste en efectuar un hueco cilíndrico en un cuerpo mediante una herramienta denominada broca, esto se hace con un movimiento de rotación y de alimentación. (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002)

Las máquinas herramientas de mecanizado clásicas son:

- **Torno:** Es la máquina herramienta de mecanizado más difundida, éstas son en la industria las de uso más general, la pieza se fija en el plato del torno, que realiza el movimiento de corte girando sobre su eje, la cuchilla realiza el movimiento de avance eliminando el material en los sitios precisos. (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002)
- **Taladro:** La pieza es fijada sobre la mesa del taladro, la herramienta, llamada broca, realiza el movimiento de corte giratorio y de avance lineal, realizando el mecanizado de un agujero o taladro teóricamente del mismo diámetro que la broca y de la profundidad deseada. (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002)
- **Cepilladora:** De mayor tamaño que la limadora, tiene una mesa deslizante sobre la que se fija la pieza y que realiza el movimiento de corte deslizándose longitudinalmente, la cuchilla montada sobre un puente sobre la mesa se desplaza transversalmente en el movimiento de avance. (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002)
- **Limadora:** esta máquina herramienta realiza el mecanizado con una cuchilla montada sobre el porta herramientas del carnero, que realiza un movimiento lineal de corte, sobre una pieza fijada la mesa, que tiene el movimiento de avance perpendicular al movimiento de corte. (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002)

- **Mortajadora:** Máquina que arranca material linealmente del interior de un agujero. El movimiento de corte lo efectúa la herramienta y el de avance la mesa donde se monta la pieza a mecanizar. (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002)
- **Fresadora:** En la fresadora el movimiento de corte lo tiene la herramienta; que se denomina fresa, girando sobre su eje, el movimiento de avance lo tiene la pieza, fijada sobre la mesa de la fresadora que realiza este movimiento. Es junto al torno la máquina herramienta más universal y versátil. (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002)
- **Brochadora:** Máquina en la que el movimiento de corte lo realiza una herramienta brocha de múltiples filos progresivos que van arrancando material de la pieza con un movimiento lineal (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002).

2.2.5.2 *Consideraciones del proceso de soldadura*

Al comenzar la reparación o modificación de alguna parte de un vehículo se debe conocer qué procesos de soldadura se pueden emplear y cuál es el más adecuado de acuerdo a cada unión. Es común que en los Manuales de Reparación de los vehículos se especifica el tipo de soldadura a utilizar en concreto. Cuando no se dispone de ésta información, en función de las características de la unión a realizar, se deberá optar por un tipo u otro de soldadura.

Los tipos de soldadura habituales utilizados en la reparación de carrocerías son:

- Soldadura por puntos de resistencia eléctrica.
- Soldadura por arco eléctrico bajo gas protector
- Soldadura fuerte.
- Soldadura blanda.

La soldadura por arco eléctrico específicamente es uno de múltiples procesos de fusión para la unión entre dos metales. A partir de la aplicación de calor intenso, el metal que se deposita en la unión entre las dos partes se funde esto causa que se entremezclen directamente, o lo que es más común con el metal de relleno fundido en el intermedio. Luego del enfriamiento y la solidificación, se crea la unión metalúrgica. Como esta unión

es una mezcla de metales, la soldadura final, potencialmente debe tener propiedades de resistencia similares que el metal de las piezas. En este tipo de soldadura, el calor necesario para fundir el metal se produce mediante un arco eléctrico, el cual se forma entre el trabajo actual y un electrodo que es guiado a lo largo de la junta de forma manual o mecánica. (THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY, 2017).

Un electrodo es una varilla la cual tiene como propósito transportar la corriente entre la punta y el trabajo, también puede ser una varilla o alambre especialmente preparado para que además de conducir la corriente, se funda y suministre metal de relleno a la unión. En la mayoría de las soldaduras empleadas en la fabricación de productos de acero es utilizado el segundo tipo de electrodo. El circuito básico de arco de soldadura consiste en una fuente de poder de CA o DC, equipada con lo que pueden ser controles necesarios, como se muestra en la figura 2-12. Esta va conectada a la pieza de trabajo por un cable de trabajo y a un porta electrodo de algún tipo por un cable "caliente", que hace contacto eléctrico con el electrodo de soldadura (SCHMID & KALPAKJIAN , 2002)

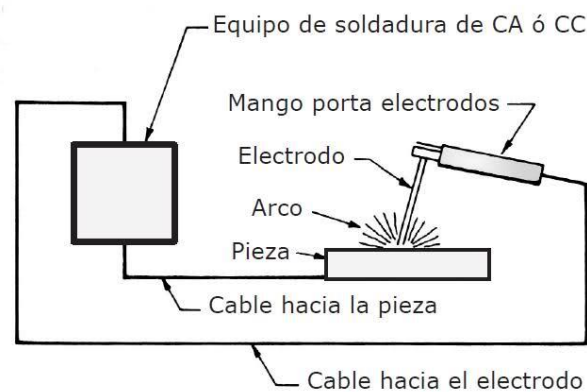


Figura 2- 12. Circuito básico de soldadura por arco.
Fuente: (THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY, 2017).

Sin embargo, en la unión de metales mover un electrodo a lo largo de una unión no es suficiente para lograr el objetivo. Los metales tienden a reaccionar químicamente a altas temperaturas con elementos presentes en el aire como por ejemplo el oxígeno y el nitrógeno. Cuando el metal del charco de fusión entra en contacto con el aire, los óxidos y nitruros, debilitan la resistencia y dureza de la unión perjudicando considerablemente la soldadura. Por esta razón en muchos procesos de soldadura por arco se utilizan algunos medios para cubrir el arco y el charco de fusión con un escudo protector que puede ser de gas, vapor, o escoria, lo cual se denomina arco protegido. La protección del arco es un blindaje que evita o minimiza el contacto del aire con el metal fundido. La figura 2-13 muestra cómo el recubrimiento sobre un electrodo revestido proporciona un escudo

gaseoso alrededor del arco y una escoria que cubre el depósito caliente de soldadura (RODRIGUEZ & SALGADO, 2010).

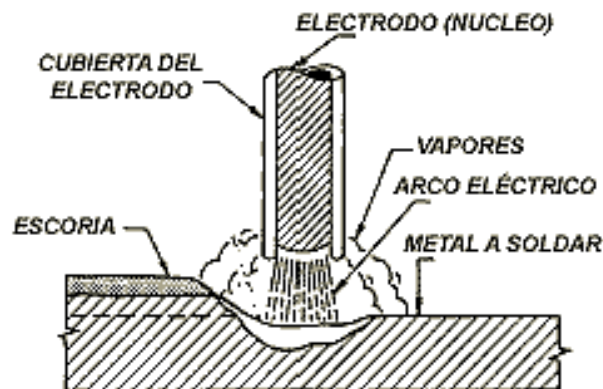


Figura 2- 13. Soldadura por arco con electrodo revestido.
Fuente: (THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY, 2017).

2.2.6 Simulación por elementos finitos

En los últimos años y sobre todo desde la década de los años 1990, los elementos finitos se han puesto de moda, en el mejor sentido de esta palabra, siendo creciente el número de ingenieros y especialistas de las más diversas ramas, que los utilizan o pretenden utilizarlos. La existencia de esta herramienta matemática y la proliferación de los programas profesionales de computación correspondientes (“softwares”), ocurrida esta última desde mediados de los años de 1980, han posibilitado esta situación actual. En ello ha incidido también y de manera importante, el surgimiento y popularización de las computadoras personales PC, de tan amplio uso actualmente en casi todas las esferas profesionales y sociales. (COSTALES, 2011)

El Método de los Elementos Finitos y sus programas permiten al ingeniero y al especialista, no sólo calcular muchos tipos de problemas de las Ingenierías, sino investigar y profundizar detalladamente en los mismos; le abre las posibilidades de ampliar y trabajar de forma efectiva en múltiples nuevos campos poco tratados por desconocimiento y por su complejidad, como los problemas no lineales mecánicos, los de la ingeniería biomédica y otros muchos más; y abre prácticamente a cualquier especialista el amplio campo de la modelación matemática de los sistemas físicos. Pero quizás uno de los efectos más interesantes que están promoviendo los elementos finitos y las tecnologías a ellos asociadas, sea la ampliación del perfil de trabajo de los ingenieros y científicos, a nuevos campos de las Ingenierías y las Ciencias. (COSTALES, 2011)

Los procedimientos y formulaciones del MEF son tan generales que permiten ser aplicados a disciplinas y especialidades diversas, facilitando de esta forma la introducción de los especialistas en campos hasta ahora distanciados de sus intereses originales. Contribuye así a la formación y trabajo de ellos con un perfil más amplio reforzando esta tendencia general comenzada en los años de la década de 1980. Actualmente es posible ver por ejemplo, a ingenieros en tecnología incursionando en complejos problemas de diseño, a ingenieros civiles analizando problemas de vibraciones mecánicas, o a un ingeniero mecánico involucrado con materiales piezoeléctricos o biomédicos. (COSTALES, 2011)

Existen diferentes software que utilizan el método de los elementos finitos para simular diferentes escenarios, de estos software los más conocidos son:

- Autodesk Inventor
- SolidWorks
- ANSYS Workbench

2.2.6.1 *Descripción del simulador*

Ansys es el principal fabricante de software de ingeniería avanzada para la simulación del comportamiento de los productos manufacturados y procesos industriales en el mundo real. (COSTALES, 2011)

Las soluciones de Ansys abarcan desde la simulación del comportamiento de dinámica de fluidos, electromagnetismo, resistencia de materiales, etc. (COSTALES, 2011)

El acuerdo de Seys y Ansys la distribución de las soluciones de simulación específicas y la prestación de servicios de valor añadido por parte de nuestro personal certificado. Así pues, desde la división de Ingeniería de Seys se realizan trabajos de consultoría para el estudio de la solución de simulación más adecuada a las necesidades de nuestros clientes, así como servicios de ingeniería y formación. (COSTALES, 2011)

Es una potente solución que engloba el análisis del comportamiento de un elemento sometido a un o a múltiples fenómenos físicos. Incluye capacidades de análisis de

estructuras, análisis térmico, comportamiento de fluidos y electromagnetismo a alta y baja frecuencia. (COSTALES, 2011)

2.2.6.2 *Diferentes paquetes de simulación de Ansys*

- **Dinámica de Fluidos Estructurales:** Ofrecen mecánica estructural, dinámica explícita, dinámica de fluidos y capacidades de simulación térmica. Estos paquetes también incluyen ANSYS Workbench, herramientas de importación CAD relevantes, modelado y mapeo de sólidos, y capacidad de computación de alto rendimiento (HPC). (COSTALES, 2011)
- **Productos Académicos de Electrónica:** Paquetes que ofrecen alta frecuencia, integridad de señal, RF, microondas, dispositivo de onda milimétrica y otras capacidades de simulación de ingeniería electrónica. Estos paquetes incluyen productos como ANSYS HFSS, ANSYS Q3D Extractor, ANSYS SIwave, ANSYS Maxwell, ANSYS Simplorer Advanced. Incluyen también HPC e importación / conectividad a muchas herramientas MCAD y ECAD comunes. (COSTALES, 2011)
- **Sistemas y software incorporado - Productos SCADE** que ofrecen un entorno de desarrollo basado en modelos para software embebido. (COSTALES, 2011)
- **Multiphysics Campus Solutions -** Grandes paquetes de conteo de tareas de productos de Investigación y Enseñanza de las tres categorías anteriores destinados a un despliegue a gran escala en un campus o en varios campus. (COSTALES, 2011)

CAPÍTULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1 Diseño de la bisagra

Para el diseño de la bisagra lo primero que se realiza es un estudio de los modelos presentes en el mercado, lo que permite tener una idea de las ventajas y desventajas de cada geometría. Dado que el diseño de la bisagra depende casi siempre del modelo específico del auto, realizar un diseño estándar para todo tipo de vehículo se hace complicado por lo que de todos los modelos existentes solo tres se toman en cuenta por los autores para el análisis de alternativas.

3.1.1 *Análisis de alternativas*

Para el analizar las alternativas se debe toma en cuenta el problema a solucionar, para con ello valorar las posibilidades de solución. Una vez valorada las alternativas es prudente seguir alguna metodología de cálculo o selección según el caso específico. Además el análisis de las alternativas debe partir de lo que existe en la actualidad y a dónde se quiere llegar. Siguiendo con esta línea también es necesario tener la valoración de los costos de la implementación, ya que según la complejidad del modelo, la calidad de los materiales entre otros factores influye directamente en el costo final de implementación.

3.1.1.1 *Bisagras para puertas lambo presentes en el mercado.*

Bisagra tipo lambo universal de 60°



Figura 3- 1. Bisagra tipo lambo universal de 60°.

Fuente: Todoautos.com.pe

El kit de bisagras para puertas Lambo universal de 60°, como su nombre lo indica englobará cualquier vehículo. Su diseño moderno permite el gran ajuste a la hora de su instalación, en la anterior figura 3-1 se muestra una imagen de la geometría de este tipo de bisagras en conjunto de los amortiguadores. Las características fundamentales de este tipo de bisagras son:

- Diseño complejo
- Resistencia a la corrosión
- Peso 22 kg (ligero)
- Resistencia de envejecimiento
- Larga vida de servicio
- Superficie lisa
- Buena flexibilidad,
- Palancada ajustable en el momento de la instalación
- Con 60 grados para arriba
- Ninguna perforación
- Ninguna pintura ni repintura
- Material: Acero de la alta calidad

Bisagra tipo tijera universal

Al igual que en el caso anterior este tipo de bisagra también es adaptable a cualquier modelo de auto. Además tiene la ventaja particular de que no requiere modificaciones en el vehículo por lo que su implementación es totalmente reversible. En la figura 3-2 se muestra un ejemplo de la geometría de este tipo de bisagra.



Figura 3- 2. Bisagra tipo tijera universal.

Fuente: Todoautos.com.pe

Características:

- Diseño sencillo
- Resistencia a la tracción
- Peso 12 kg (ligero)
- Larga vida de servicio
- Facilidad de montaje
- Con 90 grados para arriba
- Ninguna pintura ni repintura
- Material: hierro fundido
- Sin necesidad de soldadura o cortes en la carrocería o en la puerta

Bisagra Lambo universal de 90 grados modelo KD6050

Al ser un kit para puertas lambo universal puede requerir modificaciones personalizadas, se recomienda la instalación profesional por un taller de fabricación de encargo.



Figura 3- 3. Bisagra Lambo universal de 90 grados modelo KD6050.

Fuente: Todoautos.com.pe

Descripción

- Se abre verdaderamente los 90 grados
- Buen Funcionamiento
- Puntos de Parada ajustable
- Material: Acero de construcción
- Mantiene la seguridad de la fábrica, los accesorios y la función vertical de la puerta
- Son universales y pueden ser instalados en cualquier vehículo

- Peso neto: 20kgs (ligero)

3.1.2 Selección y justificación de la alternativa más adecuada

Para realizar el análisis de las alternativas se parte de una comparación de algunos aspectos esenciales que diferencian cada uno de los modelos y que responden directamente al problema de investigación. Es válido aclarar que aunque no aparezcan todas las características explícitas en el cuadro comparativo que se muestra en la tabla 3-1 si se tienen en cuenta a la hora del análisis.

Tabla 3- 1. Comparación de alternativas.

Alternativas	Complejidad de la fabricación	Facilidad de montaje	Angulo de apertura	Costo de fabricación
Bisagra tipo lambo universal de 60°	Alta debido a la complejidad en el diseño	Baja ya que depende de un especialista	60°	400.00\$ el par a causa de la complejidad del diseño y el tipo de material
Bisagra universal tipo tijera	Baja a causa de su diseño sencillo	Elevada ya que no es necesario ninguna modificación en el auto	90°	220.00\$ el par a causa de la sencillez del diseño y el tipo material
Bisagra tipo lambo universal de 90° modelo KD6050	Baja a causa de su diseño sencillo	Media ya que puede requerir algunas modificaciones en el vehículo	90°	200.00\$ el par a causa de la sencillez del diseño y el tipo material

Fuente: Autor

Antes de analizar la tabla anterior se debe partir del hecho que los tres modelos de bisagras son universales es decir pueden instalarse en cualquier vehículo por lo que nos debemos concentrar en las diferencias que puedan favorecer nuestro objetivo de manera eficaz. En la tabla 3-1 salta a la vista que el modelo lambo de 60° además de ser un diseño complejo requiere de un especialista para su instalación y su costo de fabricación es el más elevado de todos por lo que se deduce que el costo final de la inversión tiende a ser elevado. Por otro lado dado el objetivo fundamental de este trabajo es facilitar el acceso de las personas con discapacidad al vehículo, 60° de apertura de la puerta hacia arriba no son suficientes.

Sin embargo al analizar los modelos restantes podemos ver que son de diseños sencillos, costos de fabricación similares e igual ángulo de apertura. La diferencia fundamental entre la bisagra tipo tijera y el modelo KD6050 es que la primera no requiere de ningún tipo de modificación en el auto lo que además de facilitar en gran medida su implementación baja el costo final de la inversión, mientras que en la segunda o sea en el modelo KD6050 es probable que se requieran modificaciones en el vehículo por lo que a pesar de que el costo de fabricación es un poco menor que la anterior el costo final de implementación podría subir considerablemente en función de las características específicas de cada vehículo.

Luego de analizar cuidadosamente lo anteriormente mencionado la geometría que se adoptará para el diseño de la bisagra será el de Bisagra universal tipo tijera ya que además de tener un amplio ángulo de apertura es sencilla de implementar. Sin embargo es criterio de los autores que el material utilizado en este tipo de bisagras no es lo suficientemente resistente como se necesita en este caso, ya que la bisagra debe responder a todo tipo de vehículo sin que la geometría y el peso de la puerta comprometan la seguridad de la misma.

3.1.3 *Geometría de la bisagra*

Como ya se ha mencionado la geometría de la bisagra estará basada en el modelo universal tipo tijeras el cual está compuesta por diferentes elementos que se muestran en la figuras que se observan a continuación. En la figura 3-4 que se observa una de las partes fundamentales de la bisagra que el brazo principal.

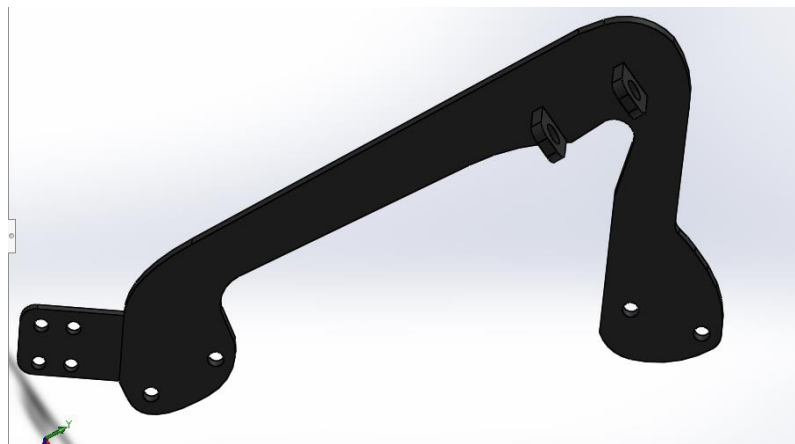


Figura 3- 4. Brazo principal.

Fuente: Autor

En la figura 3-4 anterior se observa el brazo principal de la bisagra el cual está compuesto por los elementos que se muestran en la figura 3-5 que aparece a continuación.



Figura 3- 5. Componentes del brazo principal.

Fuente: Autor

Además de los elementos anteriores el brazo principal soporta otros elementos del ensamblaje final como son el perno de sujeción, el rodillo de movimiento y las tuercas de fijación del perno los cuales se muestran en la figura 3-6 que aparece a continuación.

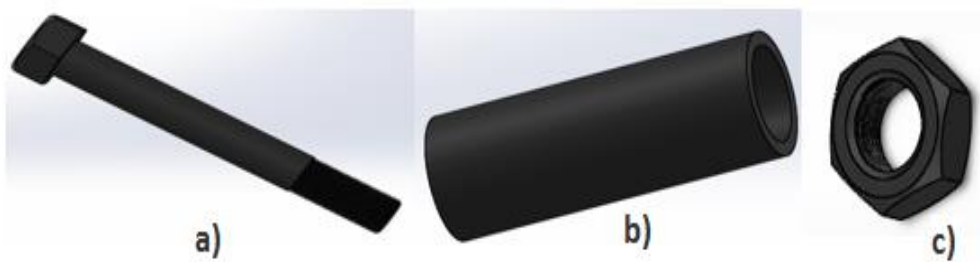


Figura 3- 6. a) Perno de sujeción, b) Buje de movimiento, c) Tuerca de sujeción.

Fuente: Autor

Otra de las partes principales de la bisagra es el brazo secundario que se muestra en la figura 3-7 que aparece a continuación.

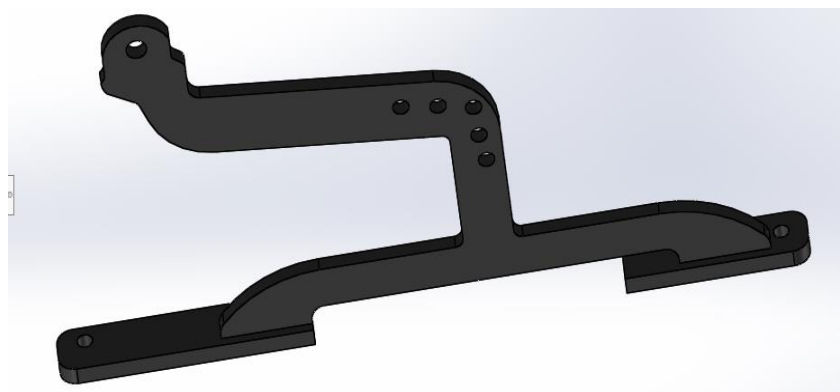


Figura 3- 7. Brazo secundario.

Fuente: Autor

La pieza anterior a su vez está compuesta por dos elementos los cuales se unen a partir de un proceso de soldadura y son los que aparecen en la figura 3-8 a continuación.

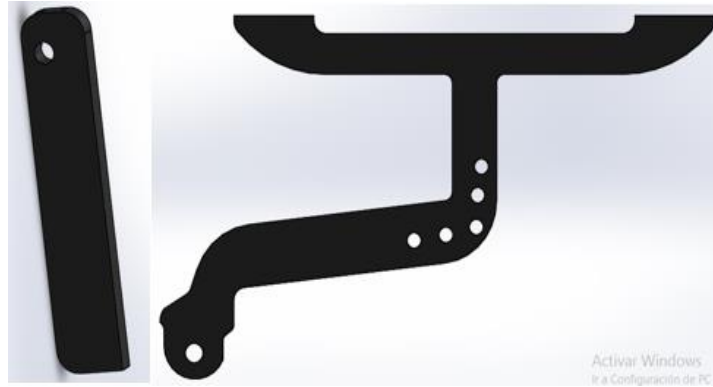


Figura 3- 8. Elementos que componen el brazo secundario.
Fuente: Autor

Además de las partes fundamentales anteriormente mencionadas la bisagra tiene otros elementos de ensamblaje como son rodamientos, pernos, tuercas etc, los cuales se muestran en la figura 3-9 que aparece a continuación.

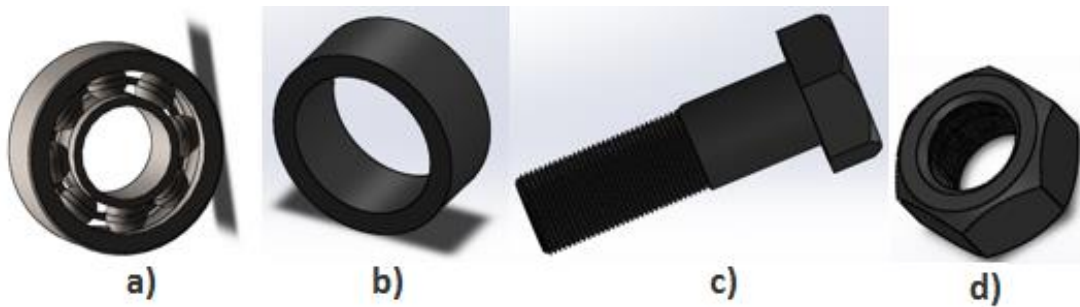


Figura 3- 9. a) Rodamiento, b) Porta rodamiento, c) Perno del rodamiento, d) Tuerca de sujeción del perno de rodamiento.
Fuente: Autor

Una vez obtenidas todas las partes que conforman la bisagra se procede al ensamblaje de la misma el cual luego de su fabricación debe quedar como se muestra a continuación.

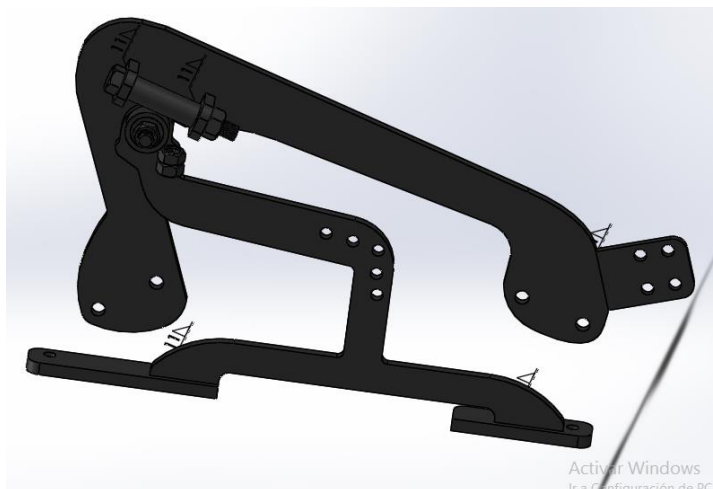


Figura 3- 10. Ensamblaje de la bisagra.
Fuente: Autor

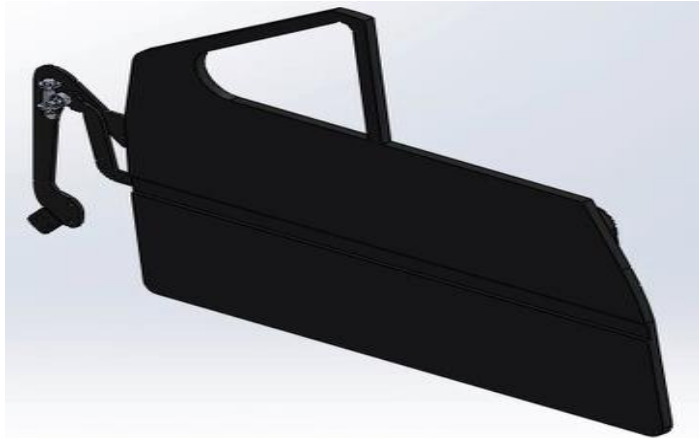


Figura 3-11. Ensamblaje de la bisagra y puerta
Fuente: Autores



Figura 3-12. Ensamblaje de la bisagra y puerta vertical
Fuente: Autores

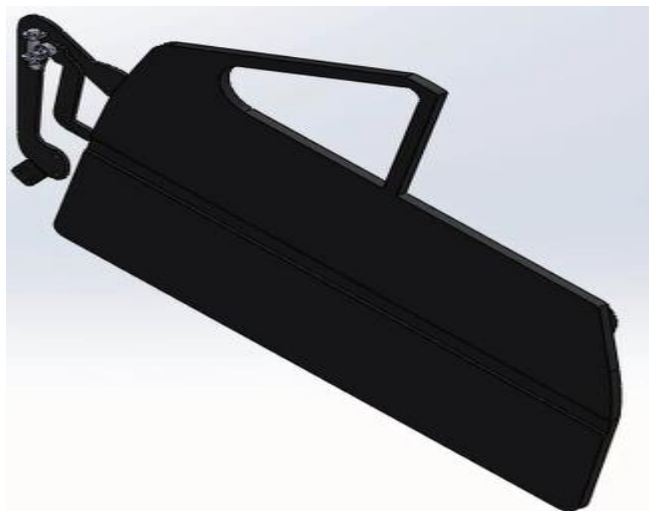


Figura 3-13. Ensamblaje de la bisagra y puerta posición inicial
Fuente: Autores

3.1.4 *Material*

Como se menciona en epígrafes anteriores es de mucha importancia que el material de la bisagra resista sin importar el peso y las características específicas de cada puerta por lo que los autores proponen una variación en el material a partir de la sustitución del Hierro común por acero al carbono, específicamente acero 1045 según la norma ASTM A48-41.

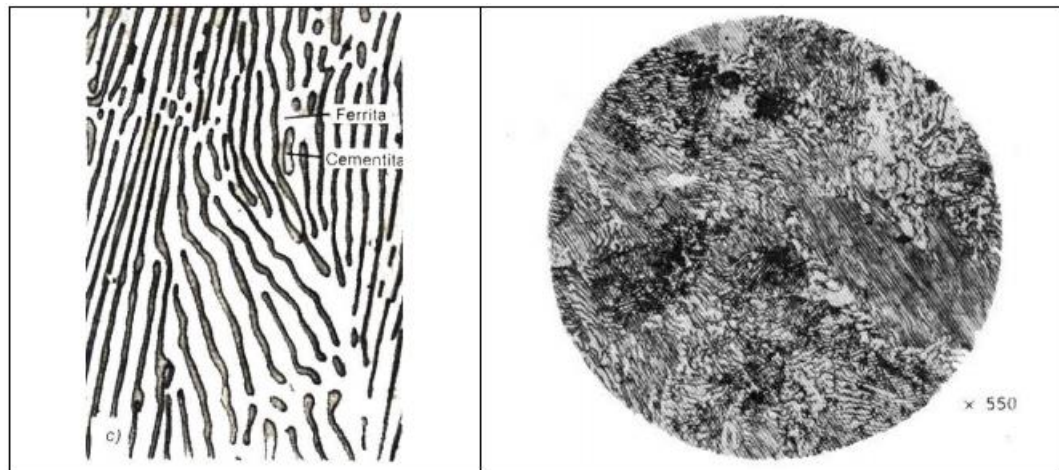


Figura 3- 114. Microestructura del acero 1045.
Fuente: (J.A.Babor, 2014).

Características del acero 1045

Es un acero que se utiliza cuando la resistencia y dureza son necesarios en condición de suministro. Este acero medio carbono puede ser forjado con martillo. Responde al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción, pero no es recomendado para cementación o cianurado. Presenta buena soldabilidad cuando se hacen prácticas de soldadura adecuadas. Por su dureza y tenacidad es utilizado en la fabricación de componentes de maquinaria. (ASTM, 2013)

3.1.4.1 *Propiedades según la norma ASTM A48-41*

Tabla 3- 2. Composición química del acero 1045

Composición química (%)	
C	0,43-0,50
Mn	0,60-0,90
P	0,04 Máx.
S	0,05 Máx.

Fuente: (ASTM, 2013)

Tabla 3- 3. Propiedades mecánicas del acero 1045

Propiedades Mecánicas	
	Laminado en caliente
Resistencia a la tracción	63-73 Kgf/mm ²
Límite de fluencia	40 Kgf/mm ²
Elongación	16%
Reducción de área	40%
Maquinabilidad	55%
Dureza (HB)	163

Fuente: (ASTM, 2013)

Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

Usos: Los principales usos para este acero son en piñones, cuñas, ejes, tornillos, partes de maquinaria, herramientas agrícolas y remaches. (ASTM, 2013)

Tratamientos térmicos: Se da normalizado a 900°C y recocido a 790°C normalmente.

Los valores mencionados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Estos valores son para orientar a quienes deban diseñar algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores exactos para su uso en el diseño por lo cual se debe tener en cuenta el margen de error. (ASTM, 2013)

Ventajas: Posee alto grado de dureza y tenacidad es apto para exigencias moderadas. Amplia gama de aplicaciones automotrices y de maquinaria como partes y piezas que requieran resistencia media. (ASTM, 2013)

3.1.5 *Proceso de manufactura*

Los procesos de manufactura para la obtención de las diferentes partes de la bisagra son varios sin embargo hay algunos de los componentes que aparecen en el mercado de manera prefabricadas como los pernos las tuercas y los bujes por lo que el presente epígrafe se concentra en los procesemos de manufactura necesarios para la obtención de las planchuelas que conforman los brazos de la bisagra. Dado que el material a emplear

es el acero 1045 la geometría de la bisagra y las partes que conforman el brazo principal y el brazo secundario serán obtenidas a partir del corte de una chapa de acero en el caso de las planchuelas del brazo principal y secundario en las cuales posteriormente se taladran los orificio para los diferentes tornillos de fijación. Luego se ensamblan las partes a partir del proceso de soldadura. (ASTM, 2013)

3.1.5.1 Soldadura

Para la determinación de los principales parámetros de soldadura por arco eléctrico de para el acero 1045 es importante conocer que la soldabilidad de este tipo de material. El acero contiene Si, Mn, P y S además de C. Estos cinco elementos químicos se les llaman los 5 elementos químicos del acero. El acero con 0.3 - 0.6% se le llama acero de carbón medio. El acero de la estructura de la máquina está en este grado. El acero especial es de tal grado que contiene, además de los 5 elementos, un mayor Mn en comparación con el acero de carbón. Elementos de aleación como Ni, Cr y Mo también se agregan para el uso que se pretende por esta razón el material de aporte aplicado consistió en electrodos revestidos E6013 según el manual AGA cuyas características aparecen a continuación: (ASTM, 2013)

- Electrodo diseñado para depositar cordones y filetes de un aspecto excelente.
- Sobresalientes características mecánicas.
- Arranque en frío y fácil remoción de escoria.
- Gran velocidad de avance y poca perdida por salpicadura
- Resistencia a la tracción de 48-56kg/mm²
- Se puede soldar en posición plana, horizontal, vertical ascendente y descendente y sobre cabeza

Tabla 3- 4. Corriente y polaridad del electrodo E6013

Para corriente alterna o continua		
Electrodo al polo positivo		
Diámetro (mm)	Diámetro (pul)	Amperaje
3.20	1/8	90-130
4.00	5/32	140-180

Fuente: (AGA, 2015).

Aplicaciones:

- Especialmente para carpintería metálica con láminas, carrocerías y chasis.
- Todo tipo de recipiente sometido o no a presión.
- Calderería
- Fabricación de puertas y ventanas

3.2 Análisis estático de la bisagra

El análisis estático de la bisagra también se basará en la simulación estática de su comportamiento. La configuración de una simulación estática para un ensamblaje no es diferente a la que se realiza para una pieza, en realidad la mayor diferencia radica en que se deberá tomar en cuenta las relaciones de contacto estén correctas y en que al ser piezas complejas el cálculos de los modelos matemáticos requiere de una computadora con mayores propiedades que para el cálculo de un elemento sencillo.

En la presente sección se analiza el comportamiento de las tensiones internas de la bisagra a partir de un análisis estático tanto de las partes principales que conforman el ensamblaje como de la bisagra en su conjunto. Para este análisis se utilizará el software de elementos finitos Ansys Workbench 16.1. El primer paso será importar las diferentes geometrías que serán analizadas las cuales fueron previamente modeladas en 3D y ensambladas en Solidworks. Luego se procede a configurar cada uno de los análisis teniendo en cuenta las cargas que soportan estas geometrías. Los resultados estarán en función del estrés equivalente a partir de von-Mises, la energía de deformación y la deformación total. Luego a partir de estos resultados se valora si es posible construir e implementar la bisagra sin riesgo a que colapse la estructura partiendo de los criterios generales de resistencia.

3.2.1 Análisis estático de los componentes fundamentales de la bisagra.

El análisis estático estará basado en la simulación del comportamiento de las partes fundamentales de la bisagra. Lo primero que se debe tener en cuenta para determinar cuáles son los principales componentes de la bisagra es que partes soportan las mayores cargas así como la complejidad de las geometrías que conforman las mismas, ya que en el proceso de manufactura se pueden evitar o provocar concentraciones internas en las diferentes piezas.

3.2.1.1 Simulación de la bisagra

Como ya se había mencionado el primer paso para la simulación de cada pieza, será importar la geometría desde el SolidWorks como se muestra en la figura a continuación:

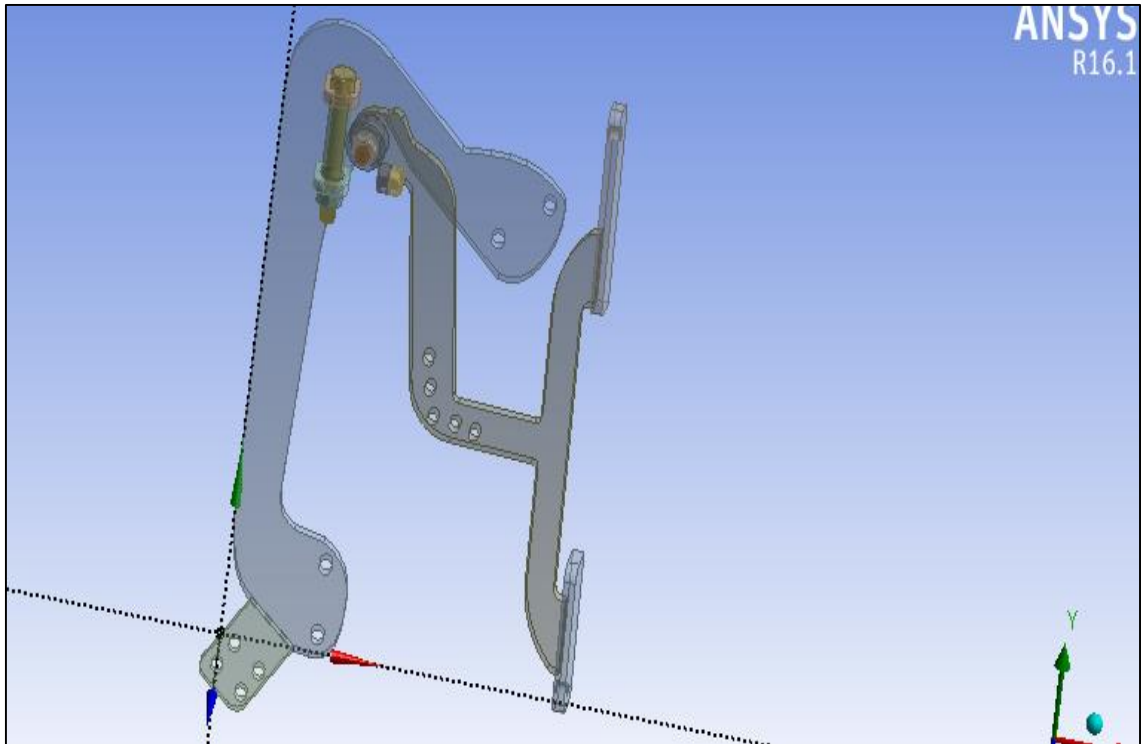


Figura 3- 125. Mecanismo Bisagra tijera

Fuente: Autor

Luego de importada la geometría se pasa a la configuración del análisis donde lo primero que debemos modificar es el material que tendrá nuestra pieza ya que por defecto el Ansys asume un material estándar para análisis estructurales. A la hora de modificar el material se debe tener en cuenta la cantidad elementos conforman la pieza, ya que si es más de un elemento una vez configurado el material se le deberá aplicar el mismo a cada uno de estos elemento. Además si el material que se necesita no aparece configurado en la base de datos del programa se puede configurar uno personalizado. En este caso el brazo principal está compuesto por 4 elementos y el material de diseño no aparece en la base de datos por lo que fue necesario configurarlo para luego poder aplicarlo a cada una de las partes que conforman la pieza. Después de configurar el material es necesario generar el mallado en este caso se utiliza una malla refinada element quality de 10 mm de tamaño hexaedro se utiliza la opción Hex Dominant Method para transformar los triángulos a

cuadriláteros con proximidad a curvaturas con el fin de obtener un resultado más exacto como se observa en la figura 3-16.

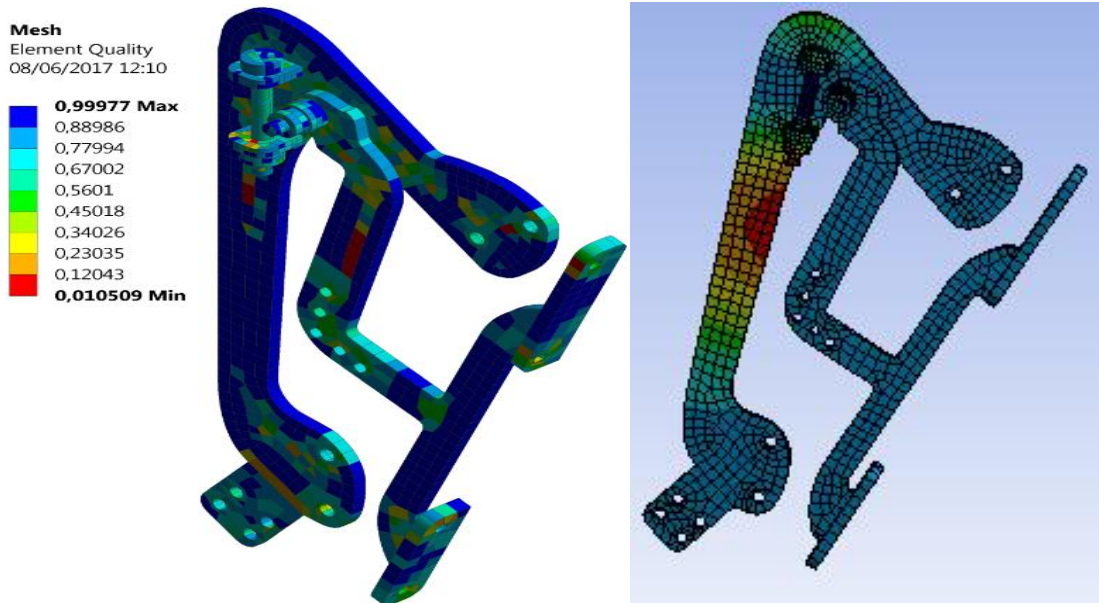


Figura 3- 136. Tipo de malla
Fuente: Autor

Luego de tener configurado el mallado se le introducen al programa las condiciones y objetivos para que el mismo pueda obtener los modelos matemáticos a partir de los cuales se obtienen las diferentes soluciones.

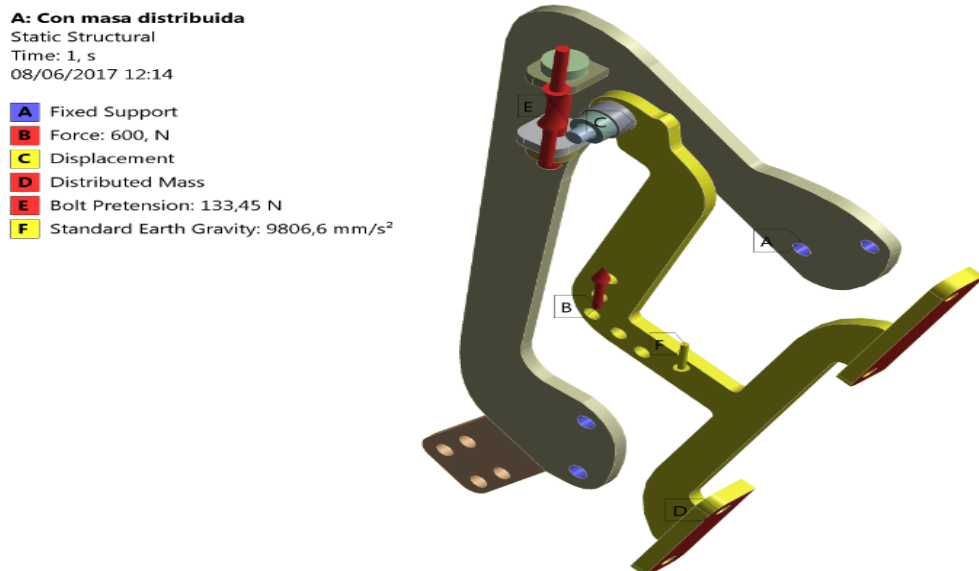


Figura 3- 147. Condiciones de borde.
Fuente: Autor

Las condiciones pueden ser tanto cargas de inercia como cualquier tipo de esfuerzos o también alguna restricción de movimiento. En este caso fueron aplicadas a la pieza la

carga por gravedad y una restricción de movimiento en una de las caras que deberá ir fijada a la carrocería del vehículo. Por otro lado los objetos o resultados que se le pedirán al programa será el estrés equivalente a partir de von-Mises, la energía de deformación total, la energía de deformación direccional, factor de seguridad, reacción y fuerza en el perno de apoyo. Una vez configurado el análisis se procede a calcular para obtener las soluciones que se muestran en las figuras que aparecen a continuación, en la figura 3-18 se muestran los máximos y mínimos referentes al estrés equivalentes y a la energía de deformación concentrada en el mecanismo.

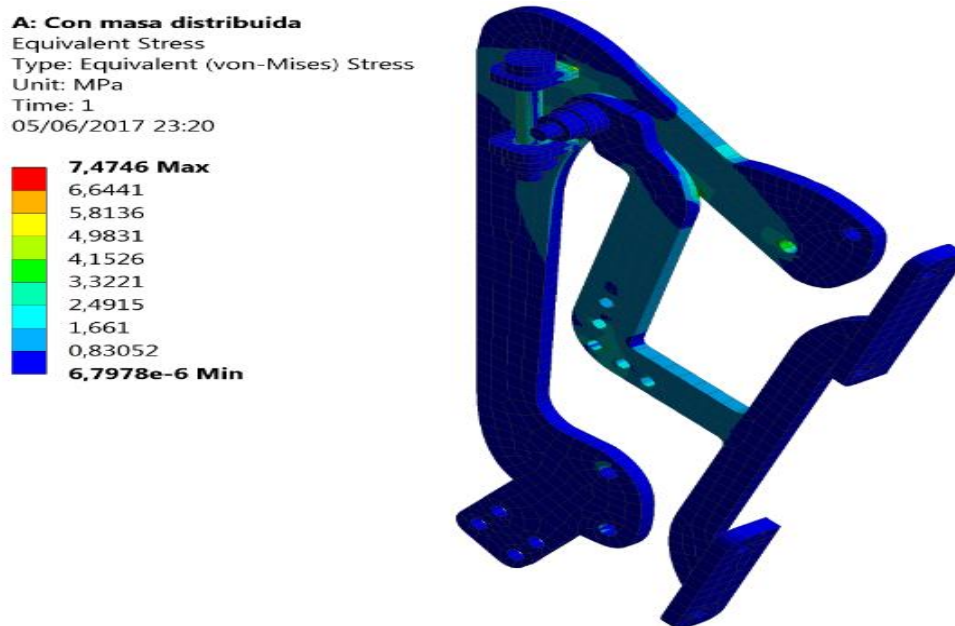


Figura 3- 158. Estrés equivalente del Mecanismo bisagra tijera según von-Mises
Fuente: Autor

Como se puede observar a partir de la escala de colores en la figura 3-18 la mayor concentración de estrés equivalente estará dada en las platinas que sirven de soportes al perno y en las zonas donde existen varios radios de curvaturas. Se puede observar en la figura magnitud de los mínimos y máximos que en este caso van desde $6,7978e-6$ MPa como mínimo hasta 7,4746 MPa.

Los valores de estrés equivalentes son aceptables. Es válido aclarar que para el mecanismo bisagra tijera los valores de mayor importancia en cada uno de los análisis serán los máximos ya que estos son los que se utilizarán para la valoración de la condición de resistencia. En la figura que aparece a continuación se muestran los resultados obtenidos referentes a la energía de deformación total contenida en el mecanismo:

A: Con masa distribuida
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1
05/06/2017 23:19

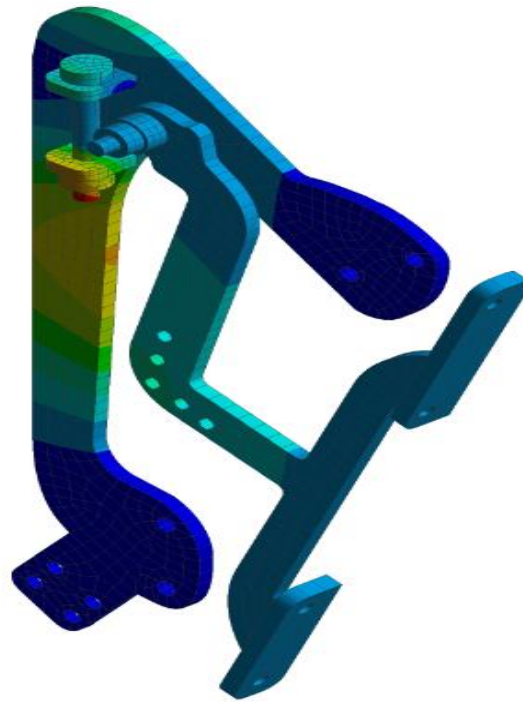
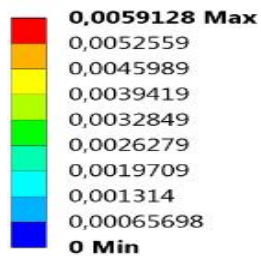


Figura 3- 169. Energía de deformación total en el Mecanismo bisagra tijera.

Fuente: Autor

En la figura 3-19 se pueden observar las zonas donde existirán la mayor concentración de energía de deformación las cuales se concentran en las platinas que sirven de soportes al perno y en los bordes de dos de las zonas curvas cercanas a los soportes del perno lo cual tiene sentido ya que el movimiento de la bisagra estará dado justo en esta zona. Por otro lado se pueden observar los valores máximos y mínimos que tomará la energía de deformación los cuales son tan pequeños que pueden tomarse como despreciables siendo los valores de estos de 0 para la energía mínima y de 0,0059128 para la energía máxima.

3.2.2 Resultados del análisis estático.

Al analizar los resultados obtenidos luego de la simulación de las partes principales de la bisagra y de la bisagra en su totalidad se puede observar que los valores de estrés equivalente y energía de deformación son pequeños. El planteamiento anterior se debe en gran medida a que si se toman en cuenta las características del auto al cual se le va a instalar el sistema se puede afirmar que la bisagra se encuentra sobre dimensionada tanto en tamaño como en material. Sin embargo dicho exceso es necesario ya que en la simulación no se tienen en cuenta los problemas en el proceso de manufactura para ninguno de los componentes ya sean por soldadura o por maquinado.

Por otro lado el objetivo fundamental del presente trabajo es diseñar una bisagra estándar para que sirva en todo tipo de vehículo por lo que un diseño exacto que garantizara con eficacia las necesidades específicas del vehículo de prueba no cumpliría con dicho objetivo para lo siguiente se afirma con el cálculo del factor de seguridad se observa en la figura 3-20.

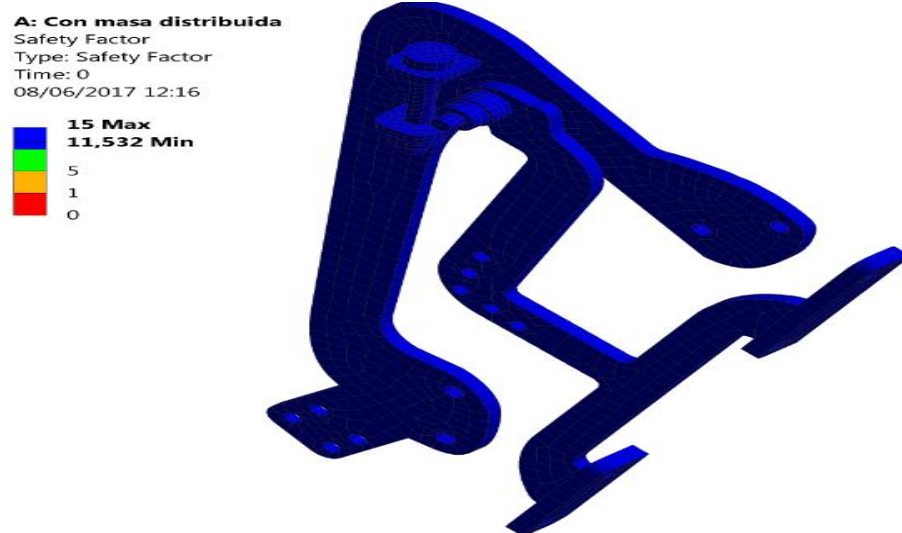


Figura 3- 20. Factor de seguridad en el Mecanismo bisagra tijera
Fuente: Autor

En el cálculo del factor de seguridad podemos asegurar que el diseño y el material para la construcción del mecanismo bisagra tijera es el indicado ya que tenemos un factor de seguridad como máximo de 15 y mínimo de 11,532.

3.3 Selección del amortiguador

El caso de los amortiguadores requeridos para la instalación del sistema es diferente al de la geometría de la bisagra, ya que se puede adaptar un diseño universal de bisagras a todo tipo de puertas, mientras que el esfuerzo que deberá proporcionar el amortiguador depende de la geometría de la puerta. Esto se debe a que el momento máximo que realiza la puerta sobre la bisagra se concentra en el centro de gravedad de la misma lo que depende directamente de la geometría de la puerta.

Por esta razón la selección del amortiguador para la implementación de la bisagra en el vehículo de prueba se basa en el cálculo del momento máximo que se genera a partir de que la puerta gira alrededor del mecanismo de apoyo y se abre hacia arriba.

Un factor fundamental para obtener el momento máximo que genera la apertura de la puerta son las coordenadas del centro de gravedad de la misma, debido a que en este punto es donde se ejerce el momento máximo. El primer paso para obtener los parámetros iniciales que se utilizan como datos para los cálculos necesarios en la selección del amortiguador. En este caso para la obtención de los primeros datos se procede a desmontar la puerta de su habitáculo en el vehículo, como se muestra en la figura 3-21.



Figura 3- 21. Puerta desmontada.
Fuente: Autor

Luego de tener la puerta desmontada se debe colocar en una posición adecuada sobre un apoyo que permita obtener medidas reales y exactas, las cuales se muestran a continuación:

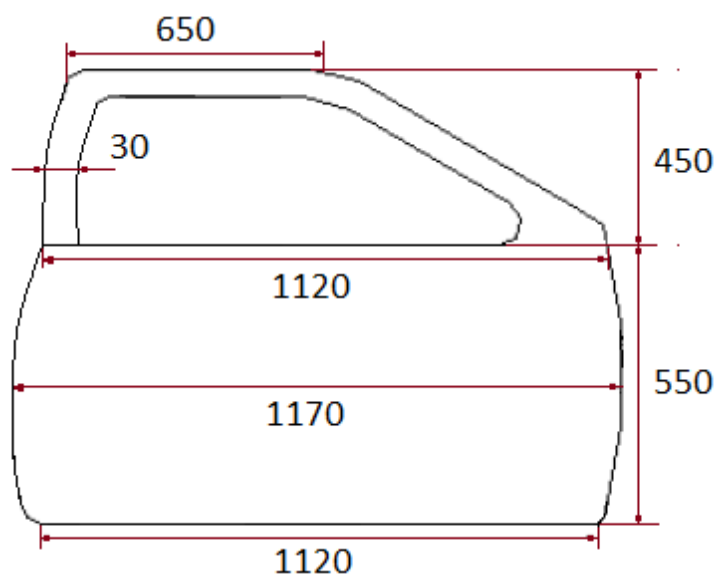


Figura 3- 22. Dimensiones de la puerta en mm.
Fuente: Autor

Debido a las diferentes geometrías de la puerta ya sean internas o externas como son los retrovisores, elevadores, vidrios, manijas, etc, así como los detalles estructurales como son curvas, chaflanes y destajes, las coordenadas del centro de gravedad se obtienen de forma manual tal como se indica a continuación, ya que el cálculo de estas sería extenso y además no es objetivo del trabajo.

3.3.1 *Obtención de las coordenadas del centro de gravedad de la puerta de forma manual.*

1. En primer lugar se coloca un elemento flexible sujetado en los dos extremos de la puerta que se tienen como bases.
2. Luego se le coloca la puerta sobre el elemento flexible en un sentido (X), y nivelando los pesos se localiza por donde pasa el centro, y una vez obtenido este punto se señala con el fin de medir posteriormente la distancia media en los dos ejes de la puerta,
3. Una vez señalando el punto donde cruza el centro en el eje X se repite el mismo procedimiento en sentido del eje Y, y se marca el punto por donde pasa el centro de gravedad en este eje.
4. Al tener señaladas las dos líneas de centro, se ubica el punto exacto donde se cortan las mismas siendo este el centro de gravedad.
5. El último paso es la edición de las distancias en ambos ejes de este punto hasta los extremos de la puerta.

Del procedimiento anterior se obtienen los datos que se muestran a continuación:

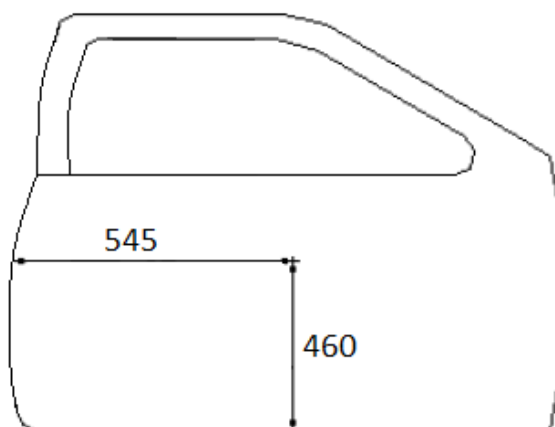


Figura 3- 23. Coordenadas del centro de gravedad de la puerta en mm.

Fuente: Autor

Además de las coordenadas del centro de gravedad es necesario determinar el peso de la puerta, Par la determinación del peso de la puerta desmontada, el método más fácil y efectivo es pesar la misma. En este caso para realizar el pesaje de la misma se utiliza una balanza usada en las chatarrerías, es importante destacar que se deben tomar en cuenta todos los accesorios para obtener un dato real del peso que se pretende levantar con la bisagra. De este procedimiento se obtuvo que la puerta tiene una masa de 16kg.

3.3.2 *Cálculo del esfuerzo que ha de proporcionar el amortiguador a gas.*

Para realizar el cálculo del esfuerzo que deberá proporcionar el amortiguador a gas, se utilizará un método sencillo el cual se basa en la fórmula 1 que se muestra continuación. Es válido aclarar que esta fórmula no se aplica para todo tipo de amortiguador, solo se puede emplear para el caso de la figura 3-23 de manera general, o sea para bisagras que se empleen para puertas verticales o abatibles. En la figura 3-24 aparece reflejado como quedaría el esquema real del sistema a implementar.

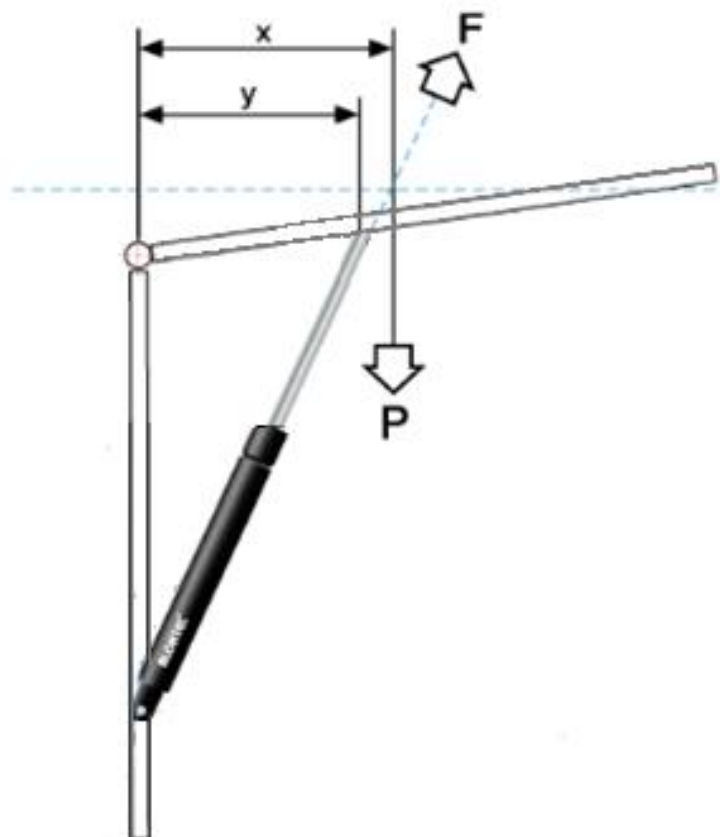


Figura 3- 24. Funcionamiento general de un amortiguador para puertas verticales o abatibles

Fuente: Autor

Se pueden diferenciar los siguientes elementos:

P = Peso de la hoja abatible en N.

X = Distancia horizontal entre el centro de gravedad (P) y punto de pivotamiento (mm).

Y = Distancia perpendicular entre el resorte neumático extendido y la bisagra (mm).

F = Fuerza necesaria que deberá suministrar el amortiguador

Como se muestra en la figura 3-24 que aparece a continuación la posición del amortiguador respecto a la puerta no es la misma que la que aparece en el esquema general donde el amortiguador aparece acoplado directamente a la puerta. Esto se deberá tomar en cuenta a la hora de calcular, ya que a las distancias X y Y que se muestran en la figura 3-24 se le deberán sumar las distancias de los extremos de la puerta al punto del brazo de la bisagra dónde se encuentra anclado en amortiguador.

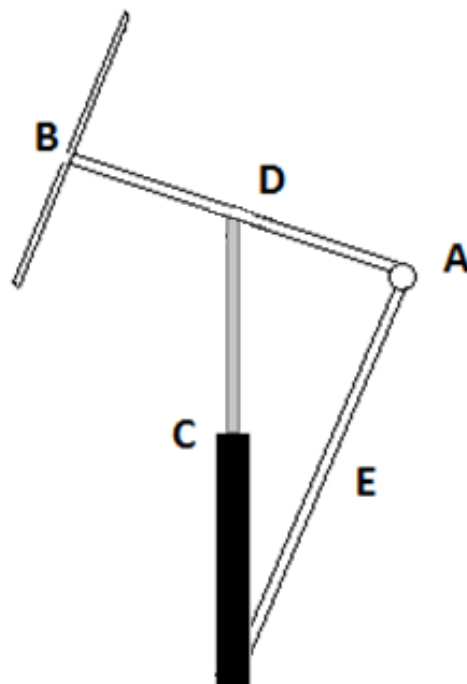


Figura 3- 25. Esquema del funcionamiento real del amortiguador en el sistema a implementar.

Fuente: Autor

Se pueden diferenciar los siguientes elementos:

A: mecanismo de rotación de la bisagra.

B: Puerta del vehículo

C: Amortiguador

D: Brazo de la bisagra que está sujeto a la puerta del vehículo

E: Brazo de la bisagra que está sujeto a la carrocería del vehículo

Fórmula general para calcular el esfuerzo necesario:

$$\text{Fuerza necesaria} = P \cdot X / Y + 10\% \quad [1]$$

Dónde:

P = Peso de la hoja abatible en N.

X = Distancia horizontal entre el centro de gravedad (P) y el punto de pivotamiento (mm).

Y = Distancia perpendicular entre el resorte neumático extendido y la bisagra (mm).

Luego de sustituir los valores del peso y las coordenadas del centro de gravedad teniendo en cuenta la distancia del brazo de bisagra a la puerta se obtiene:

$$F = 160N \left(\frac{545mm + 75mm}{460mm + 100mm} \right) + 0,10 \left(\frac{545mm + 75mm}{460mm + 100mm} \right)$$

$$F = 195N$$

3.3.3 Selección del amortiguador a partir de los resultados

Para la selección del amortiguador se debe tener en cuenta que el mismo deberá ser capaz de suministrar el esfuerzo calculado con anterioridad por lo cual se deberá escoger un amortiguador cuya capacidad sea mayor que el valor obtenido ya que el principal objetivo de este elemento es que la persona no necesite realizar un gran esfuerzo para levantar o cerrar la puerta. Dado que este trabajo va enfocado a mejorar el acceso de las personas discapacitadas a los vehículos por cuestiones de seguridad al valor de la fuerza obtenido se le aplicará un factor de seguridad igual a 3, por lo cual el amortiguador seleccionado deberá tener la capacidad de 3F, o sea de 585N. Comparando los valores de fuerza con las especificaciones de los amortiguadores presentes en el mercado, se escoge un amortiguador de 600 N como se muestra en la figura 3-26.



Figura 3- 26. Amortiguador a gas de 600N

Fuente: Autor

En la figura 3-27 y la tabla 3-5 que aparece a continuación se muestran las especificaciones técnicas del fabricante de este equipo.



Figura 3- 27. Datos técnicos del amortiguador
Fuente: Autor

A continuación se muestran algunos datos del amortiguador de gran utilidad utilizado en el proyecto.

Tabla 3- 5. Datos técnicos del amortiguador.

Amortiguador de gas presurizado.	
Fuerza	600 N
Modelo	YQL550
Dimisiones (longitud, carrera diámetro)	233*22*10 (mm)
Contenido	Gas presurizado
Recomendaciones	No abrir ni calentar

Fuente: Autores

3.4 Análisis cinemático

Para realizar el análisis cinemático de la bisagra lo primero que se debe tener en cuenta es el funcionamiento de la misma, o sea como se mueven cada uno de los elementos que la conforman. En la figura 3-28 aparece el esquema de las principales partes móviles de este mecanismo.

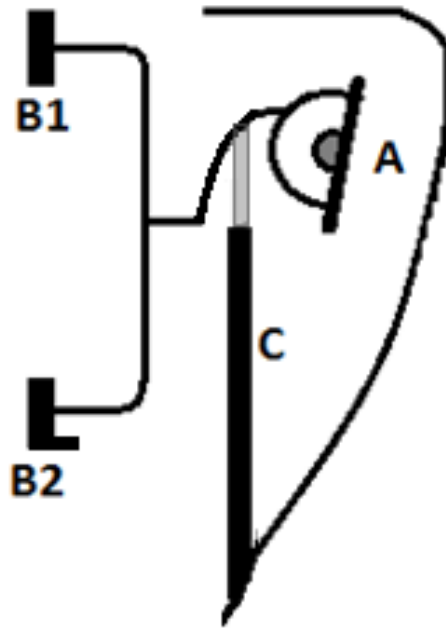


Figura 3- 28. Esquema de las principales partes móviles de la bisagra.

Fuente: Autor

Se pueden diferenciar los siguientes elementos:

A: mecanismo de rotación a que se encuentra fijado en el brazo de la bisagra sujetado a la carrocería del vehículo.

B1 y B2 son los apoyos del brazo de la bisagra que va acoplado a la puerta del vehículo.

C: Amortiguador.

Para comprender mejor el funcionamiento de la bisagra se realiza un esquema mucho más simplificado de la misma como se muestra en la figura 3-29, lo que permitirá identificar cada uno de los movimientos.

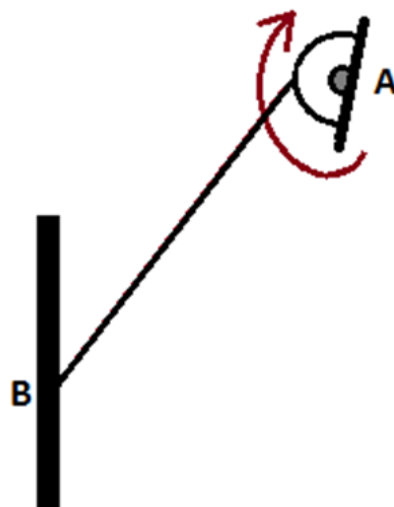


Figura 3- 29. Esquema simplificado de la bisagra.

Fuente: Autor

Al analizar el esquema anterior se puede observar como en ambos puntos A y B están presentes movimientos tanto de traslación como de rotación lo que concuerda con un movimiento plano general. Por lo que para el análisis cinemático se aplicaran las leyes físicas que permiten obtener las ecuaciones de velocidades absolutas y relativas para un movimiento plano general tal como se ilustra en la figura 3-30 que aparece a continuación.

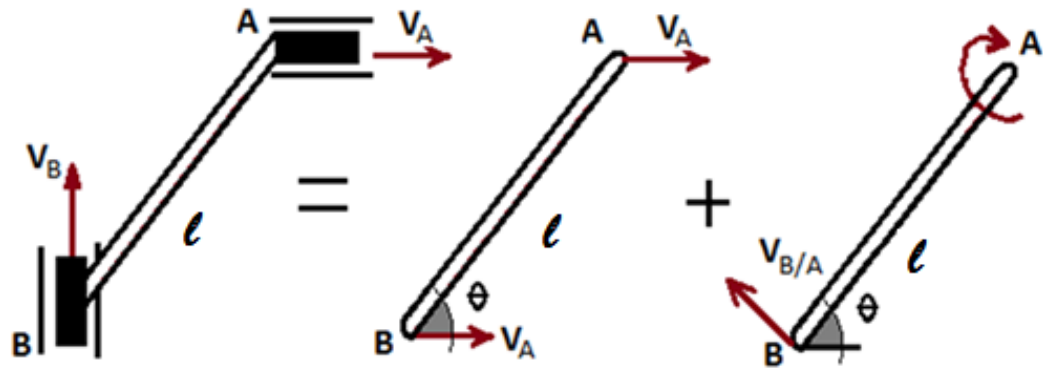


Figura 3- 30. Esquema funcionamiento de la bisagra en función del movimiento plano general
Fuente: Autor

A partir del esquema anterior se obtiene la ecuación general de velocidad absoluta para el punto B que aparece a continuación:

$$V_B = V_A + V_{B/A} \quad [2]$$

Luego considerando que la velocidad V_A del extremo A es conocida, se desea determinar la velocidad V_B del extremo B y la velocidad angular ω en términos de V_A y l , además se conoce la dirección de V_B y $V_{B/A}$ son conocidas, se puede completar el diagrama de velocidades como se muestra en la figura 3-31.

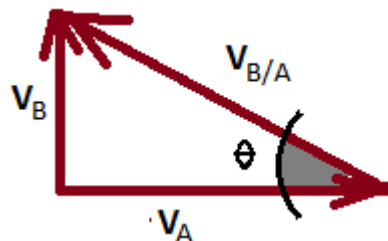


Figura 3- 31. Diagrama de velocidades.
Fuente: Autor

Por otro lado si se selecciona el punto B como punto de referencia y se resuelve para la velocidad V_A el extremo A, la velocidad angular se puede calcular a partir de las ecuaciones que se muestran a continuación sacadas del triángulo de velocidades.

$$\frac{V_B}{V_A} = \tan \theta \quad [3]$$

Despejando V_B tenemos que:

$$V_B = V_A \tan \theta \quad [4]$$

Luego para obtener la velocidad angular ω se tiene que:

$$\frac{V_A}{V_{B/A}} = \frac{V_A}{l\omega} = \cos \theta \quad [5]$$

Por lo tanto:

$$\omega = \frac{V_A}{l \cos \theta} \quad [6]$$

Como ya es conocido $V_{A/B}$ tienen la misma magnitud y sentido contrario de $V_{B/A}$. Por lo que si se desea calcular se puede aplicar el mismo método del triángulo de velocidades para obtener las ecuaciones. El sentido de la velocidad relativa depende del punto de referencia elegido. La velocidad angular ω de la barra es para una rotación alrededor de B igual a la rotación alrededor de A , ya que la velocidad angular no depende del punto de referencia elegido.

Luego de obtenidas las ecuaciones necesarias y analizados los aspectos mencionados con anterioridad se procede al cálculo de la velocidad de en el punto B , a partir de una velocidad conocida en A de $0,2$ m/s en función de la variación del ángulo de apertura de la bisagra. Se debe tomar en cuenta que l tiene un ángulo con la horizontal de 30° y que la bisagra tiene un ángulo de apertura de hasta 90° , por lo cual la variación del ángulo de apertura se mide de los 30 a los 120 grados. En la tabla que se muestra a continuación se puede observar como varía la velocidad en B en función del ángulo de apertura calculado a partir de la fórmula 4 obtenida con anterioridad.

Tabla 3- 6. Variación de velocidad en el punto A en función del ángulo de apertura de la bisagra.

Angulo θ ($^\circ$)	$\tan \theta$	$V_B = 0,2 \tan \theta$ (m/s)
30	0.57	1.14
50	1.19	0.24
70	2.74	0.55
100	-5.67	-1.13
120	-1.73	-0.35

Fuente: Autores

En la tabla anterior se observa la variación de la velocidad en el punto B en función del ángulo de apertura. Sin embargo estos valores también están en función de una velocidad de entrada en el punto A la cual se asumió constante, por lo que se debe aclarar que la velocidad en el punto B también va depender de la velocidad de entrada del punto A.

3.5 Implementación

3.5.1 Procedimiento para la instalación de las bisagras tijeras en un vehículo Chevrolet Corsa 1

1. Adquirir la plancha de acero 1045 según la norma ASTM A48-41.
2. Cortar según el diseño realizado en SolidWorks.



Figura 3-32. Corte de los moldes.

Fuente: Autores

3. Limar asperezas que quedan en el proceso de corte.
4. Realizar los agujeros para regulación del amortiguador y ajuste de la carrocería.



Figura 3-33. Agujeros para la regulación del amortiguador.

Fuente: Autores

5. Soldar los componentes del brazo principal.
6. Soldar el rodamiento, buje de movimiento, la tuerca de sujeción y los componentes del brazo secundario.



Figura 3-34. Soldar el buje de movimiento
Fuente: Autores

7. Retirar el guarda fango del vehículo.



Figura 3-35. Guarda Fango
Fuente: Autores

8. Aflojar y retirar los pernos que sostienen la puerta.



Figura 3-36. Puerta Forsa 1
Fuente: Autores

9. Aflojar y retirar los pernos y las bisagras que sujetan la puerta a la carrocería.



Figura 3-37. Bisagras Normales
Fuente: Autores

10. Sujetar el brazo principal a la carrocería.



Figura 3-38. Brazo principal
Fuente: Autores

11. Sujetar el brazo secundario a la puerta del vehículo.



Figura 3-39. Brazo secundario
Fuente: Autores

12. Unir el brazo principal al brazo secundario mediante el buje y el perno.



Figura 3-40. Brazo principal y secundario
Fuente: Autores

13. Colocar el amortiguador y regular la apertura de la puerta de acuerdo al tipo de vehículo.
14. Comprobar su funcionamiento.
15. Colocar los guardafangos en el vehículo.
16. Verificar si no existen inconvenientes con los guardafangos instalados.
17. Realizar un reapriete del mecanismo.
18. Comprobar en el mecanismo su correcto funcionamiento.



Figura 3-41: Mecanismo en funcionamiento
Fuente: Autores

3.6 Comprobación del mecanismo bisagra tijera.

3.6.1 *Comprobación del mecanismo bisagra tijera instalado en el vehículo Chevrolet Suzuki forsa 1.*

Una vez terminada la instalación se procede a realizar distintas pruebas de funcionamiento y verificaciones de seguridad y fiabilidad.



Figura 3-42. Pruebas de funcionamiento
Fuente: Autores

El mecanismo funciona de la mejor manera con lo cual se procede a realizar la prueba con una persona de capacidades especiales para verificar el confort que tiene al momento de acceder al vehículo lo cual fue un éxito cumpliendo las expectativas del proyecto de titulación.



Figura 3-43. Pruebas de funcionamiento 2
Fuente: Autores

El mecanismo instalado en el vehículo funciona sin interferir en las partes de fábrica del vehículo lo cual asegura un correcto funcionamiento de la puerta, un sello hermético con la carrocería del vehículo asegurando su comodidad confort y estética.

En las puertas del vehículo se añadió dos manilas adicionales para mejorar la utilización del mecanismo al momento de abrir y cerrar la puerta, para que las personas que utilicen el vehículo tengan mayor confort al momento de la manipulación de las puertas de igual manera se agregó la respectiva señalética en las puertas para facilitar su funcionamiento.



Figura 3-44. Acople de manilla extra
Fuente: Autores



Figura 3-45. Señalética
Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE COSTOS

4.1 Costos directos

Tabla 4-1. Análisis de costos directos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO(\$)	PRECIO TOTAL(\$)
Perno 5/16 de acero	U	20	0.80	16
Perno 1/4 de acero	U	8	0.50	4
Electrodo 6013 AGA	Lb	1	3.00	3.00
Electrodo 6011 AGA	Lb	1	2.50	2.50
Plancha de Acero AISI1045	U	2	100	200
Disco abrasivo de Pulir	U	2	6	12
Disco abrasivo de corte	U	2	7	14
Amortiguador de gas de 600N	U	2	25	50
Amortiguador hidráulico de 280N	U	2	15	30
Amortiguador de gas de 480N	U	2	22	44
Pintura negra con sus respectivos componentes para su utilización correcta.	L	1	45	45

Tabla 4-1. (Continua) Análisis de costos directos

Alquiler máquina de soldar	U	1	100	100
Alquiler máquina de corte	U	1	100	100
Alquiler de equipos de pintura	U	1	150	150
Alquiler de amoladora	U	1	25	25
Alquiler de equipos de seguridad e instalaciones de trabajo.	U	1	200	200
Mano de obra	U	1	300	300
Asesoría técnica en máquinas herramientas y materiales.	U	3	20	60
Asesoría técnica en diseño CAD.	U	2	80	160
TOTAL				\$1515.5

Fuente: Autores

4.2 Costos indirectos**Tabla 4-2. Análisis de costos indirectos**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO(\$)	PRECIO TOTAL(\$)
Viaje Guaranda – Ambato Viceversa.	U	2	25	50
Viaje Guaranda-Quito Viceversa.	U	2	40	80
Viaje Riobamba - Quito Viceversa.	U	3	40	120

Tabla 4-2(Continua). Análisis de costos indirectos

Viaje Riobamba-Ambato viceversa.	U	2	20	40
Estadía en la ciudad de Quito.	Días	2	15	30
Estadía en la ciudad de Riobamba.	Mes	3	100	300
Alimentación.	U	50	2	100
Impresiones y Copias.	U	10	5	50
Imprevistos.	U	1	400	400
TOTAL:				\$1170

Fuente: Autores

4.3 Costos totales

Tabla 4-3. Análisis de costos totales

COSTOS DIRECTOS	\$ 1840
COSTOS INDIRECTOS	\$ 1200
TOTAL:	\$ 3040

Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se diseñó el mecanismo bisagras tijeras mediante el uso del software SolidWorks, el que permitió desarrollar el prototipo de bisagra a analizar y construir.

Se modeló el mecanismo bisagra tijera en SolidWorks posteriormente se trasladó los archivos al modelador de Ansys donde se realizó el cálculo de esfuerzos, deformaciones, factor de seguridad, obteniendo resultados confiables los mismos que nos permitieron estar seguros del funcionamiento correcto.

En base a los resultados de los análisis realizados se puede concluir que el mecanismo bisagra tijera tienen un alto grado de confiabilidad para su respectivo uso en automóviles Chevrolet Forsa 1.

Este tipo de mecanismo se puede construir e instalar en cualquier tipo de automóvil Chevrolet Forsa 1 con accionamiento mecánico de acuerdo a las necesidades del propietario

Este tipo de mecanismo es simple y fácil de construir y resulta económico en comparación con otras alternativas para la accesibilidad y movilidad para personas con discapacidad reducidas.

5.2 Recomendaciones

Verificar el estado de los puntos de anclaje de la carrocería para la correcta instalación del mecanismo y brindar la seguridad necesaria al momento de su funcionamiento.

Guiarse en normas técnicas de soldadura por arco eléctrico para evitar rupturas o deformaciones a largo plazo durante su periodo de funcionamiento.

Tener precaución al momento de abrir y cerrar las puertas debido a su ángulo de apertura, ya que no se deben abrir mientras el auto este en movimiento.

La unión que se utilice entre la bisagra y la puerta deberá ser mediante pernos, y no, mediante soldadura, ya que si existe algún problema con el mecanismo sea fácil su desmontaje.

Se recomienda hacer la automatización del mecanismo para una próxima repotenciación del trabajo de titulación.

BIBLIOGRAFÍA

ALBÁN PUCHA, Arnulfo Gustavo *Análisis y simulación aerodinámica de una motocicleta de carretera tipo custom 125 cc. Mediante dinámica de fluidos computacional (dfc) y propuesta de diseño de un carenado frontal (Tesis) (Ingeniería)*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad De Mecánica, Escuela De Ingeniería Automotriz, Riobamba-Ecuador. 2016. pp. 4-83.

ASTM A48-41. *American Society for Testing and Materials, Section 7 Apparatus.*

BABOR, Joseph & IBARZ Jose. *Química General Moderna*. Barcelona-España: Marín, 2014, pp. 50-200.

CAPELLO, Edoardo. *Tecnología de la fundición*: Gustavo Gili, 1 enero 1966, pp. 3-150.

CASTILLO, Maria *Catalogo de electrodos comunes, especiales & gases para corte y soldadora* [en línea]. Quito-Ecuador: 2015. [Consulta: 20 febrero 2017]. Disponible en: https://www.academia.edu/6434648/Manual_del_Electrodos_y_Gases_Aga_Ver_001

COPYRIGHT. *Concepto de convergencia* [en línea]. 2003. [Consulta: 5 enero 2017]. Disponible en: <http://deconceptos.com/general/convergencia>

COPYRIGHT. *Bisagra* [en línea]. Estados Unidos: diciembre 2004 [Consulta: 28 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://es.thefreedictionary.com/bisagra>.

CONADIS. *Normas Jurídicas En Discapacidad Ecuador*. Quito-Ecuador: marzo 2014, pp. 4-340.

CONADIS. *Información Estadística De Personas Con Discapacidad* [en línea]. Quito-Ecuador, 2017. [Consultado: 12 febrero 2017]. Disponible en: http://www.consejo_discapacidades.gob.ec/estadistica/index.html

DEFT RACING. *Exotic Door Tutorial* [blog]. Estados Unidos: 21 de junio, 2013 [Consulta: 25 diciembre 2016]. Disponible en: http://www.deftracing.com/faq_vls_door_tutorial.htm.

EHOW. *tipos de puertas autos lista* [En línea] [Consultado: 2 enero 2017.] http://www.ehowenespanol.com/tipos-puertas-autos-lista_147508/

FLORES BASULTO, Mónica. Discapacidad física [en línea]. 27 septiembre 2009 [Consulta: 28 de diciembre de 2016]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/38199011/DISCAPACIDAD-FISICA>.

JIMÉNEZ RODRÍGUEZ, Rafael Manuel. *Estudio y simulación por elementos finitos del comportamiento de discos cerámico (Tesis) (Ingeniería)*. Universidad Politécnica de Catalunya. Catalunya - España. 2010. pp. 3-57.

KALPAKJIAN, Serope & SCHMID, Steven. *Manufactura, ingeniería y tecnología*. 4^{ta} ed. Mexico: Pearson Educación, 2002, pp. 125-766.

QUE-SIGNIFICA. *Bisagra* [en línea]. 2008 [Consulta: 1 enero 2017]. Disponible en: <http://que-significa.com/significado.php?termino=bisagra>.

RODRIGUEZ SALGADO, David. *Soldadura. Tecnología y tecnica de los procesos de soldadura*. 2^{da} ed, Mexico: Bellisco, 2010, pp. 30-220.

SALAZAR TRUJILLO, Jorge Eduardo. *Resistencia De Materiales Básica Para Estudiantes De Ingeniería* [en línea] Manizales-Colombia: Universidad Nacional De Colombia, 2007. [Consulta: 5 febrero 2017]. Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/5855/1/jorgeeduardosalazartrujillo20072_Parte1.pdf

THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY. *Fundamentos de Soldadura por Arco*. [en línea]. Azcapotzalco-Mexico, 2014. [Consulta: 25 enero 2017.] <http://www.lincolnelectric.com/es-mx/support/process-and-theory/Pages/arc-welding-detail.aspx>.

TUNINGPEDIA. *Conversión de las puertas a puertas verticales* [en línea]. 3 octubre de 2008 [Consulta: 23 de diciembre 2016]. <http://www.tuningpedia.org/general/conversion-de-las-puertas-a-puertas-verticales>.

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA. *Principios del método de análisis por elementos finitos y descripción de Algor FEA* [en línea]. Mexico-Puebla: 2017. [Consulta: 5 mayo 2017]. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/jimenez_p_a/capitulo2.pdf