

**Universidad
Autónoma
Metropolitana**



Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

Licenciatura: Ingeniería Mecánica

Modalidad: Proyecto Tecnológico

Nombre del proyecto de integración: Rediseño del sistema de masas no suspendidas para el Vehículo Baja SAE 2018.

Alumno(s):

Olvera Manzanilla Luis Eduardo

Matricula: 2112007219

Rodríguez Delabra Ladislao

Matricula: 2122002397

Cervantes Vidal José

Matricula: 2143069150

Asesor(es):

Ing. Romy Pérez Moreno

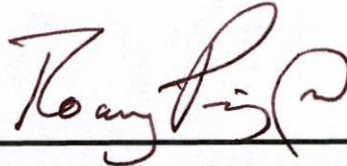
Dr. César Augusto Real Ramírez

Trimestre 18O.

Ciudad de México, Enero 2019.

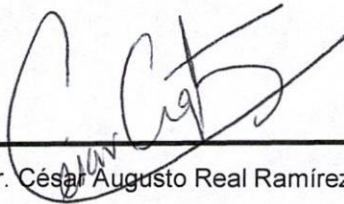
DECLARATORIA

Yo, Ing. Romy Pérez Moreno, declaro que aprobé el contenido del presente reporte de proyecto de integración y doy mi autorización para su publicación en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



Ing. Romy Pérez Moreno

Yo, Dr. César Augusto Real Ramírez, declaro que aprobé el contenido del presente reporte de proyecto de integración y doy mi autorización para su publicación en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



Dr. César Augusto Real Ramírez

DECLARATORIA

Yo, Olvera Manzanilla Luis Eduardo, doy mi autorización a la coordinación de servicios de información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



Olvera Manzanilla Luis Eduardo

Yo, Rodríguez Delabra Ladislao, doy mi autorización a la coordinación de servicios de información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



Rodríguez Delabra Ladislao

Yo, Cervantes Vidal José, doy mi autorización a la coordinación de servicios de información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



Cervantes Vidal José

FORMATO PI-A

AUTORIZACIÓN DE INSCRIPCIÓN A PROYECTO DE INTEGRACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA

PI-A-MEC

Trimestre en que se autoriza la propuesta: 18 I Fecha: 05/04/2018 PI-A-MEC 009/18

DATOS DEL ALUMNO

Nombre: Luis Eduardo Olivera Manzanilla Matrícula: 2112007219

Correo personal: luiseduardo@gmail.com

[Firma]

Firma

ASESOR RESPONSABLE / DATOS DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Empresa: Romy Perez Moreno

No. económico: 23812 Adscripción/Departamento/Sección: Energía

Área de investigación: Mecánica de frontera

Correo institucional: romy@azc.uam.mx

[Firma]

Firma

COASESOR O ASESOR EXTERNO / JEFE O RESPONSABLE LEGAL DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Jefe o Responsable legal: Cesar Augusto Real Ramirez

No. económico/Teléfono: 30717 Adscripción/Puesto: Sistemas

Área de investigación/Departamento: Sistemas computacionales

Correo electrónico: carr@azc.uam.mx

[Firma]

Firma

MODALIDAD DEL PROYECTO

☒ Proyecto tecnológico ☐ Proyecto de investigación ☐ Estancia profesional ☐ Experiencia profesional

TÍTULO DEL PROYECTO

Rediseño del sistema de masas no suspendidas para un vehículo Baja SAE 2018

Proyecto de Integración asociado a un Proyecto de Investigación: ☐ No ☐ Si Clave (2):

OBJETIVO GENERAL

Rediseñar e instalar el sistema de masas no suspendidas para el vehículo Baja SAE México 2018.

UNIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE ASOCIADAS AL PROYECTO DE INTEGRACIÓN

Clave	UEA	UEA Autorizada	Vigencia
1100118	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I	SI	Inicio
1100126	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica II		18 P
1100138	Introducción al Trabajo de Investigación en Ingeniería Mecánica		Término
			18 O

Nombre y firma del Coordinador de Estudios

[Firma]

Ing. Romy Pérez Moreno



Sello de la Coordinación de Estudios

Original: Coordinador de Estudios; Coordinación de Sistemas Escolares.
 Copias: Alumno; Asesor(es).

Revisión: Febrero 2016

**AUTORIZACIÓN DE INSCRIPCIÓN A PROYECTO DE
INTEGRACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA**

PI-A-MEC

Trimestre en que se autoriza la propuesta: 18 I Fecha: 05/04/2018 PI-A-MEC 009/18

DATOS DEL ALUMNO

Nombre: Ladislao Rodríguez Delabra Matrícula: 2122002397
Correo personal: lao_RDL182@outlook.com
Firma

ASESOR RESPONSABLE / DATOS DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Empresa: Romy Pérez Moreno
No. económico: 23812 Adscripción/Departamento/Sección: Energía
Área de investigación: Mecánica de frontera
Correo institucional: romy@azc.uam.mx
Firma

COASESOR O ASESOR EXTERNO / JEFE O RESPONSABLE LEGAL DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Jefe o Responsable legal: Cesar Augusto Real Ramirez
No. económico/Teléfono: 30717 Adscripción/Puesto: Sistemas
Área de investigación/Departamento: Sistemas computacionales
Correo electrónico: car@correo.azc.uam.mx
Firma

MODALIDAD DEL PROYECTO

☒ Proyecto tecnológico ☐ Proyecto de investigación ☐ Estancia profesional ☐ Experiencia profesional

TÍTULO DEL PROYECTO

Rediseño del sistema de masas no suspendidas para una vehículo Baja SAE 2018

Proyecto de Integración asociado a un Proyecto de Investigación: ☐ No ☐ Sí Clave (2):

OBJETIVO GENERAL

Rediseño e instalación del sistema de masas no suspendidas para una vehículo Baja SAE México 2018

UNIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE ASOCIADAS AL PROYECTO DE INTEGRACIÓN

Clave	UEA	UEA Autorizada	Vigencia
1100118	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I	SI	Inicio 18 P
1100128	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica II		Término 18 O
1100138	Introducción al Trabajo de Investigación en Ingeniería Mecánica		

Nombre y firma del Coordinador de Estudios

Romy Pérez Moreno
Ing. Romy Pérez Moreno



Originales: Coordinador de Estudios; Coordinación de Sistemas Escolares.
Copias: Alumno; Asesor(es).

Revisión: Febrero 2016

AUTORIZACIÓN DE INSCRIPCIÓN A PROYECTO DE INTEGRACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA

PI-A-MEC

Trimestre en que se autoriza la propuesta: 18I Fecha: 05/04/2018 PI-A-MEC 009/18

DATOS DEL ALUMNO

Nombre: Cervantes Vidal José Matricula: 2143089150

Correo personal: jc17133@gmail.com

[Firma]
Firma

ASESOR RESPONSABLE / DATOS DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Empresa: Ing. Romy Pérez Moreno

No. económico: 23812 Adscripción/Departamento/Sección: Energía

Área de investigación: Mecánica de Frontera

Correo institucional: romy@azc.uam.mx

[Firma]
Firma

COASESOR O ASESOR EXTERNO / JEFE O RESPONSABLE LEGAL DE LA EMPRESA

Nombre del asesor/Jefe o Responsable legal: Dr. César Augusto Real Ramírez

No. económico/Teléfono: 33717 Adscripción/Puesto: Sistemas

Área de investigación/Departamento: Sistemas Computacionales

Correo electrónico: carin@azc.uam.mx

[Firma]
Firma

MODALIDAD DEL PROYECTO

☒ Proyecto tecnológico ☐ Proyecto de investigación ☐ Estancia profesional ☐ Experiencia profesional

TÍTULO DEL PROYECTO

Rediseño del sistema de masas no suspendidas para un vehículo Baja SAE 2018

Proyecto de Integración asociado a un Proyecto de Investigación: ☒ No ☐ Si Clave (2):

OBJETIVO GENERAL

Rediseñar e instalar el sistema de masas no suspendidas para el vehículo Baja SAE México 2018

UNIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE ASOCIADAS AL PROYECTO DE INTEGRACIÓN

Clave	UEA	UEA Autorizada	Vigencia
1100118	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I	☒	Inicia
1100128	Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica II	☐	Término
1100138	Introducción al Trabajo de Investigación en Ingeniería Mecánica	☐	18C

Nombre y firma del Coordinador de Estudios

[Firma]
Ing. Romy Pérez Moreno



Originales: Coordinador de Estudios, Coordinación de Sistemas Escolares.
Copias: Alumno, Asesor(es).

Revisión: Febrero 2018

DEDICATORIA

Gracias a mi madre por su apoyo incondicional en todo momento, por guiarme en este camino, por sus consejos y valores enseñados.

A Gabriela Jiménez, por su tiempo y dedicación durante esta etapa de mi vida, por aconsejarme y a no dejarme rendir en el camino.

A mis amigos, los cuales siempre me han brindado su tiempo y consejos con la mejor disposición.

A toda mi familia, que siempre me han apoyado en todo momento.

Luis Eduardo Olvera Manzanilla

DEDICATORIA

A mi padre Ladislao Rodríguez Salinas, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ti he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y un privilegio de ser tu hijo, eres el mejor.

A mi madre Francisca Delabra Pineda que con su cariño y apoyo me ha alentado a seguir adelante y me ha motivarme a seguir estudiando, gracias por creer en mí y darme tu confianza.

A todos mis hermanos, Vicente, José, Eduardo, Eliseo y Virgilio por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral y económico que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida, sin ustedes no hubiese sido posible llegar hasta aquí.

A todos mis amigos, vecinos y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

Ladislao Rodriguez Delabra

DEDICATORIA

A mi hermana Amanda, por haber confiado en mí, aconsejarme y apoyarme en todos los aspectos durante todo este tiempo, sin ti, hubiera sido muy difícil poder lograr esto, muchas gracias.

A mi tío, por siempre apoyarme, aconsejarme y ser el primero en motivarme para venir a estudiar a esta grandiosa universidad.

A mis padres, por haber inculcado los mejores valores en mí, por enseñarme a siempre luchar por lo que quiero.

A mis hermanos, por a pesar de casi no verlos siempre estuvieron ahí cuando los necesitaba.

A mis amigos, por regalarme muy buenos recuerdos durante la universidad y apoyarme siempre.

José Cervantes Vidal

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Romy Pérez Moreno por darnos la oportunidad de ser partícipes de este gran proyecto, por brindarnos su apoyo y motivación ante la presencia de dificultades, gracias por depositar su confianza en nuestros conocimientos y habilidades.

Al Dr. Cesar Augusto Real Ramírez por apoyarnos durante la duración del proyecto, esclareciendo nuestras dudas y brindarnos sus puntos de vista para la solución de problemas.

Gracias al Departamento de Energía, Rectoría General y de la unidad Azcapotzalco, por depositar su confianza en el proyecto, por su aportación económica ya que sin ella no hubiese sido posible la adquisición de materiales y piezas para la construcción del vehículo y recursos para poder asistir a la competencia.

A los técnicos Cesar y Martin por apoyarnos con su conocimiento y habilidad en la operación de las máquinas para la manufactura de piezas vitales para este proyecto.

A Italika y Motocity por brindarnos su patrocinio, facilitando la adquisición de diferentes tipos de piezas.

EQUIPO DE MASAS NO SUSPENDIDAS

RESUMEN

El presente proyecto se centra en el cálculo, diseño e implementación del sistema de masas no suspendidas de un vehículo monoplace creado por alumnos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco para la competencia de Baja SAE 2018, la cual se llevó a cabo del 18 al 21 de octubre del año en curso en las inmediaciones del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Toluca y en los circuitos de prueba ubicados en el municipio de Calimaya Estado de México.

En primer lugar, se da una introducción de las normas que impone la competencia para implementación del sistema de masas no suspendidas en el vehículo.

Para llevar a cabo el proyecto se tuvo que hacer un análisis de la teoría “dinámica de frenado” en vehículos convencionales todo terreno, así como el funcionamiento de todos y cada uno de los componentes del sistema, para poder hacer la correcta selección de los elementos participantes en el vehículo Baja SAE UAM 2018.

Cabe destacar que para este sistema se tuvo que emplear un mecanismo de corredera-manivela para el accionamiento de las bombas de frenos cuya teoría y análisis fue estudiada a detalle todo esto para lograr una mejor ergonomía para el piloto a la hora del frenado. Además, que se diseñaron y construyeron dos pedales cuyo objetivo principal fue disminuir la fuerza aplicada por el piloto a la hora de frenar.

En segundo lugar, se realizó un análisis para el diseño del eje cardan, el cual es capaz de soportar el par de torsión máximo proporcionado por el diferencial, así como trabajar a un cierto ángulo de inclinación.

En tercer lugar, se seleccionaron rines, los cuales nos ayudarían a reducir el peso en el sistema y se compraron e instalaron 4 llantas que proporcionar un mejor agarre en cualquier tipo de terreno.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	
DECLARATORIA.....	2
DECLARATORIA.....	3
FORMATO PI-A.....	4
DEDICATORIA.....	7
DEDICATORIA.....	8
DEDICATORIA.....	9
AGRADECIMIENTOS	10
RESUMEN.....	11
TABLA DE CONTENIDO	12
LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE TABLAS.....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	17
2. ANTECEDENTES	18
2.1. Baja SAE	18
2.2. Baja SAE UAM-Azcapotzalco	18
3. JUSTIFICACIÓN	19
4. OBJETIVOS	20
4.1. Objetivo general	20
4.2. Objetivos específicos.....	20
5. MARCO TEÓRICO.....	21
5.1. Reglas establecidas por Baja SAE 2018 para el diseño del sistema de masas no suspendidas.	21
5.2. Sistema de frenos.....	22
5.3. Elementos que constituyen el sistema de frenos.....	24
5.4. Análisis del sistema de frenos.....	28
5.5. Mecanismo de Accionamiento	33
5.6. OTROS COMPONENTES DEL SISTEMA DE MASAS NO SUSPENDIDAS	39
6. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	43
6.1. Inicio del proyecto.....	43
6.2. Adquisición de piezas.....	44
6.3. Montaje de Masas	48
6.4. Ensamble de Frenos	50
6.5. Línea de Transmisión.....	56
6.6. Desarrollo de cálculos para el sistema de frenos	59
6.7. Análisis cinemático del mecanismo del sistema de frenos	63
	12

7.	RESULTADOS	65
7.1.	Costos de componentes.....	68
8.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	70
8.1.	Sistema de frenos.....	70
8.2.	Rines.....	71
8.3.	Llantas	71
8.4.	Masas	72
8.5.	Tren de potencia.....	73
9.	CONCLUSIONES.....	76
10.	RELATORIA DE COMPETENCIA.....	77
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
12.	ENTREGABLES	79
12.1.	Simulación	79
12.2.	Cronograma de actividades de la competencia.	80
12.3.	Constancia de participación.	81
12.4.	Dibujos de definición.	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama para verificación del sistema de frenos	23
Figura 2. D.M. (2014) Esquema de un sistema de freno de disco (figura). En J.Cervantes. Rediseño del sistema de masas no suspendidas para el Vehículo Baja SAE 2018 (p.24). Ciudad de México	24
Figura 3. Esquema de amplificación del pedal.	24
Figura 4. Eslabón.	25
Figura 5. Vástago.	25
Figura 6. Cilindro maestro.	26
Figura 7. Caliper con balatas.	27
Figura 8. Disco de frenos.	27
Figura 9. Pérez R.L. (2013). Esquema vehículo (figura). En J.Cervantes. Rediseño del sistema de masas no suspendidas para el Vehículo Baja SAE 2018 (p.28). Ciudad de México.	28
Figura 10. Manivela corredera de Grashof.	33
Figura 11. Mecanismo manivela corredera.	34
Figura 12. Manivela corredera inversión IV.	34
Figura 13. Sistema de vectores.....	35
Figura 14. Eje cardán.	40
Figura 15. Masa trasera y delantera.	41
Figura 16. Rueda.....	41
Figura 17. Partes de un neumático.	42
Figura 18. Daño en junta homocinética.	43
Figura 19. Masa trasera Polaris.	43
Figura 20. Caliper doble pistón Italika.	44
Figura 21. Masa trasera.	44
Figura 22. Montaje de cilindros maestros en soporte.	45
Figura 23. Disco de frenado perforado.	45
Figura 24. Pedales manufacturados.	46
Figura 25. Líneas rígidas y flexibles montadas en jaula.	46
Figura 26. Juego de llantas y rines.	47
Figura 27. Junta homocinética reparada, estriado requerido.	47
Figura 28. Yugo.....	48
Figura 29. Componentes de masas.	48
Figura 30. Rin con birlo original.....	49
Figura 31. Reemplazo de birlos.	49
Figura 32. Montaje de cilindros a soporte.	50
Figura 33. Instalación de doble pedal de freno.	51
Figura 34. Sensor de presión de cilindro maestro VW Sedan.	52
Figura 35. Línea con avellanado doble.	52
Figura 36. Unión 3/16".....	53
Figura 37. Unión 3/16" de asiento invertido.	53
Figura 38. Juego de banjos con distintos ángulos.	54
Figura 39. Tornillo hueco de unión de banjo con caliper.	54
Figura 40. Líquido de frenos.	55
Figura 41. Purgador de caliper.....	55
Figura 42. Yugo y cople montado a la salida del diferencial.....	56
Figura 43. Ejes cardán recortados.	57
Figura 44. Cubre polvo en nudo de eje.	57
Figura 45. Grasa para junta homocinética.	58
Figura 46. Junta homocinética.	58
Figura 47. Etiqueta de aprobación de inspección técnica.	65
Figura 48. Reglas para el sistema eléctrico.	65
Figura 49. Reglas para el sistema de frenos.	66
Figura 50. Etiqueta de aprobación de frenos.	66

Figura 51. Tabla de posiciones.	67
Figura 52. Neumáticos en terracería seca.	72
Figura 53. Neumáticos en rocas.	72
Figura 54. Vehículo en curvas cerradas.	73
Figura 55. Yugo y cople del diferencial.	74
Figura 56. Cruceta.....	75
Figura 57. Yugo soldable con eje.....	75
Figura 58. Simulación de eje con yugo, tensión de Von Mises.	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos para el análisis de frenado.....	59
Tabla 2. Análisis del mecanismo de accionamiento de frenos.	63
Tabla 3 Costos de piezas de montaje.....	68
Tabla 4 Costos de material para manufactura.	69

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto Baja SAE 2018 nace por el deseo de dar continuidad al proyecto llevado a cabo en años anteriores por compañeros de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) unidad Azcapotzalco.

La sociedad de ingenieros automotrices (SAE por sus siglas en inglés) cuenta con presencia mundial, en su división SAE México organiza una competencia interescolar en donde se desarrolla la construcción de los vehículos tipo Baja SAE, esto permite poder aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Mecánica de una forma teórica a una práctica, con la cual se enfrenta a retos y solución de problemas durante la vida del proyecto como es en la vida profesional.

El proyecto de construcción de un vehículo monoplaza Baja SAE 2018 no solamente implica el armado del mismo. Este abarca varias etapas, por las cuales el proyecto se desarrolla como es: el análisis del vehículo UAM Baja SAE 2017 y las recomendaciones establecidas a dicho vehículo; propuesta de rediseño y diseño del vehículo 2018; selección de piezas, fabricación y montaje; pruebas y resultados.

El vehículo Baja SAE 2018 se construyó y diseñó en base en el reglamento vigente por SAE para poder superar las distintas pruebas de resistencia, el cual se somete durante la competencia. En su diseño se contempló reducir el peso respecto al prototipo anterior, analizar las autopartes a requerir y reutilizar.

Así mismo, la búsqueda de recursos económicos o en especie es una parte fundamental para el proyecto, esto significa la búsqueda de patrocinios no solo internos por parte de la UAM, también con distintas empresas privadas que colaboraron en este proyecto como fue Grupo PEASA, Italika, Motocity y Cromoduro.

Al concluir la construcción del vehículo, se realizaron distintas pruebas dinámicas para la puesta a punto del mismo y posteriormente acudir a la competencia.

Durante la competencia, brinda una experiencia única, el apoyo entre los distintos miembros del equipo para reparaciones del vehículo, y poder interactuar con otras instituciones de educación a nivel nacional.

2. ANTECEDENTES

2.1. Baja SAE

Baja SAE es una competencia intercolegial de diseño automotriz que se originó en la Universidad de Carolina del Sur en 1976 y que desde entonces ha crecido para convertirse en la competencia estudiantil de diseño automotriz más importante de Estados Unidos. En México, la competencia se comenzó a realizar en 1995 y actualmente reúne en cada edición a 50 equipos de las más prestigiadas universidades del país. [1]

2.2. Baja SAE UAM-Azcapotzalco

En el año 2012 se rediseñó y construyó un prototipo de monoplaza tipo Baja SAE, el objetivo de este proyecto consistió en desarrollar un vehículo, económico, ligero y capaz de aprobar todas las pruebas establecidas en la competencia Baja SAE. Se logró el diseño y manufactura del prototipo, se realizaron diversas pruebas similares a la competencia, obtuvieron buenos resultados, pero por motivos económicos, el vehículo no logró llegar a la competencia Baja SAE 2012, por lo tanto no se tiene una referencia sobre la inspección de Passed Tech, siendo una de las inspecciones más importantes, ya que sin la aprobación del Passed Tech por los jueces el vehículo no puede competir [2].

En el 2017 la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco construyó un prototipo monoplaza tipo Baja SAE, además se presentaron problemas menores en el sistema de masas no suspendidas en los cilindros maestros. Esto ocurrió, debió a que los depósitos fueron conectados por medio de unas mangueras a los cilindros maestros y se observaron fugas en las conexiones. [3]

3. JUSTIFICACIÓN

En la construcción y diseño del vehículo, el reto más importante es la fabricación de un automóvil todo terreno monoplaza que cumpla con las normas y reglas de Baja SAE 2018.

El sistema de masas no suspendidas es fundamental para un funcionamiento óptimo del vehículo, un mal diseño e incumplimiento de las reglas provocaría que no se autorice para realizar las pruebas clasificatorias y no poder concursar con el vehículo, por lo que es importante hacer un análisis detallado de la construcción del sistema.

La competencia impone un conjunto de rigurosas pruebas, a las cuales el vehículo será sometido llevándolo a su máximo desempeño y esfuerzo, en consecuencia, se requiere el análisis de las piezas con mayor desgaste.

La prueba de maniobrabilidad está diseñada para probar la suspensión, el agarre y la dirección del vehículo al recorrer una pista con retos como trazar vueltas cerradas, conos de maniobra, surcos y salientes, arena, rocas, zanjas, troncos y pendientes. El sistema de masas no suspendidas debe estar diseñado para proporcionar un agarre firme en los neumáticos, y transmitir la máxima potencia a las llantas y un sistema de frenos que nos dé la ventaja de una mejor maniobrabilidad en curvas cerradas.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Rediseñar e instalar el sistema de masas no suspendidas para el vehículo Baja SAE México 2018.

4.2. Objetivos específicos

Reducir el peso del sistema de masas no suspendidas respecto al vehículo 2017.

Analizar y diseñar las flechas traseras para reducir esfuerzos cortantes.

Analizar y rediseñar el sistema de cilindros de frenos.

Diseñar un sistema de frenos con doble actuador que pueda inmovilizar las cuatro llantas y las llantas delanteras de forma independiente.

Rediseñar los soportes de los caliper.

Seleccionar el neumático adecuado para las diferentes pruebas de la competencia.

Integrar y probar los componentes de este sistema en el vehículo Baja SAE 2018

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Reglas establecidas por Baja SAE 2018 para el diseño del sistema de masas no suspendidas.

Artículo 1 - Requisitos generales de diseño

B.1.5 - Configuración del vehículo

El vehículo debe tener cuatro (4) o más ruedas que no estén en línea recta.

Artículo 7 – Controles del vehículo

B.7.1. - Sistema de frenos

El vehículo debe tener un sistema de frenado hidráulico primario que actúe sobre todas las ruedas y se opere con un solo pedal. El pedal debe accionar directamente el cilindro maestro a través de un enlace rígido (es decir, no se permiten cables). El sistema de frenos debe ser capaz de bloquear y deslizar todas las ruedas, tanto en una condición estática como a velocidad en el pavimento y en superficies sin pavimentar.

B.7.1.1 - Circuitos independientes

El sistema de frenos se debe segregar en al menos dos (2) circuitos hidráulicos independientes, de modo que en caso de fuga o falla en cualquier punto de un sistema, la potencia de frenado efectiva se debe mantener en al menos dos ruedas. Cada circuito hidráulico debe tener su propio depósito de fluido separado, ya sea a través de depósitos físicamente separados o mediante el uso de una separación interna de altura completa en un depósito de estilo OEM.

B.7.1.2 - Ubicación del freno

Los frenos en el eje impulsado deben operar a través de la transmisión final. Se permite el frenado interior mediante juntas universales. Se prohíbe frenar en un árbol de transmisión a través de una etapa de reducción intermedia.

B.7.1.3 - Frenos de corte

Los “frenos de corte” operados con los pies o las manos están permitidos siempre que la sección B.7.1 también esté satisfecha. Un sistema de frenos primario debe poder bloquear las cuatro ruedas con un solo pie. Si usa dos pedales separados para bloquear dos (2) ruedas cada uno; los pedales deben estar lo suficientemente cerca para usar un pie para bloquear las cuatro ruedas. Todos y cada uno de los frenos, cuando se accionen, harán que la luz de freno se ilumine.

B.7.1.3 - Líneas de freno

Todas las líneas de los frenos deben montarse de manera segura en el vehículo y no sobresalir por debajo del marco del vehículo o los componentes de la suspensión.

Todas las líneas de los frenos deben dirigirse y orientarse de manera que no queden atrapadas por las piezas de dirección o suspensión, ni se enganchen con bordes afilados.

Todas las líneas de frenos deben tener un rango de movimiento completo dentro del sistema de dirección y suspensión.

En ningún momento, las líneas de los frenos se cargarán en tensión o se acoplarán con los neumáticos y las ruedas del vehículo.

Todas las líneas de frenos deben estar diseñadas para las presiones esperadas en el sistema de frenos y ser químicamente compatibles con el líquido de frenos en uso.

Ninguna línea de freno puede construirse con tubería plástica lisa.

Artículo 10 – Sistema eléctrico

B.10.4.1 - Luz de freno

Todos los vehículos deben tener una luz de freno funcional para indicar a otros conductores que el vehículo se está deteniendo o desacelerando.

B.10.4.1.1 - Luz de freno requerida

Sólo se permiten las siguientes luces de freno. Las luces de freno no enumeradas están explícitamente prohibidas. La modificación de la luz de freno del diseño OEM está explícitamente prohibida. Todas las luces de freno deben configurarse para que estén completamente iluminadas cuando se apliquen los frenos, y se apagarán completamente con los frenos liberados.

- Polaris Parte # 2411450
- Polaris Parte # 2411099
- Polaris Parte # 2411092-432
- Haul-Master - Parte # 93263
- Command Electronics Parte # 003-6018R
- Command Electronics Parte # 003-6016

B.10.4.1.3 - Interruptor de la luz de freno

La luz de freno solo se activará mediante un interruptor de presión hidráulico instalado en las líneas hidráulicas del freno. Cada circuito de freno hidráulico independiente debe estar equipado con un interruptor de presión hidráulica. Los frenos de corte son necesarios para activar la luz de freno por medio de un interruptor de presión hidráulico.

5.2. Sistema de frenos

El sistema de frenos es uno de los principales sistemas de control con los que cuenta el vehículo ya que este se encarga de reducir su velocidad hasta su detención, esto permite ofrecerle una mayor seguridad al conductor en caso de que se salga del camino, se presenten obstáculos, irregularidades o cualquier situación en la que se requiera disminuir la velocidad.

Durante el frenado, el principal fenómeno que ocurre es la transformación de energía cinética y potencial generada por el movimiento del vehículo en energía calorífica.

En el siguiente diagrama podemos observar las dos alternativas que se presentan al frenar un vehículo, según se bloqueen o no las ruedas.

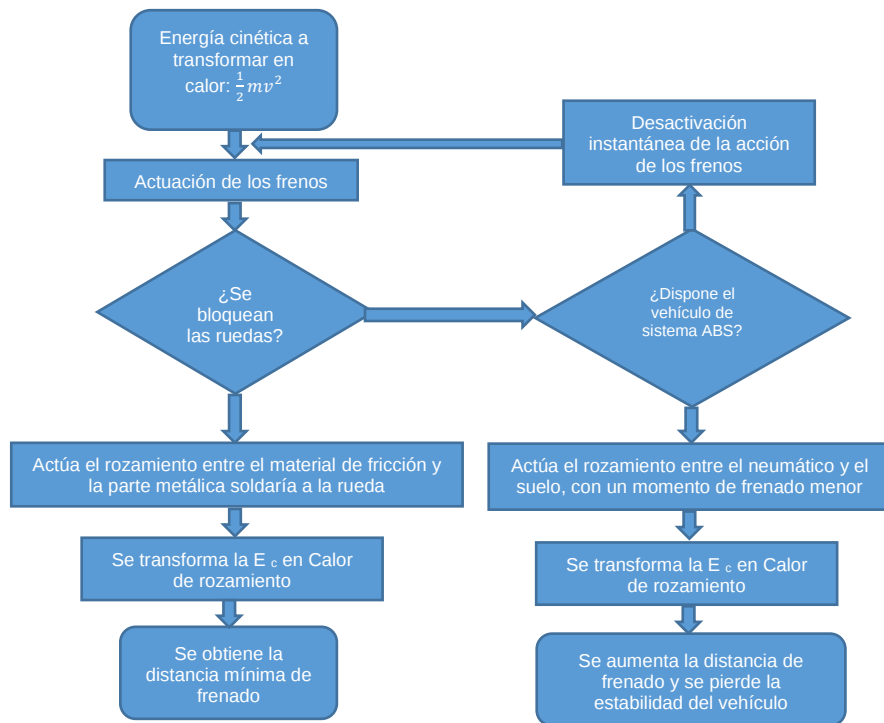


Figura 1. Diagrama para verificación del sistema de frenos

Como se puede ver (Figura 1), uno de los principales factores que se deben de cuidar es evitar el bloqueo de las ruedas para tener la mayor eficiencia durante el frenado.

Existen dos tipos de frenos: de disco y de tambor, los de disco son más eficientes, la mayoría de los autos traen frenos de disco adelante y de tambor en las ruedas de atrás, porque las ruedas delanteras son las que hacen gran parte del esfuerzo de frenado [10].

Nuestro vehículo sólo contará con frenos de disco por lo cual nos enfocaremos en estos.

5.2.1 Sistema de frenos hidráulico

Es el sistema más utilizado en los vehículos, este funciona al crear fricción entre dos materiales, el contacto es generado gracias a la presión hidráulica ejercida en las líneas de frenos gracias a los cilindros maestros.

5.2.1.2 Frenos de disco

Su función de frenado es más enérgica que la que la del freno de tambor, obteniéndose, por tanto, un menor tiempo de frenado que se traduce en una menor distancia de parada. Esto es debido a que los elementos de fricción van montados al aire y por lo tanto al disponer de mejor refrigeración (Figura 2), la absorción de energía y su transformación se realizan más rápidamente [8].

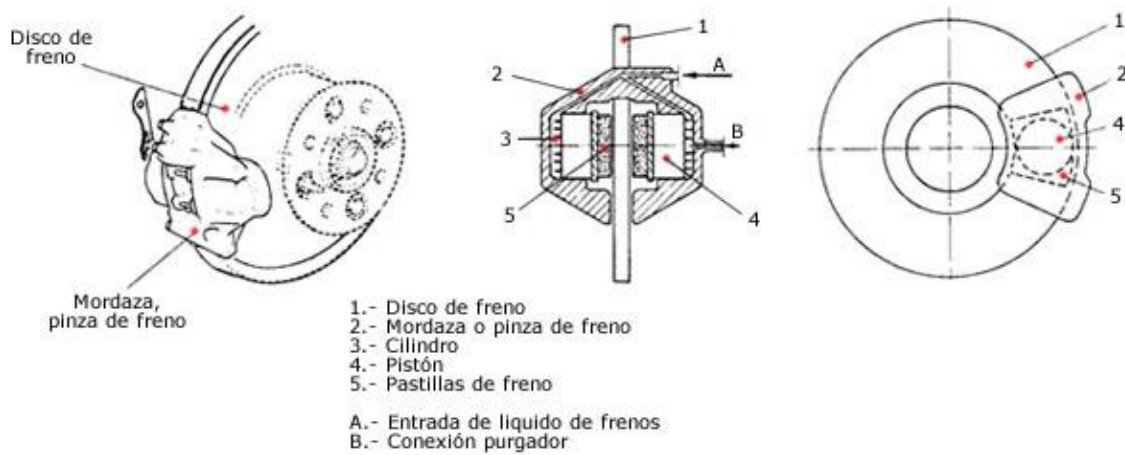


Figura 2. D.M. (2014) Esquema de un sistema de freno de disco (figura). En J.Cervantes. Rediseño del sistema de masas no suspendidas para el Vehículo Baja SAE 2018 (p.24). Ciudad de México

5.3 Elementos que constituyen el sistema de frenos

5.3.1 Pedal

Es el elemento que se encarga de recibir la fuerza proporcionada por la pierna del conductor y a su vez la amplifica, es el único componente del sistema de frenos con el que el piloto puede entrar en contacto durante la frenada.

Un factor importante que se debe de considerar para la selección del pedal es la relación de transmisión es decir cuánto nos va a amplificar la fuerza que le sea proporcionada por el conductor, para calcular esta relación basta con dividir la L1 entre L2(Figura 3).

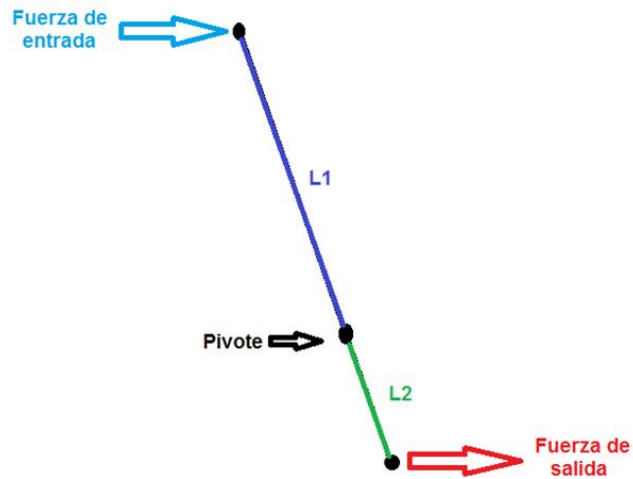


Figura 3. Esquema de amplificación del pedal.

5.3.2 Eslabón

Se encarga de proporcionar un movimiento libre al vástago para que este siempre se deslice de manera recta dentro del cilindro maestro (Figura 4).

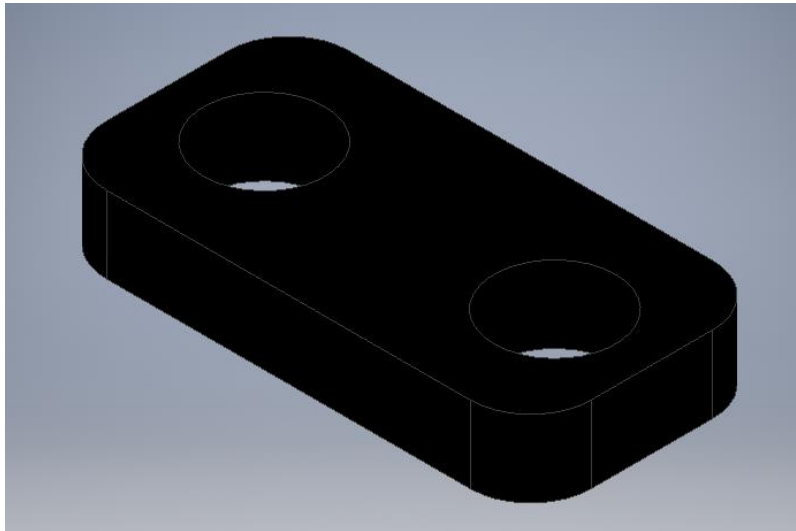


Figura 4. Eslabón.

5.3.3 Vástago

Este elemento se encuentra conectado al eslabón y realiza un recorrido longitudinal dentro del cilindro maestro para hacer llegar la fuerza que entrega el pedal directamente al cilindro maestro (Figura 5).

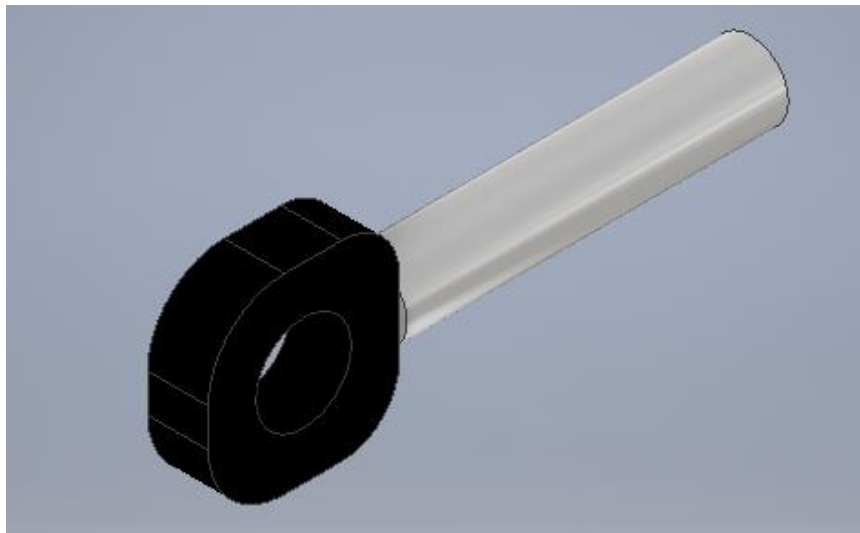


Figura 5. Vástago.

5.3.4 Cilindro maestro

Genera la presión hidráulica en el circuito de freno y controla el proceso de frenado. Con la fuerza proporcionada por el piloto a través del pedal el cilindro maestro presiona el líquido de freno hasta los caliper [9] (Figura 6).

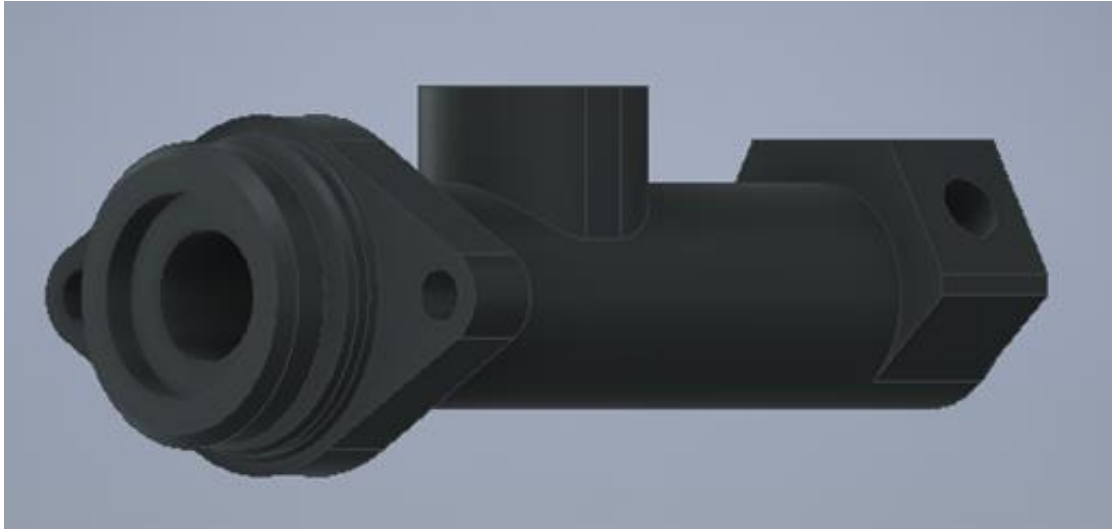


Figura 6. Cilindro maestro.

5.3.5 Líquido de frenos

Es un fluido incompresible el cual se encarga de hacer llegar la presión hidráulica que proporcionan los cilindros maestros hasta los pistones del caliper.

5.3.6 Línea de frenos

Es la tubería encargada de contener y distribuir el líquido de frenos por todo el circuito, desde el cilindro maestro hasta el caliper.

5.3.7 Caliper

La pinza de freno es uno de los elementos más importantes del sistema, se encarga de soportar las pastillas y además, de empujarlas contra el disco cuando así se requiera. Debido a la zona donde se ubican, tienen que soportar grandes esfuerzos combinados con vibraciones, excesos de temperatura y otros elementos agresivos que pueden darse en la zona de masas no suspendidas [4].

5.3.8 Balatas

Son las encargadas de presionar el disco de freno para producir la fricción y así reducir la velocidad del vehículo (Figura 7).

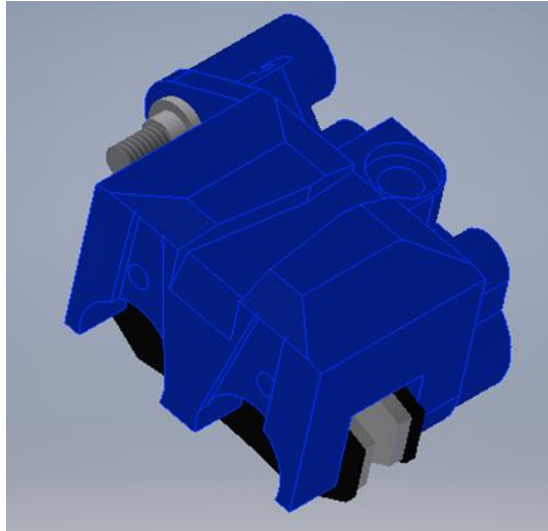


Figura 7. Caliper con balatas.

5.3.9 Disco de frenos

Este se encuentra conectado a la rueda y gira con ella, por lo tanto al producirse la fricción con las balatas este disminuye su velocidad rotacional y a su vez la velocidad lineal del vehículo (Figura 8).

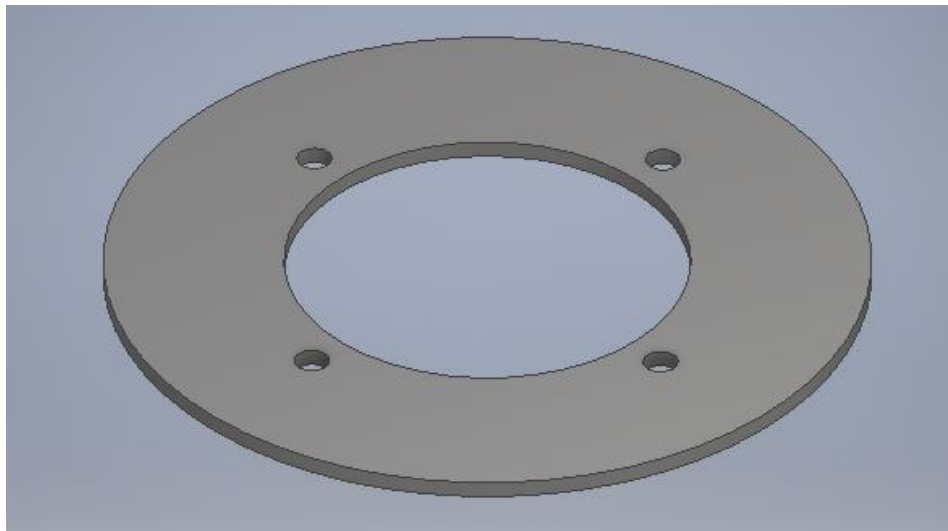


Figura 8. Disco de frenos.

5.4. Análisis del sistema de frenos

Para dicho análisis (Figura 9) se supondrán algunos aspectos como:

1. El vehículo sigue un movimiento rectilíneo.
2. El vehículo se considera un sólido rígido.

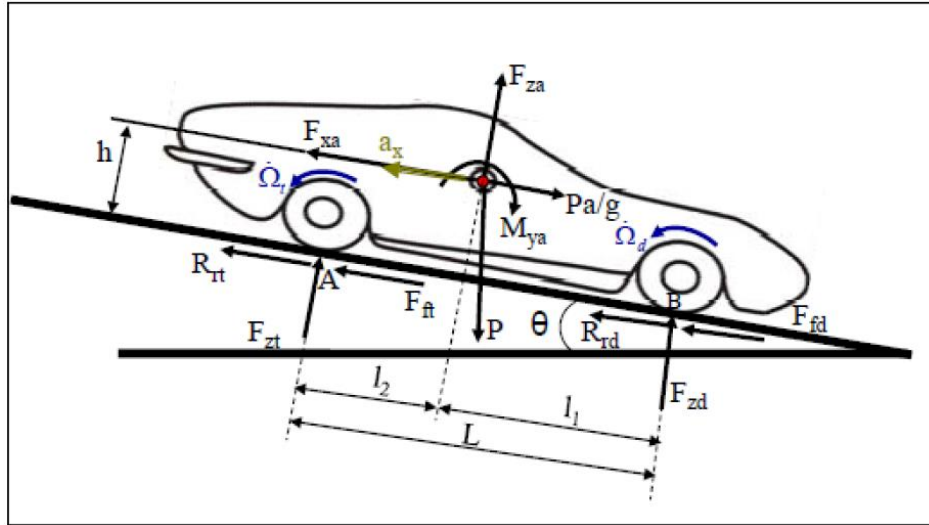


Figura 9. Pérez R.L. (2013). Esquema vehículo (figura). En J.Cervantes. Rediseño del sistema de masas no suspendidas para el Vehículo Baja SAE 2018 (p.28). Ciudad de México.

5.4.1 Distribución de pesos estáticos

Cuando el automóvil se encuentra estático el peso se reparte uniformemente en las llantas conforme a la geometría y la proporción en la que está distribuido por el auto. Esta distribución la podemos conocer fácilmente aplicando las siguientes ecuaciones.

$$\text{Eje delantero} = \frac{P_d}{P} * 100 \quad (1)$$

$$\text{Eje trasero} = \frac{P_t}{P} * 100 \quad (2)$$

Eje delantero = Porcentaje del peso soportado por el eje delantero

Eje trasero = Porcentaje del peso soportado por el eje trasero

P_d = Es la masa soportada por el eje delantero (kg).

P_t = Es la masa soportada por el eje trasero (kg).

P = Es la masa total del vehículo (kg).

5.4.2 Distancia del centro de gravedad al eje

Ya que se cuenta con la distribución de pesos estáticos se puede conocer la distancia del centro de gravedad con respecto a cada eje para eso será necesario aplicar las siguientes ecuaciones.

$$CG_{dx} = \frac{P_d}{P} * l \quad (3)$$

$$CG_{tx} = \frac{P_t}{P} * l \quad (4)$$

CG_{dx} = Distancia del centro de gravedad con respecto al eje delantero (m).

CG_{tx} = Distancia del centro de gravedad con respecto al eje trasero (m).

l = Distancia entre ejes (m).

5.4.3 Efectos de la frenada sobre el vehículo

Durante la frenada existe un intercambio de peso del eje trasero al delantero, para facilidad de nuestros cálculos se supondrá que el auto se desplaza en línea recta y despreciaremos las fuerzas aerodinámicas generadas.

5.4.3.1 Transferencia de peso

Aplicando lo mencionado anteriormente tenemos que:

$$TP = \left(\frac{a_v}{g} \right) * \left(\frac{h}{l} \right) * P \quad (5)$$

Donde:

- a_v = Aceleración del vehículo (m/s²).
- g = Gravedad (m/s²).
- h = Altura del centro de gravedad (m).

5.4.3.1 Distribución de pesos en los ejes

A partir de la transferencia de pesos durante la frenada se puede conocer la distribución de pesos real en los ejes.

$$P_{dfreno} = P_d + TP \quad (6)$$

$$P_{tfreno} = P_t - TP \quad (7)$$

P_{dfreno} = Peso en el eje delantero durante la frenada (N)

P_{tfreno} = Peso en el eje trasero durante la frenada (N)

Los resultados anteriores se pueden comprobar de la siguiente manera:

$$P = P_{dfreno} + P_{tfreno} \quad (8)$$

5.4.4 Efectos de la transferencia de pesos sobre las ruedas

Conociendo las distribuciones de pesos en cada eje durante la frenada se puede conocer las fuerzas y los momentos generados en las ruedas.

5.4.4.1 Fuerza de frenado

Para esto es necesario considerar que la fuerza de fricción está gobernada por la ley del rozamiento de coulomb, entonces tenemos que:

$$F_f = \mu F_z \quad (9)$$

F_f = Fuerza de frenado en el neumático (N)

μ = Coeficiente de fricción de la rueda

F_z = Fuerza sobre el eje (N)

La fuerza máxima que experimenta el vehículo será la suma de la fuerza en los ejes.

$$F_{max} = F_{fd} + F_{ft} \quad (10)$$

5.4.4.2 Momento generado en las ruedas

El momento de frenado generado en cada eje se puede conocer aplicando lo siguiente:

$$N = F_f * R_{neumático} \quad (11)$$

$R_{neumático}$ = Radio del neumático (m)

5.4.5 Características de los elementos del sistema de frenos

Hasta ahora solo se ha analizado los efectos de las distribuciones de pesos durante la frenada, en esta segunda parte tomaremos en cuenta los elementos que componen el sistema de frenos, lo cual es muy importante ya que esto ayudara para la correcta selección de dichos componentes.

5.4.5.1 Fuerza en las bombas de frenos

Se sabe que para un correcto funcionamiento del sistema se necesita una correcta distribución de presiones, esto es directamente proporcional a la fuerza que reciben las bombas, esta fuerza es proporcionada por el piloto además de que el pedal se encarga de amplificarla para mayor comodidad.

Para conocer la fuerza que reciben las bombas es necesario conocer la fuerza que proporciona el piloto y la relación de transmisión del pedal, entonces se tiene que:

$$F_{bomba} = F_{pedal} * RT_{pedal} \quad (12)$$

F_{bomba} = Fuerza que recibe la bomba de frenos (N)

F_{pedal} = Fuerza proporcionada por el piloto (N)

RT_{pedal} = Relación de transmisión del pedal

Para conocer la distribución de presiones que ejercen las bombas es necesario aplicar:

$$P_{bomba} = \frac{F_{bomba}}{A_{pistón}} \quad (13)$$

P_{bomba} = Presión ejercida por la bomba (N/mm²)

$A_{pistón}$ = Área del pistón de la bomba (mm²)

5.4.5.1.1 Efectos de la distribución de presiones

La distribución de presiones generadas por la bomba produce un efecto directo en el caliper si suponemos que no existen caídas de presiones en toda la línea de frenos, tenemos que la presión ejercida por la bomba es igual a la presión recibida por el caliper.

La fuerza generada en cada caliper estará dada por.

$$F_{caliper} = n_{pistones} * P_{pistón} * A_{pistón,caliper} \quad (14)$$

$F_{caliper}$ = Fuerza generada por el caliper (N)

$n_{pistones}$ = Número de pistones del caliper

$A_{pistón,caliper}$ = Área del pistón del caliper (mm²)

La fuerza de fricción entre el disco de frenos y las balatas se puede conocer mediante.

$$F_{fricción} = F_{caliper} * \mu_{pastillas} \quad (15)$$

$F_{fricción}$ = Fuerza de fricción entre el disco y balata (N)

$\mu_{pastillas}$ = Coeficiente de fricción de las balatas

5.4.5.1.2 Pares y fuerzas de frenado

Con los resultados ya calculados se pueden conocer los momentos y las fuerzas en cada llanta durante la frenada para esto será necesario primero obtener el par generado entre el disco y la pastilla, tenemos que:

$$Par_{disco-pastilla} = 2 * F_{fricción} * R_{efectivo,disco} \quad (16)$$

La ecuación se multiplica por 2 ya que el disco tiene contacto con las balatas por ambas caras.

$Par_{disco-pastilla}$ = Momento generado entre el disco y pastilla (N*m)

$R_{efectivo,disco}$ = Radio efectivo del disco (m)

Ahora se puede la fuerza generada en cada rueda mediante la siguiente ecuación.

$$F_{rueda} = \frac{Par_{disco-pastilla}}{R_{neumático}} \quad (17)$$

F_{rueda} = Fuerza en la rueda (N)

$R_{neumático}$ = Radio del neumático (m)

Para conocer la fuerza total del sistema solamente se debe multiplicar la fuerza de la rueda por el número de ruedas del vehículo.

5.4.5.1.3 Desaceleración del vehículo

La desaceleración se puede calcular fácilmente aplicando la segunda ley de Newton, de donde se obtiene que:

$$a_v = \frac{F_{total}}{m_v} \quad (18)$$

a_v = Desaceleración del vehículo (m/s²)

m_v = Masa del vehículo (kg)

5.4.5.1.4 Distancia de frenado

Integrando dos veces la ecuación 18 se puede obtener la distancia de frenado, entonces tenemos.

$$D_f = \frac{V_v^2}{a_v} \quad (19)$$

5.5. Mecanismo de Accionamiento

En la actualidad los sistemas de frenos utilizan una palanca simple para el accionamiento del cilindro maestro (Figura 10), esto es posible gracias a un amplificador de fuerza de frenado de vacío (hidrovac o boster de frenos), debido a la ausencia de una bomba de vacío en el vehículo se optó por el diseño de un mecanismo manivela-corredera para esta función.

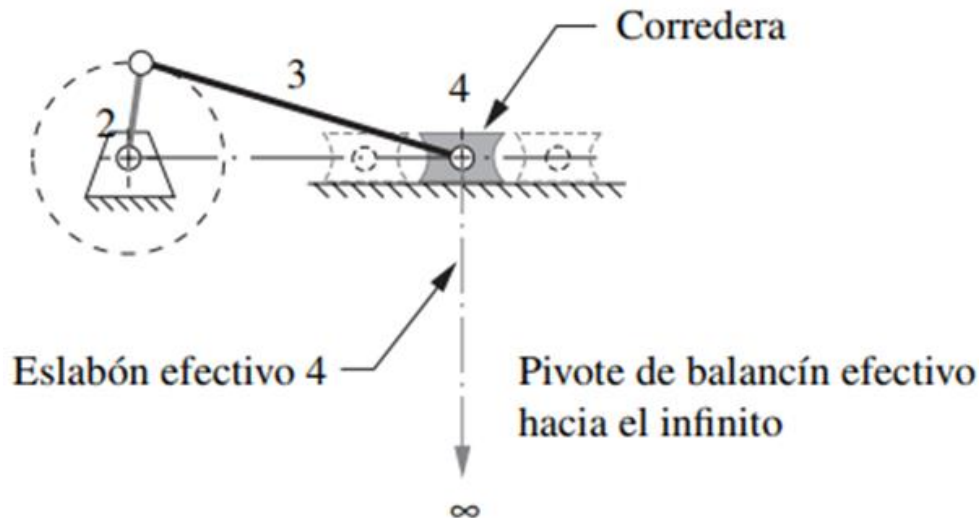


Figura 10. Manivela corredera de Grashof.

Un mecanismo es un dispositivo que transforma el movimiento en un patrón deseable, y por lo general desarrolla fuerzas muy bajas y transmite poca potencia. Hunt define un mecanismo como un medio de transmisión, control o restricción del movimiento relativo.

Una definición útil de trabajo de un mecanismo es un sistema de elementos acomodados para transmitir movimiento de una forma predeterminada [6].

El mecanismo está conformado por los siguientes elementos [7]:

Eslabón: pieza rígida que unida a otras permite la transmisión o transferencia de un movimiento. No necesariamente serán piezas rectas, pueden presentar cualquier tipo de perfil y se pueden unir con dos o más eslabones simultáneamente.

- **Eslabón fijo:** es el eslabón que se encuentra unido firmemente con el marco de referencia.
- **Corredera:** eslabón que realiza un movimiento alternativo sobre una guía, la cual puede ser recta o curva. En el mecanismo desarrollado esta función la tiene la bomba de frenos que finge como guía para el vástago.
- **Oscilador:** eslabón que presenta un movimiento angular alternativo, sin llegar a realizar una revolución completa.

Junta o par: unión entre dos eslabones. Las juntas establecen el tipo de y la cantidad de movimientos permisibles entre cada par de elementos presentes en las juntas, pudiendo ser movimiento traslacional, rotacional y mixto.

- **Junta de revoluta:** unión que solo permite el movimiento rotacional entre los elementos que une.

- **Junta prismática:** unión que solo permite movimiento transaccional entre los eslabones que une, también llamada corredera.

5.5.1. Mecanismo manivela-corredera

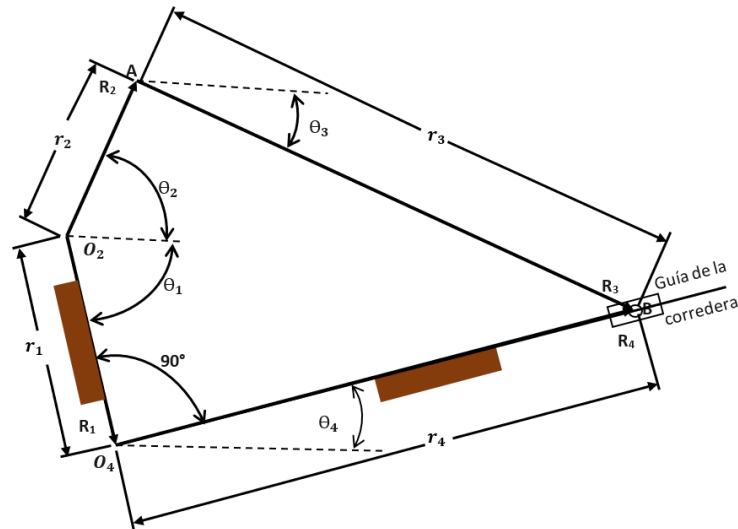


Figura 11. Mecanismo manivela corredera.

Se muestra un mecanismo general del tipo manivela corredera (Figura 11). El eslabón fijo existe entre los puntos O_2 , O_4 y B . El eslabón 2 o manivela es el segmento entre las juntas de la revoluta en O_2 y A , siendo este el eslabón de entrada. El eslabón 3 es el acoplador y existe desde la junta de la revoluta en A y hasta la junta de la revoluta en B . El eslabón 4 es la camisa de la corredera que se alcanza a ver justo debajo del punto B .

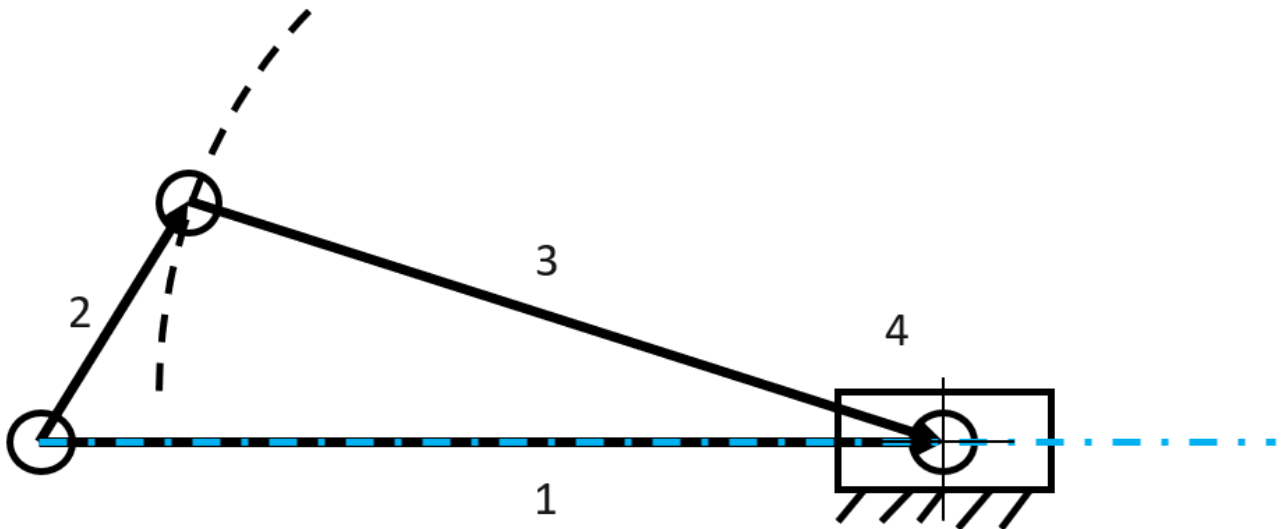


Figura 12. Manivela corredera inversión IV.

Dentro del análisis del mecanismo hay configuraciones que se llaman inversiones (Figura 12). Una inversión se crea mediante la fijación de un eslabón diferente en la cadena cinemática. Por tanto, hay tantas inversiones de un eslabonamiento dado como eslabones haya [8]. El mecanismo construido (Figura 13) es una inversión de tipo IV donde la corredera es estacionaria.

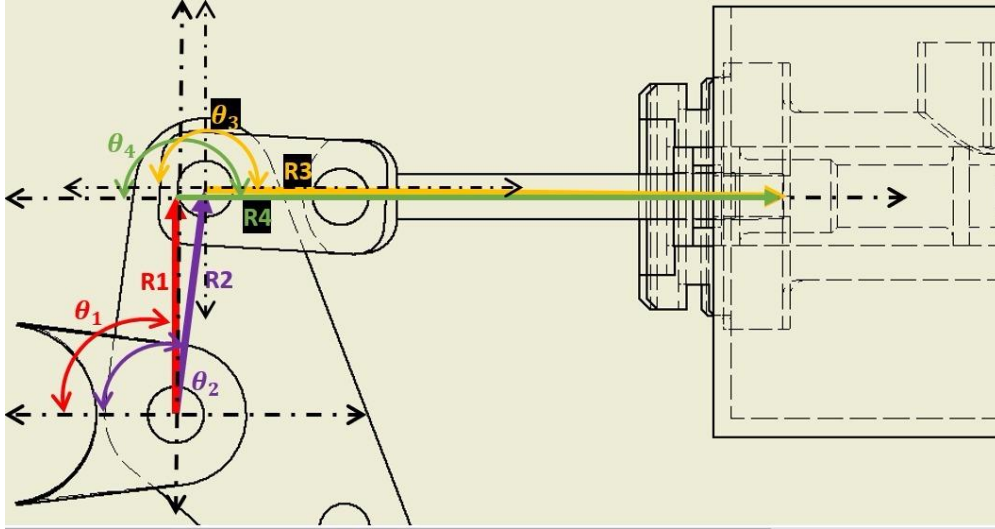


Figura 13. Sistema de vectores.

5.5.2. Análisis de posiciones

En la figura 13, se muestran los vectores asignados a cada eslabón. La ecuación que describe el movimiento es:

$$R_2 + R_3 = R_1 + R_4 \quad (20)$$

La expresión en forma polar será:

$$r_2 e^{j\theta_2} + r_3 e^{j\theta_3} = r_1 e^{j\theta_1} + r_4 e^{j\theta_4} \quad (21)$$

Donde:

- r_4 es una incógnita que resolver y varia con el tiempo para reflejar la posición de la camisa de corredera sobre su guía [mm].
- θ_4 es constante en el tiempo y es un dato del problema. La inclinación de la corredera de la corredera es constante para cualquier posición del eslabón de entrada.

Obsérvese los vectores R_1 y R_4 (Figura 13) se han definido perpendiculares entre sí para poder reducir el número de incógnitas que hubieran existido si se hubiese definido un vector desde el punto O_2 al punto B . Para el arreglo que se muestra, la relación angular entre los vectores R_1 y R_4 se puede escribir como:

$$\theta_1 = \theta_4 - 90^\circ \quad (22)$$

Al sustituir la ecuación 22 en la ecuación 21, se obtiene la ecuación que modela las posiciones para este mecanismo.

$$r_2 e^{j\theta_2} + r_3 e^{j\theta_3} = r_1 e^{j(\theta_4 - \frac{\pi}{2})} + r_4 e^{j\theta_4} \quad (23)$$

Se sustituyendo Euler en la ecuación 23 y se separan las partes real e imaginaria para calcular θ_3 .

$$\begin{aligned} r_2 \cos\theta_2 + r_3 \cos\theta_3 &= r_1 \cos\left(\theta_4 - \frac{\pi}{2}\right) + r_4 \cos\theta_4 = r_1 \sin\theta_4 + r_4 \cos\theta_4 \\ r_2 \sin\theta_2 + r_3 \sin\theta_3 &= r_1 \sin\left(\theta_4 - \frac{\pi}{2}\right) + r_4 \sin\theta_4 = -r_1 \cos\theta_4 + r_4 \sin\theta_4 \end{aligned} \quad (24)$$

De las dos ecuaciones anteriores, despejamos el término r_4 e igualamos ambos resultados para eliminar r_4 .

$$r_4 = \frac{r_2 \cos\theta_2 + r_3 \cos\theta_3 - r_1 \sin\theta_4}{\cos\theta_4} = \frac{r_2 \sin\theta_2 + r_3 \sin\theta_3 + r_1 \cos\theta_4}{\sin\theta_4} \quad (25)$$

Desarrollando el producto que se indica en la ecuación anterior, se reducen los términos e igualamos a cero la ecuación. El resultado se ordena en función de los términos que contengan la variable θ_3 .

$$(r_3 \sin\theta_4) \cos\theta_3 + (-r_3 \cos\theta_4) \sin\theta_3 - r_1 (\sin^2\theta_4 + \cos^2\theta_4) - r_2 (\sin\theta_2 \cos\theta_4 - \cos\theta_2 \sin\theta_4) = 0 \quad (26)$$

$$(r_3 \sin\theta_4) \cos\theta_3 + (-r_3 \cos\theta_4) \sin\theta_3 - r_1 - r_2 \sin(\theta_2 - \theta_4) = 0 \quad (27)$$

La ecuación 27 solo contiene la variable θ_3 , sin embargo, se encuentra como argumento de dos funciones trigonométricas diferentes, por lo que es necesario definir constantes.

$$G = r_3 \sin\theta_4 \quad (28)$$

$$H = -r_3 \cos\theta_4 \quad (29)$$

$$I = -r_1 - r_2 \sin(\theta_2 - \theta_4) \quad (30)$$

De forma que ahora la ecuación se puede escribir como:

$$G \cos\theta_3 + H \sin\theta_3 + I = 0 \quad (31)$$

Por lo tanto, la solución de la ecuación es inmediata haciendo los cambios de variable correspondientes.

$$\theta_3 = 2 \operatorname{atan}\left(\frac{-H - \sqrt{G^2 + H^2 + I^2}}{I - G}\right) \quad (32)$$

Para obtener la expresión para calcular r_4 se despejan hacia la izquierda los términos que involucren a la variable θ_3 de las ecuaciones (27)

$$\begin{aligned} r_3 \cos\theta_3 &= r_1 \sin\theta_4 + r_4 \cos\theta_4 - r_2 \cos\theta_2 \\ r_3 \sin\theta_3 &= -r_1 \cos\theta_4 + r_4 \sin\theta_4 - r_2 \sin\theta_2 \end{aligned} \quad (33)$$

Elevándolas al cuadrado y sumándolas y ordenando las ecuaciones.

$$\begin{aligned} r_3^2 &= r_1^2 + r_2^2 + r_4^2 + 2r_1 r_4 \sin\theta_4 \cos\theta_4 - 2r_1 r_2 \sin\theta_4 \cos\theta_2 \\ &\quad - 2r_2 r_4 \cos\theta_2 \cos\theta_4 - 2r_1 r_4 \sin\theta_4 \sin\theta_2 \\ &\quad + 2r_1 r_2 \cos\theta_4 \sin\theta_2 - 2r_2 r_4 \sin\theta_2 \cos\theta_4 \end{aligned} \quad (34)$$

En la expresión anterior se cancelan dos términos y el resto se ordena factorizando los términos comunes.

$$r_3^2 = r_1^2 + r_2^2 + r_4^2 + 2r_1r_2(\sin\theta_2\cos\theta_4 - \cos\theta_2\sin\theta_4) - 2r_2r_4(\cos\theta_2\cos\theta_4 - \sin\theta_2\sin\theta_4) \quad (35)$$

Al sustituir las ecuaciones en la ecuación, se reduce a:

$$r_3^2 = r_1^2 + r_2^2 + r_4^2 + 2r_1r_2\sin(\theta_2 - \theta_4) - 2r_2r_4\cos(\theta_2 - \theta_4) \quad (36)$$

Que se ordena en términos de r_4 como una función cuadrática.

$$r_4^2 - 2r_2\cos(\theta_2 - \theta_4)r_4 + 2r_1r_2\sin(\theta_2 - \theta_4) + r_1^2 + r_2^2 - r_3^2 = 0 \quad (37)$$

Se definen las constantes J, K y L .

$$J = 1 \quad (38)$$

$$K = -2r_2\cos(\theta_2 - \theta_4) \quad (39)$$

$$L = 2r_1r_2\sin(\theta_2 - \theta_4) + r_1^2 + r_2^2 - r_3^2 \quad (40)$$

Con las constantes antes definidas, la ecuación (37) se escribe como una ecuación cuadrática en términos de r_4 .

$$Jr_4^2 + Kr_4 + L = 0 \quad (41)$$

Que se resuelve por formula general siendo el resultado.

$$r_4 = 0.5(-K + \sqrt{K^2 - 4L}) \quad (42)$$

Las ecuaciones 32 y 42 presentan un radical y por ende una dualidad de posibles valores, pero de ellos siempre se utilizará el radical negativo para θ_3 y el positivo para r_4 .

5.5.3. Análisis de velocidades

La descripción de las velocidades resulta de derivar la ecuación 21.

$$j\omega_2r_2e^{j\theta_2} + j\omega_3r_3e^{j\theta_3} = v_4e^{j\theta_4} \quad (43)$$

Al hacer una comparativa con la suma de vectores tenemos:

$$V_A + V_{BA} = V_b \quad (44)$$

Donde:

- V_b representa la velocidad de la camisa de la corredera sobre su guía.

Al dividir la ecuación 43 por la exponencial $e^{j\theta_3}$ se obtiene:

$$j\omega_2r_2e^{j(\theta_2-\theta_3)} + j\omega_3r_3 = v_4e^{j(\theta_4-\theta_3)} \quad (45)$$

Solo se analiza la parte real de la ecuación 45, ya que en la parte imaginaria existirán dos incógnitas en una sola ecuación.

$$-\omega_2r_2\sin(\theta_2 - \theta_3) = v_4\cos(\theta_4 - \theta_3) \quad (46)$$

De la ecuación anterior, se despeja directamente a v_4 .

$$v_4 = \frac{\omega_2 r_2 \cos(\theta_3 - \theta_2)}{\cos(\theta_4 - \theta_3)} \quad (47)$$

La interpretación de los resultados es la siguiente, si v_4 es positivo indica que la corredera se desplaza en el mismo sentido que el vector R_4 , un signo negativo indicara que se desplaza en sentido opuesto a R_4 , pero siempre en la misma dirección del vector de posición. El ángulo del vector V_4 es igual a θ_4 .

Para el cálculo de ω_3 , se divide la ecuación 43 entre la exponencial $e^{j\theta_4}$ con esto se logra cancelar la exponencial compleja del ultimo termino de esa ecuación.

$$j\omega_2 r_2 e^{j(\theta_2 - \theta_4)} + j\omega_3 r_3 e^{j(\theta_3 - \theta_4)} = v_4 \quad (48)$$

Analizando la parte imaginaria de la ecuación anterior tenemos.

$$\omega_2 r_2 \cos(\theta_2 - \theta_4) + \omega_3 r_3 \cos(\theta_3 - \theta_4) = 0 \quad (49)$$

De la ecuación anterior, se obtiene directamente la expresión para calcular ω_3 .

$$\omega_3 = \frac{-\omega_2 r_2 \cos(\theta_2 - \theta_4)}{r_3 \cos(\theta_3 - \theta_4)} \quad (50)$$

Un signo positivo en el resultado de esta ecuación implica un giro en sentido contrario a las manecillas del reloj y un signo negativo un giro en sentido horario.

5.5.4. Análisis de aceleraciones.

La ecuación que describe las aceleraciones resulta de derivar la ecuación 43 considerando a r_4 , θ_3 , V_4 y ω_3 como variables en el tiempo.

$$-\omega_2^2 r_2 e^{j\theta_2} + j\alpha_2 r_2 e^{j\theta_2} - \omega_3^2 r_3 e^{j\theta_3} + j\alpha_3 r_3 e^{j\theta_3} = a_4 e^{j\theta_4} \quad (51)$$

Para obtener la expresión para α_3 , se habrá de dividir la ecuación 51 entre $e^{j\theta_4}$.

$$j\alpha_2 r_2 e^{j(\theta_2 - \theta_4)} - \omega_2^2 r_2 e^{j(\theta_2 - \theta_4)} + j\alpha_3 r_3 e^{j(\theta_3 - \theta_4)} - \omega_3^2 r_3 e^{j(\theta_3 - \theta_4)} = a_4 \quad (52)$$

Analizando la parte imaginaria de la ecuación anterior tenemos:

$$\alpha_2 r_2 \cos(\theta_2 - \theta_4) - \omega_2^2 r_2 \sin(\theta_2 - \theta_4) + \alpha_3 r_3 \cos(\theta_3 - \theta_4) - \omega_3^2 r_3 \sin(\theta_3 - \theta_4) = 0 \quad (53)$$

Despejamos directamente a α_3 , de la ecuación 53.

$$\alpha_3 = \frac{\omega_3^2 r_3 \sin(\theta_3 - \theta_4) + \omega_2^2 r_2 \sin(\theta_2 - \theta_4) - \alpha_2 r_2 \cos(\theta_2 - \theta_4)}{r_3 \cos(\theta_3 - \theta_4)} \quad (54)$$

El signo de la α_3 se interpreta de la siguiente manera, si es positivo significa que el cuerpo 3 se acelera en sentido antihorario. De lo contrario si el signo es negativo, el cuerpo 3 se estará acelerando en sentido horario.

Para despejar a la variable a_4 se divide a la ecuación 51 entre $e^{j\theta_3}$.

$$j\alpha_2 r_2 e^{j(\theta_2 - \theta_3)} - \omega_2^2 r_2 e^{j(\theta_2 - \theta_3)} - \omega_3^2 r_3 + j\alpha_3 r_3 = a_4 e^{j(\theta_4 - \theta_3)} \quad (55)$$

Como la variable α_3 esta multiplicado por j y no contiene una exponencial compleja es un término puramente complejo por lo que no contiene una parte real. La variable a_4 , debido a la exponencial compleja que la multiplica, presenta parte real como imaginaria.

Analizando solo la parte real de la ecuación 55.

$$-\alpha_2 r_2 \sin(\theta_2 - \theta_3) - \omega_2^2 r_2 \cos(\theta_2 - \theta_3) - \omega_3^2 r_3 = a_4 \cos(\theta_4 - \theta_3) \quad (56)$$

De donde se despeja directamente la variable a_4 .

$$a_4 = \frac{-\alpha_2 r_2 \sin(\theta_2 - \theta_3) - \omega_2^2 r_2 \cos(\theta_2 - \theta_3) - \omega_3^2 r_3}{\cos(\theta_4 - \theta_3)} \quad (57)$$

El signo de a_4 se interpretará de la siguiente manera, si es positivo la camisa de la corredera se acelera en el mismo sentido que el vector R_4 , un signo negativo indica que la camisa de la corredera de acelera en sentido opuesto al del vector R_4 , pero siempre en la misma dirección del vector de posición R_4 .

5.6. OTROS COMPONENTES DEL SISTEMA DE MASAS NO SUSPENDIDAS

5.6.1. Línea de transmisión

Es la conexión entre la caja de transmisión y las ruedas motrices. En la mayoría de los automóviles la línea de transmisión consiste en un eje motriz o árbol de transmisión, una o varias juntas universales y una junta deslizante, los últimos componentes se incorporan debido a que existe un movimiento oscilante de los amortiguadores, es decir, cuando los amortiguadores se comprimen y se expanden los ejes de las ruedas se alejan y se acercan del chasis del vehículo variando la distancia de la línea de transmisión, además con estos movimientos el ángulo de la transmisión también varía [4].

5.6.1.1 Cople de diferencial

Este elemento se encarga de unir la salida del diferencial con el yugo del sistema de transmisión.

5.6.1.2 Yugo

Recibe la potencia proporcionada por el diferencial y la transmite al eje cardán mediante la unión con la cruceta.

5.6.1.3 Cruceta

Ayuda a que el eje cardán pueda moverse libremente ya que al moverse el automóvil van existiendo cambios de altura y esto provoca que aparezca una variación en el ángulo del eje. La cruceta permite una transmisión adecuada a pesar de estos cambios de ángulo.

5.6.1.4 Eje cardán

Es un tubo hueco el cual se encarga de unir el eje conductor con el eje conducido y de distribuir la potencia de uno al otro(Figura 14).



Figura 14. Eje cardán.

5.6.1.4 Espiga

Permite un desplazamiento longitudinal del eje cardán, además se encarga de unir la junta homocinética con el eje.

5.6.1.4 Junta homocinética

Es una junta articulada que a diferencia de la junta universal la velocidad angular es la misma, aunque el ángulo entre los dos ejes no lo sea, está constituida por 6 bolas periféricas, un núcleo ranurado, una jaula de ensamble y una campana en la que se incorporan por dentro estos elementos. La ventaja que se tiene al utilizar la junta homocinética es que las bolas funcionan como un engrane que transmite el movimiento, pero un engrane que puede adquirir diferentes posiciones, por lo que dependiendo de las irregularidades del terreno y la posición de las llantas se bisecta (parte en dos) el ángulo operativo [5].

5.6.2. Masa

Una masa (Figura 15) está compuesta por rodamientos, sellos y sensores fabricados con precisión dentro de una unidad pre-ensamblada, esta permite que la rueda gire libremente y es crucial para el rendimiento de su automóvil, desde la fluidez del manejo y el ahorro de combustible, hasta la integridad del sistema de frenos antibloqueo (anti-lock breaking system, ABS) [11].

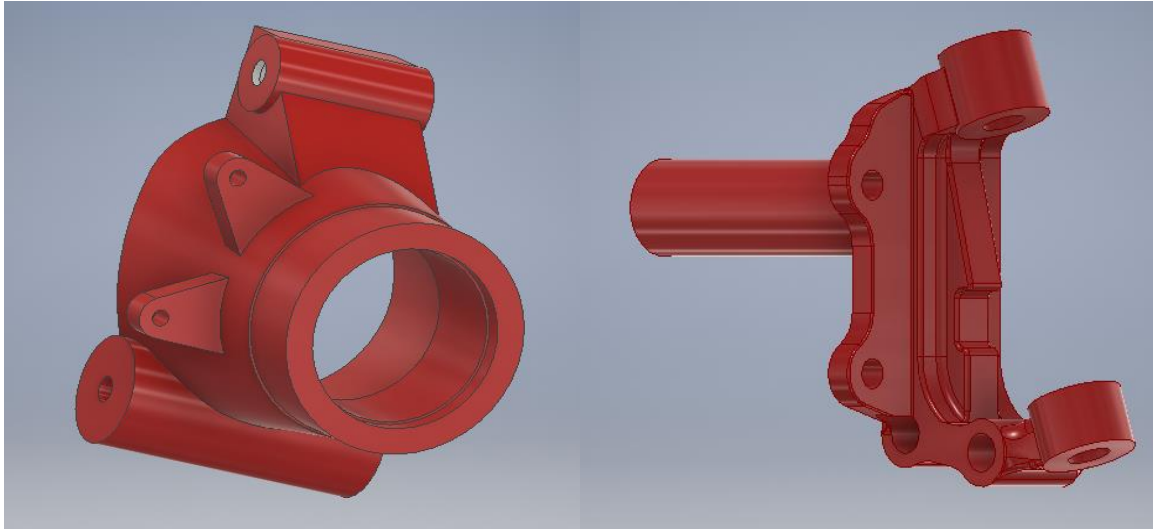


Figura 15. Masa trasera y delantera.

5.6.3. Ruedas

Soportan el vehículo y por lo tanto su peso. Debido a su adherencia con el suelo, están capacitadas para transmitir el par motor, proporcionando el movimiento del vehículo, su aceleración y desaceleración. La adherencia, la rodadura y la posibilidad de orientarla, las hacen válidas para el guiado del vehículo. El conjunto rueda está formado por una rueda metálica (rin) y el neumático (Figura 16). A través de la primera, sobre la que se monta el neumático, se acopla al eje del vehículo [6].



Figura 16. Rueda.

5.6.3.1 Rin

También conocido como llanta, es una rueda metálica está formada fundamentalmente y normalmente, por dos piezas (disco y llanta). Son fabricadas en chapa de acero estampado o laminado. También los hay de una sola pieza, como los fundidos de aleación ligera [6].

5.6.3.2 Neumático

El neumático puede ser con o sin cámara. Las partes de un neumático se representan mediante la siguiente figura [6] (Figura 17).

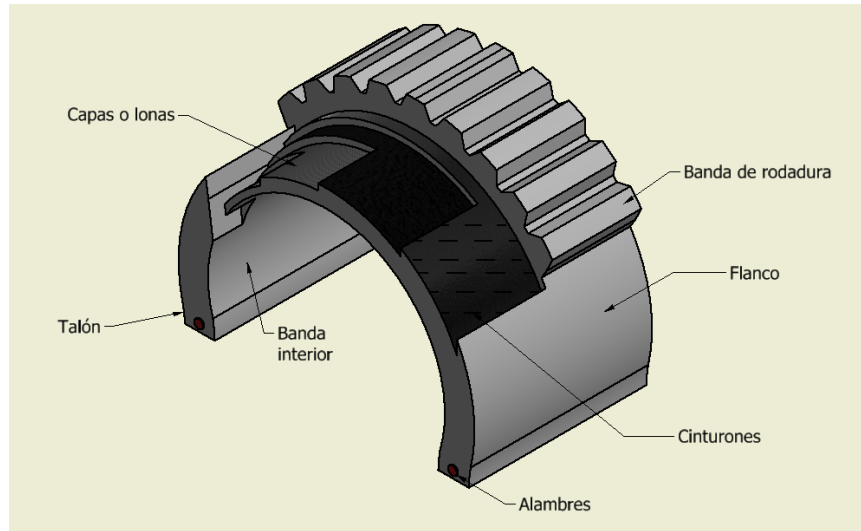


Figura 17. Partes de un neumático.

Piso o banda de rodadura: Zona de contacto con el suelo. Sobre ella se ejecuta el dibujo y escultura, adecuado según la aplicación del neumático.

Flancos o paredes laterales: Es la zona que absorbe por flexión los efectos de la carga sobre la rueda y los choques laterales. Sobre ella se inscriben las características de la rueda.

Capas o lonas: Es el recubrimiento, compuesto de tejido, goma y fibras textiles. El número de capas está en función de la carga que ha de soportar.

Carcasa: capa de material entrelazado, que refuerza al neumático, impidiendo una excesiva deformación y que se coloca debajo de las capas de lona.

Talón: Borde del neumático. Se fija del rin y hace estanco al neumático. Reforzado con aro de alambres.

Interior del neumático: Es el recubrimiento interior de mismo fabricado con goma blanda.

6. DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1. Inicio del proyecto

El inicio del proyecto se generó al realizar una inspección y pruebas al vehículo Baja SAE 2017, con esto identificar las piezas a reutilizar y las modificaciones necesarias para el nuevo prototipo.

De igual modo se revisó la documentación del vehículo 2017 en el cual brindaban sugerencias para el nuevo vehículo.

En esta etapa se detectó el daño de la junta homocinética generada por estar instalada en un ángulo pronunciado (Figura 18), se localizaron fugas en los empaques del cilindro maestro con los depósitos, los neumáticos se encontraron con un alto grado de desgaste, también contaba con rines de acero lo que aumentaba el peso general del sistema.



Figura 18. Daño en junta homocinética.

Se desmontaron las piezas en las cuales se percibió que los caliper funcionaban de manera correcta, al igual que las masas (Figura 19); una cruceta se encontraba dañada y se realizó la reparación de la junta homocinética.



Figura 19. Masa trasera Polaris.

6.2. Adquisición de piezas

6.2.1. Caliper

A pesar de que los caliper funcionaron de manera correcta, la empresa Italika nos brindó su apoyo como patrocinador del nuevo vehículo, donándonos caliper de un ATV 250cc (Figura 20), los cuales se utilizaron las piezas nuevas. También nos brindaron repuestos de balatas, las cuales se reemplazaron de 2 caliper que se decidió reutilizar por tener una orientación para la masa (derecha e izquierda).



Figura 20. Caliper doble pistón Italika.

6.2.2. Masa

Las masas se reutilizaron del vehículo Baja SAE 2017, se les realizó únicamente mantenimiento a las mismas y se engrasaron los baleros. Las masas delanteras pertenecen a una Yamaha Warrior 350cc, ya que por sus características eran de peso reducido y se podían utilizar en la suspensión propuesta, estas permitían mantener en la parte interna del rin el disco de frenado y el caliper. Las masas traseras son de Polaris Sportsman 500cc HO (Figura 21), las cuales por ser de aluminio fundido mantienen bajo peso en el sistema, de igual modo permiten mantener en la parte interna del rin el conjunto del frenos, las juntas homocinéticas se acoplan a la perfección a estas masas, con lo cual permitió mantener suspensión independiente en la parte trasera del vehículo.



Figura 21. Masa trasera.

6.2.3. Cilindros maestros

Se decidió continuar con el uso de cilindros maestros de un VW Sedan (Figura 22), ya que este no utiliza booster, y las líneas de freno con las adaptaciones especiales eran compatibles. Se realizó el reemplazo de un cilindro ya que presentaba fugas internas y se cambiaron los empaques hacia los depósitos ya que los anteriores presentaban fugas y se reemplazaron de igual modo los depósitos ya que presentaban agrietamientos y por ende salida del líquido, éstos fueron de una Italika 250cc.



Figura 22. Montaje de cilindros maestros en soporte.

6.2.4. Discos

Los discos se reutilizaron del vehículo 2017, ya que estos no presentaban un alto grado de desgaste y el área de contacto con las pastillas permitían una suficiente área para el frenado correcto. A estos se les realizó limpieza y se asentaron para garantizar un buen frenado. Los discos delanteros pertenecen a una Yamaha Warrior 350cc (Figura 23) y los traseros pertenecen a una Italika 250cc.



Figura 23. Disco de frenado perforado.

6.2.5. Pedal

Se realizó la manufactura de 2 pedales de freno (Figura 24) con placa de acero de $\frac{1}{4}$ " estos tienen como función generar el brazo de palanca necesario para empujar el vástago dentro del cilindro maestro y tener la fuerza necesaria para detener el vehículo. Su diseño consistió en tener la mejor ergonomía posible al piloto y poder tener el movimiento necesario para el vástago. Estos tuvieron una limitación de diseño por el espacio de la jaula y la distancia entre cilindros maestros.



Figura 24. Pedales manufacturados.

6.2.6. Líneas de freno

Se utilizó la tubería del vehículo anterior, la tubería rígida a pesar que no se amoldó con la jaula actual, se realizó el calentamiento de la tubería de frenado para poder realizar el desdoble y poder generar los nuevos dobleces para poder proteger y adecuar la misma (Figura 25). Esta se calentó con una pistola de calor en su intensidad máxima (600°C). Se reemplazó un conector ya que presentaba degradado en la rosca de bronce y no permitía un sellado correcto al cilindro maestro.



Figura 25. Líneas rígidas y flexibles montadas en jaula.

6.2.7. Ruedas

Se realizó la compra de 4 rines de aluminio marca ITP Hurricane, ya que estos se adaptaron a la barrenación requerida para el conjunto de masas traseras y delanteras, de igual modo el material redujo el peso considerablemente. Se adquirieron 4 neumáticos marca Epsilon, tipo All terrain, estos se seleccionaron para garantizar un buen contacto con el suelo en distintos tipos de terreno, de igual modo se utilizó los neumáticos de menor ancho en su tipo para mantener el bajo peso del sistema (Figura 26).



Figura 26. Juego de llantas y rines.

6.2.8. Línea de transmisión

Al utilizar las mismas juntas homocinéticas por su compatibilidad con las masas, se decidió seguir utilizando el mismo sistema de transmisión de eje cardan. Ya que la espiga se había manufacturado especialmente para el estriado interno de la junta homocinética (Figura 27). En su parte exterior cuenta con un estriado más robusto el cual permitía el deslizamiento con el conjunto del eje cardan. El eje cardan se analizó y se realizaron simulaciones con las nuevas dinámicas del vehículo, este al ser idóneo para continuar en funcionamiento se realizó el corte y soldado del mismo a las nuevas dimensiones requeridas.



Figura 27. Junta homocinética reparada, estriado requerido.

6.2.9. Conexión de salida de potencia

Se reutilizó el nudo del eje cardan, se realizó el reemplazo de una cruceta que se encontró dañada. Los yugos (Figura 28) se tornearon para poder introducir el cople estriado del diferencial, este se machueleó para evitar deslizamientos con el cople y la flecha.



Figura 28. Yugo.

6.3. Montaje de Masas

El montaje de las masas (Figura 29) es la parte del sistema donde se conecta las masas suspendidas con las no suspendidas, esta interactúa con la unión de la estructura con el piso a través del sistema de suspensión. Con este sistema también permite que la salida de la potencia transmita el movimiento al piso a través de los neumáticos. De igual modo, en el sistema va montado el sistema de frenado del vehículo Baja SAE 2018.

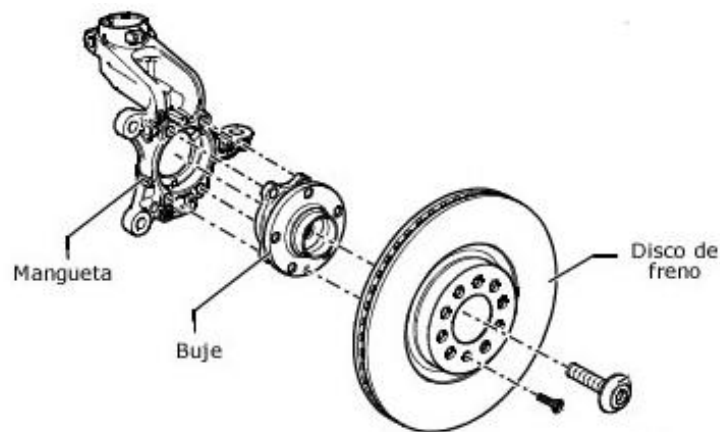


Figura 29. Componentes de masas.

La mangueta es la parte fija que se une con suspensión y dirección, esta parte únicamente se realizó la limpieza y engrasado de los baleros, se montan los soportes de los caliper.

El buje es la parte que tiene movimiento, este descansa en el interior de la masa sobre los baleros para permitir la rotación, en este va montado el disco de frenado y los birlos para la sujeción de la llanta.

La selección del tipo de rin se indicó en la sección 6.2.7, sin embargo no se tomó en consideración el largo de los birlos (Figura 30) y la conicidad del mismo, por lo cual no se encontró una tuerca cónica comercial, la herramienta (dados) no permitían el uso de otro tipo de tuercas cónicas y un par de birlos tenían daño en su cuerda; por lo cual nos dimos a la tarea de realizar la búsqueda tanto en refaccionarias, casas del tornillo y diversos lugares comerciales birlos compatibles con el estriado de las mismas y las longitudes; estos no se consiguieron ni en producto original de reemplazo.



Figura 30. Rin con birlo original.

Se procedió al retiro de los birlos y en su reemplazo se colocaron tornillos de grado 8 (Figura 31), lo suficientemente largos para poder manipular la tuerca desde el exterior. Los tornillos al no tener un estriado en su circunferencia permitían el patinamiento, lo cual no permitiría tener un buen apriete de las llantas. Para solucionar esto se decidió ingresar cuñas entre la cara del tronillo y el interior de los barrenos, se ingresaron con apoyo del tornillo de banco y de la prensa hidráulica.



Figura 31. Reemplazo de birlos.

Para solucionar la parte de la profundidad del rin, se realizaron unos espaciadores cónicos con acero 1045 de un diámetro de $\frac{3}{4}$ ". Estos se manufacturaron en la universidad en el torno. Con esto el sistema no presentó ninguna falla y funcionó de manera óptima.

6.4. Ensamble de Frenos

6.4.1. Preparación de montaje.

El montaje del sistema de frenos inició con la colocación del soporte de cilindros maestros, este se reutilizó del vehículo Baja SAE 2017 realizando varias modificaciones al mismo, ya que la posición de los cilindros se roto 180° sobre su horizontal quedando el vástago al frente de este, por la limitación del espacio por la jaula antivuelco manufacturada, de igual modo con esto se redujo el material para la reducción del peso. Se montó una tubería en forma de "V" en la nariz de la jaula hacia la parte interior de la misma para poder fijar dicho soporte.



Figura 32. Montaje de cilindros a soporte.

Se manufacturó un juego de pedales (Figura 33) con placa de acero de $\frac{1}{4}$ ", el cual se le dio una geometría para una mejor comodidad al piloto y también poder ejercer la fuerza necesaria en el cilindro maestro sin tanto esfuerzo de la pierna del conductor. Los pedales compartieron la misma geometría en su parte del brazo, sin embargo la zona de pisado se realizaron 2 formas distintas, el pedal izquierdo fue de una anchura mayor que el derecho, con esto el derecho descansaría en el otro para que al presionarse, jalara el pedal izquierdo, el izquierdo operaría de modo independiente de ser requerido. Del mismo modo se manufacturó un juego de eslabones para el mecanismo del sistema y un juego de vástagos que de un extremo ingresan en el cilindro y el otro se conecta al eslabón.



Figura 33. Instalación de doble pedal de freno.

Se instaló el soporte de los pedales, este se fijó en una altura menor a los cilindros maestros, por la geometría y la limitante de espacio, se identificó la altura ideal para poder ejercer un mejor punto de pivote para aumentar la fuerza del pedal en el vástago.

La manufactura de los soportes de los caliper se realizó con placa de $\frac{1}{4}$ " de acero, esta se dio la geometría necesaria para que la balata tuviera la mayor área de contacto con el disco de frenado.

6.4.2. Instalación de Sistema de frenado.

Ya con los soportes manufacturados se montaron los cilindros maestros en su base, posteriormente se montaron los pedales, el vástago y los eslabones.

Ya montado los cilindros, se instalaron los depósitos de líquido de freno, se utilizó manguera de frenos para unir el depósito con el cilindro maestro, esta fue de 20cm aproximadamente para evitar que la flexión de la misma provocara deformación en el sello de dicho cilindro y evitar fugas. Ya montados se manufacturó un soporte para evitar el libre movimiento de los depósitos.

Las líneas de freno se utilizaron del vehículo Baja SAE 2017, estas presentaban dobleces acorde a la jaula anterior, por lo cual se realizó el calentamiento de las líneas con una pistola de calor para poder quitar dicha geometría y evitar riesgos de fracturas. Del mismo modo se calentó la tubería en las zonas de los nuevo dobleces para acoplarla a la nueva estructura. Se conectó a los cilindros maestros y posteriormente se dejó la instalación preparada para los caliper. La configuración de montaje para las líneas que se utilizó, es que el cilindro maestro izquierdo controla las llantas delanteras y el derecho las llantas traseras.

Los caliper se montaron en sus soportes y dichos soportes a las masas del vehículo. A estos se conectó las líneas flexibles de frenado.

El sistema debe contar con un sensor de presión, el cual active el foco de stop cuando este activo el sistema, estos se conectaron directo al cilindro maestro en la parte trasera del mismo, cuenta con bulbo de 2 terminales de VW Sedan (Figura 34), uno de ellos se tuvo que reemplazar ya que contaban con fallas

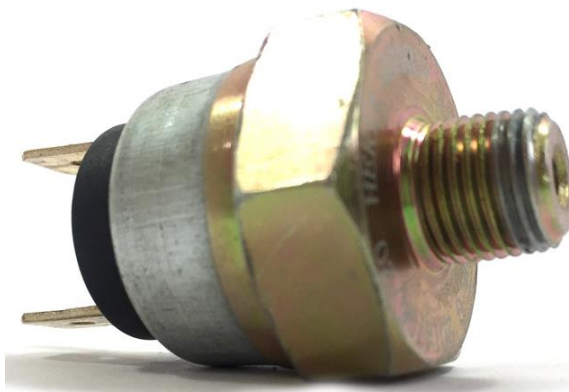


Figura 34. Sensor de presión de cilindro maestro VW Sedan.

6.4.2.1. Línea de freno

La línea de freno se reutilizo del vehículo Baja SAE 2017 como anteriormente se indica, está formada por una parte rígida y una parte flexible.

Las líneas rígidas de un extremo llevan un avellanado doble(Figura 35) el cual permite el sellado de la línea con el cilindro maestro, en esta se conecta tuercas de latón de 3/16" (Figura 36) con la que se realiza la unión del sistema.



Figura 35. Línea con avellanado doble.



Figura 36. Unión 3/16".

En el otro extremo de la línea se utilizó una unión 3/16" de cuerda estándar, con esta se encuentran unidas las líneas rígidas con las líneas flexibles, son de asiento invertido (Figura 37) que permiten la desconexión de las líneas sin tener que retirarlas directo de los cilindros maestros.



Figura 37. Unión 3/16" de asiento invertido.

En la línea flexible se encuentran montados los banjos (Figura 38) para cada salida de caliper, estas cuentan con soldadura de plata anteriormente realizada para garantizar la seguridad del sistema y evitar fugas en las conexiones.



Figura 38. Juego de banjos con distintos ángulos.



Figura 39. Tornillo hueco de unión de banjo con caliper.

6.4.3. Purgado de sistema de frenos.

Ya montado el sistema, se realiza el purgado del mismo, esto se requiere para eliminar todo el aire del sistema, ya que el líquido al considerarse incompresible permite aplicar la fuerza sobre los pistones de los caliper, también al existir alguna burbuja de aire este produce efectos negativos en el sistema como la reducción de la resistencia a la compresión del fluido dando como resultado un efecto de operación esponjosa y una pobre respuesta del sistema, por lo tanto se reduce su eficiencia.

Para realizar el purgado se realiza primero el llenado de los depósitos con líquido de frenos (DOT 3 o superior) (Figura 40) ya que es el más común y económico, pero debido a que absorbe el agua con facilidad, pierde más rápido sus propiedades y facilita la corrosión en el sistema de frenos. Tiene un punto de ebullición seco de 205°C, su punto de ebullición húmedo es de 140°C.



Figura 40. Líquido de frenos.

Teniendo los depósitos llenos, se realiza el bombeo del pedal alrededor de 15 a 20 veces, esto se debe realizar de manera suave y a fondo, para evitar que se generen burbujas en el cilindro maestro. Teniendo esto listo se coloca una manguera de purga o tipo pecera en los purgadores de los caliper (Figura 41), se tiene que empezar con el caliper más alejado, con una llave estriada de 8mm se realiza la apertura del mismo. Este procedimiento consiste en realizar el bombeo del pedal 5 veces, mantener el pedal a fondo abrir la válvula, de inmediato se va el pedal al fondo y cerrar esta. Esta operación se realiza varias veces hasta observar que el líquido sale sin burbujas y con fuerza. Se debe que realizar para los 4 caliper del sistema. En esta operación se tiene que tener cuidado de siempre tener lleno el depósito para evitar que ingrese nuevamente aire, de igual modo evitar el contacto del líquido con las manos y con otros componentes ya que este al ser abrasivo puede causar irritación en las manos y oxidación en los componentes del vehículo. Una vez concluido esto se percibe el pedal con mayor dureza al activarse.



Figura 41. Purgador de caliper.

6.5. Línea de Transmisión

En la instalación de la línea de transmisión se reutilizaron los componentes del vehículo Baja SAE 2017. Se realizó la simulación de los nuevos esfuerzos y fuerzas del sistema para garantizar la resistencia de la misma.

El sistema de potencia nos entregó la salida con un eje estriado de 1" y 21 dientes, en el cual no se consiguió un yugo con estas características, por lo cual se utilizaron los coples universales que incluyo el diferencial, estos son unos cilindros con un estriado tipo hembra que se acoplaron directo a la flecha de salida.

Los yugos de igual modo se reutilizaron del vehículo anterior, se mandó a torneear el diámetro interno de 2 de ellos para poder recibir el cople teniendo un apriete mediano. Ya teniendo las piezas listas, se realizó el barrenado en la circunferencia exterior de este llegando al cople con una mínima profundidad.

Con un machuelo se realizó la cuerda en las barrenaciones del yugo. Se colocaron prisioneros para evitar el deslizamiento rotacional entre el yugo y el cople.



Figura 42. Yugo y cople montado a la salida del diferencial.

Al reutilizar los ejes cardan del vehículo, se tuvo que realizar la adaptación requerida para el mismo, esto consistió en reducir su longitud a 27cm cada uno para permitir el deslizamiento de la espiga de la junta homocinética con el eje. Este movimiento debe ser lineal ya que la distancia de la junta homocinética al diferencial cambia respecto al movimiento lineal de la suspensión trasera. Se midió la posición máxima en su ángulo máximo de la suspensión y del mismo modo en un ángulo de 0° respecto a la horizontal se midió el mínimo. Con estos valores permitió dar el valor óptimo de la longitud. Se llevó el eje a la empresa Cromoduro a realizar esta operación para que se pudiera tener una soldadura resistente y con buena calidad (Figura 43).



Figura 43. Ejes cardán recortados.

Con los ejes listos se realizó la limpieza y engrasado de una cruceta y el reemplazo de otra ya que se encontró dañada como anteriormente se mencionó. Se montó en el yugo del eje y el del cople. Este elemento mecánico por tener movimiento rotacional, en reglamento de Baja SAE 2018 tiene que estar cubierto, en el cual se empleó un cubre polvo de dirección de Toyota Tacoma (Figura 44).

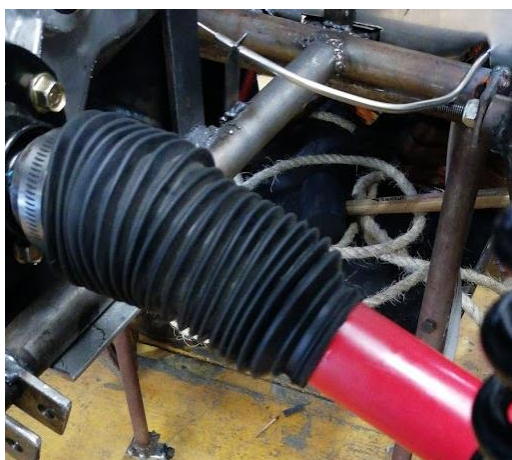


Figura 44. Cubre polvo en nudo de eje.

Se llevó a reconstruir una junta homocinética que había sufrido ruptura en la jaula por los esfuerzos que recibió en el vehículo anterior, ya que estas están diseñadas para poder soportar un ángulo máximo de 45° entre la horizontal y la espiga. Del mismo modo se realizó la limpieza y engrasado de ambas. Se utilizó grasa especial para junta homocinética (Figura 45), se ingresó la espiga asegurándola con un “c” clip y colocando un cubre polvo universal.



Figura 45. Grasa para junta homocinética.

Se montó la junta homocinética a la masa que previamente se había realizado su limpieza y engrasado, se utilizó una tuerca tipo corona y se colocó las chavetas de aleta para seguridad del sistema (Figura 46).



Figura 46. Junta homocinética.

Ya montado, se insertó la espiga al eje cardan y se colocó el otro extremo del cople a la salida del diferencial, se realizó el apriete de los prisioneros y se engrasó la espiga por los orificios del eje.

6.6. Desarrollo de cálculos para el sistema de frenos

Los datos fueron obtenidos mediante la geometría de la jaula, características de elementos previamente seleccionados para la construcción del vehículo, también se tomaron en cuenta algunas características del vehículo Baja SAE 2017 como lo fue la velocidad ya que esta no se podía conocer antes de la construcción del vehículo. La masa del vehículo es supuesta con el piloto arriba. Se requirió del uso del software Inventor Autodesk 2017.

Tabla 1. Datos para el análisis de frenado.

Concepto	Cantidad	Unidad
Masa soportada por el eje delantero	95	kg
Masa soportada por el eje trasero	205	kg
Masa del vehículo	300	kg
Distancia entre ejes	1400	mm
Coeficiente de fricción del neumático	0.9	
Gravedad	9.81	m/s ²
Radio del neumático delantero	0.3175	m
radio del neumático trasero	0.3175	m
Fuerza aplicada en el pedal	300	N
Diámetro del pistón de la bomba	20.6	mm
Área del pistón del caliper	500.4	mm ²
Coeficiente de fricción de la pastilla	0.41	
Radio efectivo de los discos	0.07	m
Altura del centro de gravedad	500	mm
numero de pistones	2	
Velocidad	30	km/h

Con los datos de la tabla anterior se prosiguió con el desarrollo del análisis dinámico el cual se presenta continuación.

Distribución de pesos estáticos

$$\text{Eje delantero} = \frac{P_d}{P} * 100$$

$$\text{Eje delantero} = \frac{95 \text{ kg}}{300 \text{ kg}} * 100 = 31.666\%$$

$$\text{Eje trasero} = \frac{P_t}{P} * 100$$

$$\text{Eje trasero} = \frac{205 \text{ kg}}{300 \text{ kg}} * 100 = 68.333\%$$

Distancia del Centro de gravedad al eje

$$CG_{dx} = \frac{P_t}{P} * l$$

$$CG_{dx} = \frac{205 \text{ kg}}{300 \text{ kg}} * 1400 \text{ mm} = 956.666 \text{ mm}$$

$$CG_{tx} = \frac{P_d}{P} * l$$

$$CG_{tx} = \frac{95 \text{ kg}}{300 \text{ kg}} * 1400 \text{ mm} = 443.333 \text{ mm}$$

Efectos de frenada sobre el vehículo

Transferencia de carga del eje delantero al trasero

$$TP = \left(\frac{a_v}{g} \right) * \left(\frac{h}{l} \right) * P$$

$$TP = \left(\frac{0.9 * 9.81 \text{ m/s}^2}{9.81 \text{ m/s}^2} \right) * \left(\frac{500 \text{ mm}}{1400 \text{ mm}} \right) * (300 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2) = 945.964 \text{ N}$$

Peso en los ejes durante la frenada

$$P_{dfreno} = P_d + TP$$

$$P_{dfreno} = (95 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2) + 945.964 \text{ N} = 1877.914 \text{ N}$$

$$P_{tfreno} = P_t - TP$$

$$P_{tfreno} = (205 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2) - 945.964 \text{ N} = 1065.08 \text{ N}$$

Efectos de la transferencia de pesos sobre las ruedas

Fuerza de frenado

$$F_{fd} = \mu * P_d$$

$$F_{fd} = 0.9 * 1877.914 \text{ N} = 1690.122 \text{ N}$$

$$F_{ft} = \mu * P_t$$

$$F_{ft} = 0.9 * 1065.085 \text{ N} = 958.577 \text{ N}$$

$$F_{\max} = F_{fd} + F_{ft}$$

$$F_{\max} = 1690.122 \text{ N} + 958.577 \text{ N} = 2648.7 \text{ N}$$

Desaceleración máxima

$$a_x = \frac{F_{\max}}{m_v}$$

$$a_x = \frac{2648.7 \text{ N}}{300 \text{ kg}} = 8.829 \text{ m/s}^2$$

Par generado por el sistema en las ruedas

$$N_{delantera} = F_{fd} * R_{rueda}$$

$$N_{delantera} = 1690.122 \text{ N} * 0.3175 \text{ m} = 536.614 \text{ Nm}$$

$$N_{trasera} = F_{ft} * R_{rueda}$$

$$N_{trasera} = 958.577 \text{ N} * 0.3175 \text{ m} = 304.348 \text{ Nm}$$

Fuerza que reciben las bombas

$$F_{bomba} = F_{pedal} * RT_{pedal}$$

$$F_{bomba} = 300 \text{ N} * 5 = 1500 \text{ N}$$

Distribución de presiones generadas por las bombas

$$P_{bombas} = \frac{F_{bomba}}{A_{piston,b}}$$

$$P_{bombas} = \frac{4 * 1500 \text{ N}}{\pi * (20.6 \text{ mm})^2} = 4.5 \text{ N/mm}^2$$

Fuerza generada en cada caliper

$$F_{caliper} = n_{pistones} * P_{pistón} * A_{pistó,caliper}$$

$$F_{caliper} = 2 * 4.500 \text{ N/mm}^2 * 500.4 \text{ mm}^2 = 4504.164 \text{ N}$$

Fuerza de fricción disco-pastilla

$$F_{fricción} = F_{caliper} * \mu_{pastillas}$$

$$F_{fricción} = 4504.164 \text{ N} * 0.41 = 1846.707 \text{ N}$$

Pares y fuerzas de frenado

$$Par_{disco-pastilla} = 2 * F_{fricción} * R_{efectivo, disco}$$

$$Par_{disco-pastilla} = 2 * 1846.707 \text{ N} * 0.07 \text{ m} = 258.539 \text{ Nm}$$

$$F_{rueda} = \frac{Par_{disco-pastilla}}{R_{neumático}}$$

$$F_{rueda} = \frac{258.539 \text{ Nm}}{0.3175 \text{ m}} = 814.296 \text{ N}$$

$$F_{total} = 4 * F_{rueda}$$

$$F_{total} = 4 * 814.296 \text{ N} = 3257.184 \text{ N}$$

Desaceleración del vehículo

$$a_v = \frac{F_{total}}{m_v}$$

$$a_v = \frac{3257.184 \text{ N}}{300 \text{ kg}} = 10.857 \text{ m/s}^2$$

Distancia de frenado

$$D_f = \frac{V_v^2}{2 * a_v}$$

$$D_f = \frac{(8.333 \text{ m/s})^2}{2 * 10} = 3.198 \text{ m}$$

6.7. Análisis cinemático del mecanismo del sistema de frenos

Se realizó el análisis cinemático del conjunto del pedal, eslabón y vástago para su correcto funcionamiento. Donde la aceleración positiva en la salida confirma el correcto funcionamiento del mecanismo (Figura 12). El análisis se hizo conforme a las ecuaciones de las secciones 5.5.2, 5.5.3 y 5.5.4 de este reporte, las cuales fueron puestas en una hoja de Excel. La interpretación de los resultados también de muestra al final de las secciones ya mencionadas.

Tabla 2. Análisis del mecanismo de accionamiento de frenos.

MANIVELA CORREDERA - ECUACIONES (v 1.2)										
Datos de entrada					Resultados					
r1	50.213	mm	G	0.0000	θ_3	-178.8855	°			
r2	55.104	mm	H	80.6147	ω_3	-3.6730	rad/s	-35.0748	rpm	
r3	80.614	mm	I	1.5680	α_3	-579.1534	rad/s ²			
θ_1	90.000	°								
θ_2	110	°	J	1.0000	r4	99.4462	mm			
* θ_4	180	°	K	-37.6935	V4	819.1335	mm/s			
ω_2	150.000	rpm	L	-6141.0714	A4	88376.3105	mm/s ²			
α_2	1800.000	rad/s ²								
* Conf.	ABIERTA				V4	819.1335	u.l./s			
					$\theta V4$	180.0000	°			
					A4	88376.3105	u.l./s ²			
					$\theta A4$	180.0000	°			
rg2	20	u.l.	rg3	40	u.l.					
$\square_2$	0	°	$\square_3$	0	°					
MANIVELA	Ang2	4934.8022		X	1687.8018	Ag2x	-32141.1326			
	$\square \square$ Ang2	290.0000		Y	-4637.1972	Ag2y	-16949.9224			
	Atg2	36000.0000		X	-33828.9343	Ag2	36336.6519			
	$\square$ Atg2	200.0000		Y	-12312.7252	$\square$ Ag2	-152.1947			
ACOPLADOR	Ana	13596.4164		X	4650.2483	Aax	-88555.5699			
	$\square$ Ana	290.0000		Y	-12776.4521	Aay	-46700.5956			
	Ata	99187.5600		X	-93205.8182	Aa	100115.1067			
	$\square$ Ata	200.0000		Y	-33924.1435	$\square$ Aa	-152.1947			
	Ang3a	539.6453		X	539.5432	Ag3ax	88.9463			
	$\square$ Ang3a	1.1145		Y	10.4965	Ag3ay	23172.2480			
	Atg3a	23166.1342		X	-450.5969	Ag3a	23172.4188			
	$\square$ Atg3a	-268.8855		Y	23161.7516	$\square$ Ag3a	89.7801			
						Ag3x	-88466.6236			

							Ag3y	-23528.3476			
							Ag3	91541.9392			
							□ Ag3	-165.1065			
CORREDERA							Ag4x	-88376.3105			
							Ag4y	0.0000			
							Ag4	88376.3105			
							□ Ag4	180			
ING. ROMY PEREZ MORENO											
		Dato del problema									
		Resultados									

7. RESULTADOS



Figura 47. Etiqueta de aprobación de inspección técnica.

La obtención de la estampa anterior se realiza cuando el vehículo cuenta con la aprobación técnica de los jueces basado en las reglas de Baja SAE 2018, en el cual inspeccionan todos los sistemas del vehículo en el caso de masas no suspendidas se evaluaron las normas mencionadas en el capítulo 5.

Section	Rule	TM	TI	TIL	Failed Items	RC
Electrical						
B.10.1.1.3	Any electronic control device for drivetrain, steering, or suspension systems must be powered by a B&S engine alternator.	LO APPROPRIATE	✓	1		
B.10.4.1	Unmodified, Baja SAE approved brake lights only: Polaris 2411450, Polaris 2411099, Polaris 2411092-432, Haul Master 93263, Command 003-6018R, Command 003-6016	NO APPROPRIATE	✓	1		
B.10.4.1	It must be minimum 1000 mm (39.4 in) from ground, and clearly visible in daylight when on. Light shall be completely extinguished when brakes are not actuated.	LO	✓	1		
B.10.4.1	Each independent brake circuit must be equipped with a hydraulic pressure switch. Actuation of any one circuit or combination of any circuits shall turn the brake light on.	LO	✓	1		
B.10.4.2	Cars with reverse must have reverse light (SAE "R") of LED design and alarm mounted at min 700 mm (27.6 in) from the ground and aft of the RRH/firewall.	LO	✓	1		
B.10.3	Each vehicle must be equipped with two (2) <u>easily actuated</u> kill switches turning off the ignition. The Kill switch must not de-energize the Brake Light(s). (Note: Kill switches do not need to cut power to other electronics.)	LO	✓	1		
B.10.3.2	Kill switch is a: Ski-Doo 01-171, 27-0124, 27-0152, or Polaris 4013381	LO	✓	1		
B.10.3.3	One switch must be located on the driver's right side of the vehicle, on a <u>panel perpendicular (+/- 15°) to the firewall</u> , no more than 178 mm (7 in) from the top of the roll cage. Kill switch fasteners shall meet rule B.12	LO	✓	1		
B.10.2	Kill switch wiring must be sealed, protected or securely attached to the frame to prevent the wires from being entangled with the driver or obstacles.	LO	✓	2		
B.10.4.1	Reverse and brake lights shall remain effective at all times. No cut-out or disabling switches are permitted.	LO	✓	2		
B.10.1.1	The batteries must be sealed and not leak in the event of a roll over. The mounting must prevent the battery from coming loose during a roll over. Terminals shall be independently insulated/separated to prevent a short.	LO	✓	2		
B.10.5 B.10.6	Any and all data acquisition, instrumentation, or event recorder systems shall be noted in the cost report per B.10.5 or B.10.6	LO	✓	2		

Figura 48. Reglas para el sistema eléctrico.

Section	Rule	TM	TI	TIL	Failed Items	RC
Brakes						
B.7.1.1	Vehicle must have two independent brake circuits and separate reservoirs.	LO	/	1		
B.7.1.2	Outboard or inboard brakes are permitted, and must operate through the drive axle. Braking on an intermediate stage is prohibited.	LO	/	1		
B.7.1.4	Brake lines shall be routed to prevent abrasion, pinching, tension, and fatigue for all suspension and steering positions. Brake lines must also not fall below any portion of the vehicle to be exposed to the terrain. Plastic brake lines are prohibited.	LO	/	2		
B.7.1.3	"Cutting brakes" are permitted provided section B.7.1 is satisfied.	LO	/	2		
Identification						
B.13.2.1	All vehicles must have a MYLAPS MX transponder. Classic, Flex, and X2 only.		N/A	1		
B.13.2.3.2	Transponder must be mounted on driver's right side forward of the seat and within 610 mm (24 in) of the ground. The transponder must be oriented properly and have unobstructed line to the ground and must be protected from obstacles.		/	1		
B.13.3	Each vehicle must have three raised numbers, 203 mm (8 in) tall, 12.7 mm (0.5 in) high off a contrasting background; two must be affixed to the upper side of the frame, behind the RRH. They must be in the vertical plane on the side of the car (typically between the RRH and FAB _{UP}). One must face forward, but placement is open.	LO		1	NO CLS65 A B DE ALTO	/
B.13.3.2.2	One number shall be visible from the front of the vehicle. Numbers mounted above the SIM shall be less than or equal to 45° from vertical. Numbers mounted below the SIM shall be less than or equal to 15° from vertical.	LO	/	1		
Miscellaneous						
B.11.2	Front hitch is tubular, Max OD 1.25 in, Min OD 1.00 in. Vertical location between LFS and SIM. Minimum envelope for hook is 2.00 in longitudinally, and 8.00 in laterally. The hitch go/no-go gauge must freely pass through the hitch envelope.	ISF	/	1		
B.11.3	Rear hitch is plate-style, 0.125 to 0.375 in thick, Hole diameter is 1.0 in to 1.25 in. 1.0 in max edge distance. Minimum attachment width, 3.0 in.	ISF	/	1		
B.2.6.1	Hydraulic power systems must be properly shielded and documentation of the shielding made available for review by the National Technical Inspectors.	NO Shielding	N/A	2		
B.8.4	Front or mid-engine cars must meet specification B.8.4		/	2		
B.2.7.13.1	Engine remains in stock condition. Check muffler and exhaust for compliance.		/	2		
A.3.4	The technical inspectors can require any modification at their discretion.		N/A	2		

PRINT SINGLE SIDED AND HORIZONTAL - DO NOT STAPLE Vehicle Number: _____

04/28/2018 Rev B Page 11 of 12

Figura 49. Reglas para el sistema de frenos.

Las imágenes anteriores muestran los requerimientos que fueron evaluados durante la inspección técnica para el sistema de masas no suspendidas, todos se cumplieron satisfactoriamente.



Figura 50. Etiqueta de aprobación de frenos.

Ya superada la inspección técnica se realiza la prueba de frenado la cual consiste en recorrer la pista de prueba en línea recta a máxima potencia y frenar a fondo después de que las llantas traseras cruzan los conos de señalización, esta se aprueba cuando los cuatro neumáticos se amarran simultáneamente hasta detener el vehículo. Al obtener esta etiqueta se tiene autorización para circular con el vehículo y realizar las distintas pruebas de la competencia.

			Static Events			TOTAL	TOTAL	Dynamic Events											Overall Score
	First Place	Second Place	Overall rank	Design	Cost	Sales	static	dynamic	Acceleration	Pendiente	Maneuverability	Rock Crawl	Mud Bog	Suspension	Endurance	Penalties			
Car numbr	University Name	University Name		evaluation	report	presentation	static	dynamic	n	pts	pts	pts	pts	pts	pts	pts	pts		
2	ITESM Querétaro		1	118	30	45.3	193.3	340.9	69	57	63	61	32.1	59	400.00	10	924		
26	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez		2	149	60	46.8	255.8	287.2	75	68	0	64	30.5	50	385.71	30	899		
3	Universidad De La Salle Bajío		3	131	58	28.3	217.1	371.4	73	62	64	64	32.5	75	385.71	85	889		
7	ITESM Saltillo		4	67	14	35.3	116.3	413.5	70	75	73	75	75.0	46	357.14	10	877		
6	Universidad Autónoma del Estado de México		5	106	83	47.0	236.3	243.3	49	36	25	61	26.7	46	357.14		837		
9	Instituto Tecnológico de Querétaro		6	119	99	37.3	255.3	282.1	41	42	75	9	62.7	52	300.00	10	827		
1	Universidad De La Salle Bajío		7	115	46	39.3	200.8	316.8	67	51	44	62	34.5	57	357.14	85	790		
4	Universidad De La Salle México		8	143	86	34.5	263.5	158.3	52	41	0	20	0.0	45	357.14		779		
15	Instituto Tecnológico de Toluca		9	114	50	44.0	208.0	250.4	51	22	13	55	43.6	65	300.00	20	738		
25	Universidad Panamericana Campus México		10	95	78	43.8	216.5	188.3	51	26	0	85	28.9	17	228.57		633		
13	CEDIG 2		11	51	14	31.3	96.3	252.1	54	40	0	63	63.3	32	357.14	75	630		
12	CEDIG 1		12	49	14	41.5	104.5	204.9	48	31	0	58	31.9	37	314.29		624		
18	Universidad De La Salle México 2		13	119	14	43.0	176.0	158.6	51	27	13	87	0.0	0	228.57		563		
14	IPN UPIITA		14	103	0	39.3	142.3	172.4	56	16	0	9	32.1	59	171.43		486		
16	UPAEP		15	97	15	40.8	152.8	163.1	40	14	0	62	29.0	18	142.86		459		
34	Universidad Anáhuac		16	0	0	40.3	40.3	181.4	57	46	36	8	33.6	0	200.00		422		
5	ITESM Toluca		17	40	13	31.5	84.5	131.2	43	14	0	8	15.6	50	185.71	10	391		
23	IPN UPIIG		18	6	0	34.3	40.3	69.4	42	0	0	0	0.0	27	242.86		352		
17	Universidad Nacional Autónoma de México		19	110	14	41.0	165.0	142.0	26	15	9	56	31.5	6	28.57		336		
11	Universidad Autónoma Metropolitana		20	102	0	41.8	143.8	10.3	2	0	0	8	0.0	0	71.43		225		
21	Univer Milenium		21	50	0	22.3	72.3	71.8	25	21	0	0	25.2	0	71.43		215		
28	UAQ		22	43	0	0.0	43.0	56.0	0	6	0	22	27.2	0	114.29		212		
20	ITESM Chihuahua		23	57	0	5.0	62.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	85.71		148		
29	ITESM Monterrey		24	69	14	41.8	124.8	6.9	0	0	0	7	0.0	0	0.00		132		
31	ESIME Azzapotzalco		25	60	0	38.8	98.8	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0.00		99		
22	CEDVA Morelia		26	27	0	0.0	27.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	57.14		84		
19	ESIME Culhuacan		27	0	0	35.5	35.5	0.0	0	0	0	0	0.0	0	42.86		78		
30	ITESM Morelia		28	0	0	31.3	31.3	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0.00		31		
27	ITESM Guadalajara		29	5	14	0.0	19.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0.00		19		
8	CEDVA Tlanepantla		30	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0.00		0		
10	ITESM Querétaro 2		31	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0.00		0		
24	UPSRJ		32	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0.00		0		
32	ITESM CCM		33	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0.00		0		
33	Tec Milenim		34	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0	0.00		0		

Figura 51. Tabla de posiciones.

En la figura de arriba se muestra el puntaje final y posición que obtuvo al finalizar la competencia, también muestra los puntajes obtenidos en las diferentes pruebas que se realizaron. Como se puede observar el equipo escuadrón UAM se posiciono en el lugar número 20.

7.1. Costos de componentes.

El costo del sistema de masas no suspendidas del vehículo Baja SAE 2018 se calculó con las piezas adquiridas, piezas donadas y reutilizadas del vehículo anterior. Así también como consumibles y material para la manufactura de algunas piezas como se ha descrito anteriormente. En las siguientes tablas se encuentra un reporte de las piezas principales y sus costos, las cuales se encuentran en moneda nacional. Los costos no incluyen el cálculo de mano de obra, desgaste de máquinas y herramientas, solo únicamente la parte descrita.

Tabla 3 Costos de piezas de montaje.

Pieza	Cantidad de piezas	Costo unitario (\$)	Monto (\$)
Crucetas	2	290.00	500.00
Discos de corte	10	34.16	341.60
Llantas	4	1,485.00	5,940.00
Rines	4	2,205.00	8,820.00
Líquido de frenos	3	89.90	269.70
Goma de bombas de frenos	3	20.00	60.00
Grasa	1	34.40	34.40
Bombas de Frenos	2	349.90	699.80
Barra de acero 1045	1	287.83	287.83
Bulbo de freno	2	66.00	132.00
Silicón negro	1	46.00	46.00
Tornillos masas traseras	8	9.60	76.80
Tornillos masas delanteras	8	14.35	114.80
Tuercas Birlos Traseros	8	2.32	18.56
Tuercas Birlos Delanteros	8	3.16	25.28
Cubre polvos (Homocinéticas)	2	120.00	240.00
Abrazaderas	4	18.00	72.00
Cubre polvos (nudo)	2	45.00	90.00
Tornillos prisioneros	6	4.00	24.00
Caliper	4	1,133.00	4,532.00
Depósitos de liquido	2	74.00	148.00
Masas Polaris	2	5,114.00	10,228.00
Masas Yamaha	2	1,651.23	3,302.46
Discos traseros	2	812.00	1,624.00
Discos delanteros	2	347.43	694.86
Líneas de frenos	1	2,211.00	2,211.00
Manguera flexible	2	382.29	764.58
Conectores a bomba	4	92.80	371.20

Pieza	Cantidad de piezas	Costo unitario (\$)	Monto (\$)
Conectores unión	4	110.00	440.00
Juntas homocinéticas	2	2,700.00	5,400.00
Balatas	8	48.00	384.00
Banjos	4	400.00	1,600.00
Tornillo de banjo	4	64.00	256.00
tornillos 10 mm	6	10.00	60.00
Chaveta	4	2.50	10.00
		Total	49,818.87

Tabla 4 Costos de material para manufactura.

Concepto	Cantidad de piezas	Costo unitario (\$)	Monto (\$)
Reparación de junta homocinética	1	1,856.00	1,856.00
Rectificado de masa trasera	1	125.00	125.00
Rectificado de yugos	2	125.00	250.00
Maquinado de asientos para los tornillos prisioneros en los coples	6	50.00	300.00
Maquinado de espaciadores	20	90.00	1,800.00
Reparación de manguera flexible	1	670.00	670.00
Montaje de llantas	4	50.00	200.00
Reducción de ejes cardan (corte y soldadura)	2	900.00	1,800.00
Manufactura pedal de freno	2	100.00	200.00
Manufacturado soporte bombas	1	100.00	100.00
Soportes de pedal de freno	4	25.00	100.00
Soporte de depósito de freno	1	50.00	50.00
		Total	7,451.00

8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1. Sistema de frenos

Se realizó una adecuada selección de los componentes para el sistema ya que no se presentaron fugas en el sistema, además, los elementos funcionaron de manera adecuada cumpliendo con cada una de las funciones que se requerían a excepción de la fabricación de uno de los vástagos. En competencia se pudo ver que la distancia de frenado era menor a la que se había calculado.

8.1.1. Pedal

Estos resistieron la fuerza a la que estuvieron sometidos, la relación de amplificación que se seleccionó fue la adecuada ya que el piloto no necesitaba aplicar demasiada fuerza para que el sistema funcionara.

8.1.2. Cilindro maestro

Fueron capaces de generar la presión necesaria para el correcto funcionamiento del sistema, podrían ser sustituidos por bombas de clutch las cuales ayudarían a reducir el peso además estos tendrían una mayor área en el pistón para así reducir aún más la distancia de frenado, adicionalmente, el tipo de cilindro seleccionados no cuentan con refacciones de fácil obtención.

8.1.3. Línea de frenos

No se presentaron fugas de líquido de frenos en ninguna de las uniones que era donde existía mayor riesgo de estas. Las líneas flexibles funcionaron de forma adecuada en todas las partes descubiertas del vehículo resistiendo a todos los posibles daños como golpes de rocas, esfuerzos por los movimientos de las llantas delanteras provocados por la maniobrabilidad. Las líneas rígidas son fáciles de manipular lo cual permitió lograr una adecuada distribución de estas por el vehículo, es importante no hacer dobles con demasiado ángulo para que esto no sea un impedimento para una buena distribución de presión del líquido.

8.1.4. Caliper

La utilización de un caliper con doble pistón fue muy importante porque esto ayudó a que existiera un mejor y mayor rozamiento entre las balatas y el disco, todos trabajaron de una manera adecuada permitiendo una buena frenada.

8.1.5. Discos de freno

Estos funcionaron bien pero es necesario cambiarlos ya que algunos de ellos presentan deformaciones lo cual impide un contacto uniforme con las balatas, siendo esto un factor muy importante para el correcto funcionamiento del sistema y por lo tanto para la sustitución de los mismos.

8.1.6. Vástago

Los vástagos tuvieron problemática comprometiendo todo el sistema de frenado, esto se debió al realizar una extensión de su longitud con material de aporte (soldadura). Estos mantuvieron formas irregulares donde uno de ellos no permitía un regreso óptimo del cilindro maestro necesitando lubricación, esto causó el bloqueo no deseado del eje trasero por lo que el vehículo quedó frenado al inicio de la competencia. El vástago, por pérdida de las propiedades de dureza

del material con la soldadura permitió que el vástago se doblara, lo que provoco que no se aplicara de manera correcta la fuerza en el cilindro maestro, por lo cual no freno de manera óptima, este último se tuvo que reemplazar en competencia para poder calificar.

8.1.7. Depósitos de líquido.

Estos no presentaron mayor problemática, sin embargo al existir mayor número de conexiones en el sistema, aumenta el riesgo de fugas entre las uniones de cada sección. Estos por recomendación deben contar con protección contra golpes.

8.1.8. Eslabón.

El eslabón diseñado y utilizado no genero alguna diferencia en el sistema para el frenado. Sin embargo al utilizarlo se necesitó utilizar una guía para el vástago y este pudiera mantener su movimiento lineal dentro del cilindro maestro. Esta guía debía estar siempre bien lubricada y sin lodo para un funcionamiento óptimo.

8.2. Rines

Para su fijación se tuvieron inconvenientes ya que estos cuentan con conicidad y no existen tuercas de seguridad de este tipo por lo cual fue necesario la fabricación de espaciadores. Al ser rines de aluminio se redujo considerablemente el peso del sistema, funcionaron como se esperaba.

En la competencia se observó que los demás vehículos utilizan rines 10" lo cual reduce aún más el peso y brinda una mayor estabilidad al encontrarse el centro de gravedad más bajo, para esto es necesario hacer un cambio de las masas ya que no existen rines con una barrenación compatible para estas.

8.3. Llantas

Funcionaron de manera adecuada permitiendo un buen agarre en los distintos tipos de terrenos que se presentaron en la competencia, una buena opción sería reducir el tamaño de las llantas por cuestiones de peso para esto es necesario cambiar los rines ya que no hay llantas más pequeñas para el tamaño de rín con el que se cuenta actualmente.



Figura 52. Neumáticos en terracería seca.



Figura 53. Neumáticos en rocas.

8.4. Masas

La masa trasera izquierda presento un daño en una de las cuerdas inferiores donde se sujeta con la horquilla pero en general trabajaron de forma adecuada, en la competencia se pudo ver que las masas principalmente las delanteras no son comerciales si no que son diseñadas y fabricadas por cada uno de los equipos, esto ayuda para reducir considerablemente el radio de giro mejorando la maniobrabilidad en las curvas cerradas lo cual repercute cuando se presentan pruebas de este tipo.



Figura 54. Vehículo en curvas cerradas.

8.5. Tren de potencia

Se tuvo un problema con la sujeción con el diferencial lo que provoco que el eje cardán se saliera en dos ocasiones. Todos los elementos resistieron los esfuerzos a los que estuvieron sometidos, a continuación se describirá el desempeño detallado de cada elemento.

8.5.1 Cople del diferencial

Las fallas que se presentaron fueron en la unión derecha de este con el diferencial, el cople se deslizo hasta salirse completamente del diferencial por lo cual la flecha se cayó y por lo tanto dejo sin transmitirle potencia a la llanta derecha. En esta unión no se esperaban fallas ya que este elemento ya venía incluido con el diferencial, una de las posibles soluciones para este problema es agregar un prisionero entre estos dos y así evitar un deslizamiento entre estas dos piezas.

La unión del yugo con el cople no presento ningún problema los prisioneros que se agregaron funcionaron de manera adecuada permitiendo una buena sujeción entre estos dos.



Figura 55. Yugo y cople del diferencial.

8.5.2 Eje cardan

Este funciono de manera adecuada, transmitió la potencia eficientemente a las llantas, resistió todos los esfuerzos a los que estuvo sometido y no presento ningún daño cuando se cayó durante la competencia.

8.5.3 Junta homocinética

Estos elementos trabajaron de manera eficaz en la transmisión del par torsor saliente del diferencial resistiendo los esfuerzos cortantes provocados por este. Se recomienda hacer un análisis para una junta homocinética menos robusta ya si poder reducir el peso.

8.5.4 Cruceta.

Estos elementos ensamblados en los yugos presentaron un buen desempeño durante las pruebas, resistiendo esfuerzo de corte. La lubricación de estos fue la adecuada evitando así rechinidos por fricción entre sus partes.



Figura 56. Cruceta

8.5.5. Yugo

Dos de estos elementos fueron soldados con arco eléctrico a los ejes cardan y los otros dos fueron ensamblados por medio de tornillos prisioneros a los coplees de diferencial (ver imagen 53) logrando una buena sujeción. Su comportamiento ante la fatiga por esfuerzos fue eficiente.



Figura 57. Yugo soldable con eje.

9. CONCLUSIONES

El equipo de Baja SAE 2018 logró reducir el peso del vehículo con respecto del prototipo 2017; el vehículo cumplió con los requerimientos establecidos por SAE, lo cual permitió la clasificación para la competencia.

Las principales aportaciones de masas no suspendidas en este proyecto fue la implementación de un sistema de frenos con doble actuador, la reducción del ángulo entre la salida de eje axial de la salida del diferencial y la entrada de la junta homocinética, la reducción de peso se logró con el cambio del conjunto llanta y rin principalmente.

Un inconveniente que se tuvo en el sistema de frenos, se debió al vástago del circuito delantero.

El vástago se manufacturó y posteriormente se modificó longitudinalmente, con material de aporte, brindado con soldadura MIG. La falla ocurrió en la unión de los materiales, presentando fatiga, lo cual provocó una deformación por pandeo. La posible causa fue que durante el proceso de modificación los cambios de temperatura provocaron un proceso térmico conocido como recocido, donde el material perdió rigidez volviéndose maleable.

El vástago del circuito trasero por falta de lubricación entre este y la guía, no permitía el deslizamiento de una manera óptima. Lo que ocasionó que el sistema de frenado quedara activo.

Se recomienda maquinar el vástago de una sola pieza o utilizar uno de uso comercial para que este no cuente con ninguna unión en la cual pueda existir alguna fractura o deformación.

Otro inconveniente del sistema de frenado se debió a las fugas en la unión del cilindro maestro con los depósitos de líquido. Esta fuga se originó entre el empaque y el conector. Se corrigió aumentando el diámetro del conector.

Para esto se recomienda utilizar cilindros maestros de clutch, estos cuentan con un depósito de líquido directo para reducir el riesgo de fugas, además que son más ligeros y cuentan con refacciones de así requerirse, ya que las bombas utilizadas cuentan con muy pocas refacciones por lo que se pueden considerar obsoletas.

Es importante hacer un análisis de las masas delanteras en la unión con la dirección, para que estas permitan reducir el ángulo de giro porque esto es de gran ayuda para la maniobrabilidad del vehículo durante la competencia.

También se recomienda revisar las masas traseras, una de estas tiene un desgaste en la cuerda de la unión con la suspensión y esto impide una buena fijación con la horquilla.

En la salida del diferencial con la unión del cople es necesario tener una mejor sujeción para que no genere un deslizamiento axial y este provoque que el eje cardan se salga de su posición original.

La simulación de los ejes cardan contribuyó para el análisis y visualizar su comportamiento con las fuerzas aplicadas. No presentaron ningún tipo de problemáticas durante su funcionamiento, ya que resistieron los esfuerzos de torsión y fatiga a los cuales estuvieron sometidos.

Los caliper funcionaron de manera óptima para el frenado del vehículo, no presentaron ningún tipo de fugas, generaron la fuerza necesaria para detener el vehículo en los distintos tipos de terreno que se presentaron durante la competencia (lodo, rocas, tierra seca, pasto).

Los tornillos que se utilizaron como birlos cumplieron con la función requerida, estos no presentaron ningún tipo de fractura ni juego entre la masa y el rin.

La conicidad de los espaciadores fabricados se desempeñó de manera adecuada al generar una buena sujeción y apriete del conjunto de la masa con el rin.

10. RELATORIA DE COMPETENCIA

El cronograma de actividades de la competencia estuvo compuesto por 4 días. En el primer día los jueces realizaron una inspección rápida sobre el vehículo e hicieron recomendaciones sobre el diseño, en el segundo día se realizó las exposiciones de ventas, costos y diseño, además, se lleva a cabo la calibración del motor y la inspección técnica, durante el tercer día se hicieron las pruebas dinámicas de frenado, aceleración, pendiente, lodo, rocas, maniobrabilidad y suspensión, el cuarto día se lleva a cabo la prueba de endurance y la premiación de la competencia.

El primer día el sistema de masas no suspendidas no tuvo ningún problema ya que la revisión es muy rápida y se centra principalmente en el diseño de la jaula antivuelco.

Durante la inspección técnica y exposición realizada durante la competencia, los jueces realizan una inspección al diseño y a la manufactura de los distintos sistemas. Con esto evalúan la ingeniería y brindan recomendaciones a los distintos sistemas.

En caso del sistema de masas no suspendidas, radicarón las recomendaciones en el sistema de frenos. El cual en el propósito de poder tener un sobreviraje se empleó el bloqueo de las llantas delanteras de manera independiente a las traseras del monoplaza; donde la recomendación realizada fue poder bloquear los neumáticos de manera lateral (derecho e izquierdo).

De igual modo, el mecanismo manufacturado para los pedales, se realizó con el fin que el vástago tuviera un recorrido lineal dentro del cilindro maestro, la recomendación realizada fue que se pudiera activar directo del pedal al vástago, retirando el eslabón. Por lo cual se puede tener en consideración para futuros diseños del sistema.

En la exposición de diseño nuestro equipo sólo se encargó de exponer el sistema de frenos, un solo juez fue el encargado de presenciar nuestra explicación, conforme se va exponiendo el crítico nos va realizando preguntas algunas de las cuales nos realizó fueron ¿Cuál fue la fuerza que se tomó en cuenta para realizar los cálculos? ¿Por qué se decidió utilizar un sistema con doble pedal? las preguntas que se realizan son conforme a lo que se expone y al juez se le ocurre, no existe preguntas que el juez tenga preparadas. En general nos fue bien ya que se respondieron todas las preguntas de forma clara y concisa.

En la prueba de frenado se tuvo problemas con el recorrido del vástago, el cual por su manufactura en varios segmentos sufrió de fatiga en las zonas de soldadura perdiendo rigidez y presentándose pandeo del mismo comprometiendo el sistema; por lo tanto se recomienda utilizar solo una pieza con un lado con tornillo sin fin para poder mantener y ajustar los mismos recorridos de ambos cilindros.

En la prueba de endurance los ejes cardán tuvieron la problemática de deslizamiento, esto se debió a que el cople provisto por el fabricante del diferencial no permite ninguna sujeción con la salida del mismo ya que este está orientado a ser para un eje rígido. Por dicho motivo el eje derecho se salió dos veces durante la competencia para reparar este inconveniente y poder seguir dando vueltas en el circuito se optó por agregar una abrazadera en la espiga para que esta impidiera el recorrido excesivo del eje y no se pudiera salir.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Society of Automotive Engineers, n.d., <http://www.saemexico.org/index.php?id=20>
- [2] Arcea Silva, J. D., Carmona Medina, J., Martinez Sandoval, I.A., Morales Lopez, H. E. y Olín Ramírez, K. M., 2012. "Rediseño y construcción de un prototipo de automóvil monoplaza tipo BAJA SAE" Ph.D. tesis, Universidad Autónoma Metropolitana.
- [3] Franco Marroquín, F., Lemos Samboni, J. I. y Rivera Rodríguez, R., 2018, "Rediseño del sistema de masas no suspendidas para un vehículo para la competencia Baja SAE 2017," Ph.D. tesis, Universidad Autónoma Metropolitana.
- [4] CROUSE H. William. Transmisión y caja de cambios del automóvil, descripción, funcionamiento y conservación. 1ra. Edición castellana, 4ta. Edición americana. Publicaciones Marcombo, S.A. Cap. 20
- [5] Group Eina Digital. (2016). Junta homocinética: ¿Qué es y para qué sirve? Mecánicos"El blog del taller de reparación del automóvil". Recuperado de <http://www.bolgmecanicos.com/2016/11/junta-homocinetica-que-es-para-que-sirve.html>
- [6] Manuel Cascajosa, (2005). Ingeniería de vehículos sistemas y cálculos. 2da edición. Alfaomega, capítulo XIV.
- [7] Romy Pérez M. (2006). Análisis de Mecanismos y Problemas Resueltos. 2da Edición. Alfaomega. Cap. 01 y 02.
- [8] José Font Mezquita, Juan F. Dols Ruiz., 1997. "Tratado Sobre Automóviles", Tomo 2, Edición. Alfaomega. Cap.12.
- [9] Mecánica automotriz. (2018). Manual de sistemas de frenos BOSCH – estructura, componentes y funciones. Recuperado de <https://www.mecanicoautomotriz.org/1923-manual-sistemas-frenos-bosch-estructura-componentes-funciones>
- [10] Manual de mecánica básica. Recuperado de http://www.cjef.gob.mx/Documentos/Rec_hum/plazas/manual_de_mecanica_basica.pdf
- [11] ¿Qué es un rodamiento de maza de rueda, y por qué es crucial para su seguridad? Recuperado de <http://www.skf.com/binary/86-147218/457280SP.pdf>

12. ENTREGABLES

Dentro del CD se incluye un video del sistema en funcionamiento.

Se puede consultar el video de la competencia en la página de [Facebook del equipo Baja SAE UAM](https://www.facebook.com/Baja.SAE.UAM/videos/320164232110183/), o bien directamente en <https://www.facebook.com/Baja.SAE.UAM/videos/320164232110183/>

12.1. Simulación

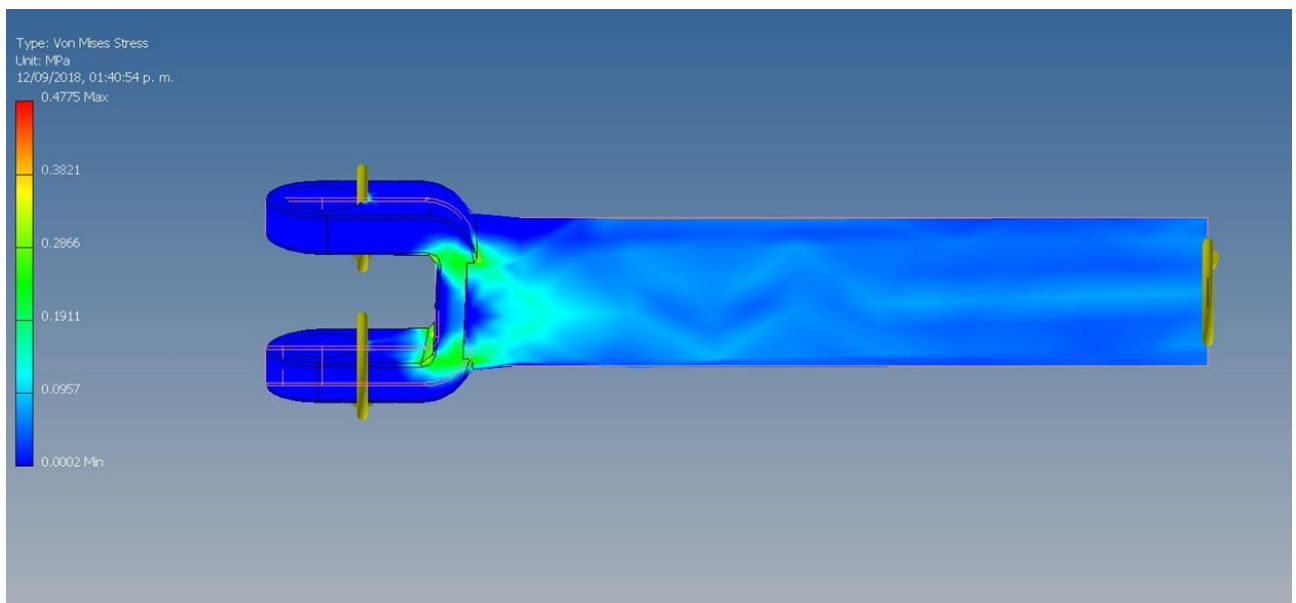


Figura 58. Simulación de eje con yugo, tensión de Von Mises.

12.2. Cronograma de actividades de la competencia.

Diseño				Venta			
Estación 1		Estación 2		Estación 1		Estación 2	
Horarios		Horarios					
8:00-8:30	Tec milenio	8:00-8:40	Cedig 1	UPAEP			
8:30-9:00	ITT	8:40-9:00	Item COM				
9:00-9:30	Item Morelia	9:00-9:20	Item Monterrey	Sale Bajío 1	IPN UPITTA		
9:30-10:00	Item Guadalajara	9:20-9:40	UAQ	Sale México 1	Item Toluca		
10:00-10:30	UPSIU	9:40-10:00	UAQ	Item Querétaro	UAEM		
10:30-11:00	Univer Milenium	10:00-10:20	Item UPIIG	ITQ	Sale Bajío 2		
11:00-11:30		10:20-10:40	Item Chihuahua	Tec Milenio	Cedig 2		
11:30-12:00		10:40-11:00	Item Chihuahua	Item Saltillo	Item COM		
12:00-12:30		11:00-11:20	Univer Milenium	ITT	Cedig 1		
12:40-1:00		11:20-11:40	UAEM		Insurgencia		
1:00-1:30		11:40-12:00	comida		UAEM		
1:30-2:00		12:00-12:20	UAEM	Sale México 2	Item Chihuahua		
2:00-2:30		12:20-12:40	ITT	Item Chihuahua	Univer Milenium		
2:30-3:00		12:40-1:00	Sale Bajío 2		comida		
3:00-3:30			Item Toluca				
3:30-4:00			Item Querétaro				
4:00-4:30							
4:30-5:00							
5:00-5:30							
5:30-6:00							

Baja SAE México 2018Horarios preliminares																							
Jueves 18																							
Ingreso Item Toluca																							
Pre Tech																							
Luch																							
Evento 2018 de Toluca																							
VIERNES 19																							
Ingreso Item Toluca																							
Registro																							
Tecnológico																							
Diseño																							
Costos																							
Veritas																							
Inauguración Luch																							
Finale de Diseño																							
por definie conferencia																							
VIERNES 20																							
Ingreso Pita																							
Brake																							
Tren Tracta																							
Aseleracion																							
Pendiente																							
maniorabilidad																							
Lodo																							
Luch																							
tracas																							
Suspension																							
recomdo Pita																							
DOMINGO 21																							
Ingreso Pita																							
Junta pidos/capitales																							
Carga Combustible																							
Formacion Pamilia																							
Endurance																							
Barquete																							
Premiacion																							

Notes

- 1-El acceso a pretest el día Jueves en el ITESM Toluca será de 11:00 a 12:30 después de esa hora ya no habrá acceso a las camionetas y/o remolques.
- 2-El acceso a pretest y no habrá acceso a las camionetas y/o remolques.
- 3-Para entrar los días de pretest el día viernes los equipos tendrán que estar formados 3 minutos antes de su prueba estática, en caso contrario no podrán realizarla "No habrá excepciones"
- 4-En caso de estar formado en tech, evita aling Jonathan Sosa para que puedas ir a tu prueba estática sin problema y te reserve tu lugar en la fila.
- 5- solo tendrán acceso los alumnos que estén en las listas enviadas de registro y un conductor que maneje el remolque y/o camioneta los autos extras que lleven los equipos no tendrán acceso al tec, el estacionamiento disponible este día es el "centro cultural Mexiquense"
- 6- Si los contratiempos llega a primera hora al Itesm Toluca

Pretest Team
Bajío 1
Bajío 2
Sale México 1
Sale México 2
UAEM
UPAEP
UAQ
ITESM Saltillo
UAEM
ITT
ITESM Toluca
Univer Milenium
Cedig 1
Cedig 2

12.3. Constancia de participación.



Otorga la presente
Constancia

a: **Luis Eduardo Olvera Manzanilla**

Se otorga la presente constancia por su destacada participación con el equipo Escuadrón UAM durante la competencia Baja SAE México 2018, la cual se realizó del 18 al 21 de octubre de 2018 teniendo como sede el Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey, Campus Estado de México y la pista Calimaya ENDURO Dirt Track.

Ciudad de México, a 21 de octubre de 2018.

Dra. María de Lourdes Delgado Núñez
Directora de la
División de Ciencias Básicas e Ingeniería

Dra. Rosa María Espinosa Valdemar
Encargada del
Departamento de Energía

Ing. Romy Pérez Moreno
Faculty Advisor
Escuadrón UAM

Otorga la presente
Constancia

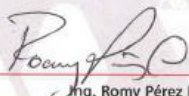
a: **Ladislao Rodríguez Delabra**

Se otorga la presente constancia por su destacada participación con el equipo Escuadrón UAM durante la competencia Baja SAE México 2018, la cual se realizó del 18 al 21 de octubre de 2018 teniendo como sede el Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey, Campus Estado de México y la pista Calimaya ENDURO Dirt Track.

Ciudad de México, a 21 de octubre de 2018.


Dra. María de Lourdes Delgado Núñez
Directora de la
División de Ciencias Básicas e Ingeniería


Dra. Rosa María Espinosa Valdemar
Encargada del
Departamento de Energía


Ing. Romy Pérez Moreno
Faculty Advisor
Escuadrón UAM

Otorga la presente
Constancia

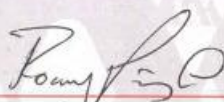
a: **José Cervantes Vidal**

Se otorga la presente constancia por su destacada participación con el equipo Escuadrón UAM durante la competencia Baja SAE México 2018, la cual se realizó del 18 al 21 de octubre de 2018 teniendo como sede el Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey, Campus Estado de México y la pista Calimaya ENDURO Dirt Track.

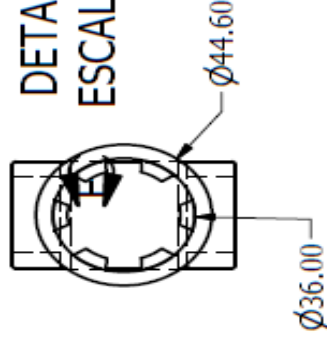
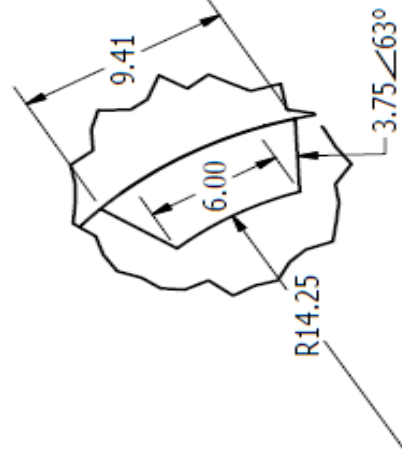
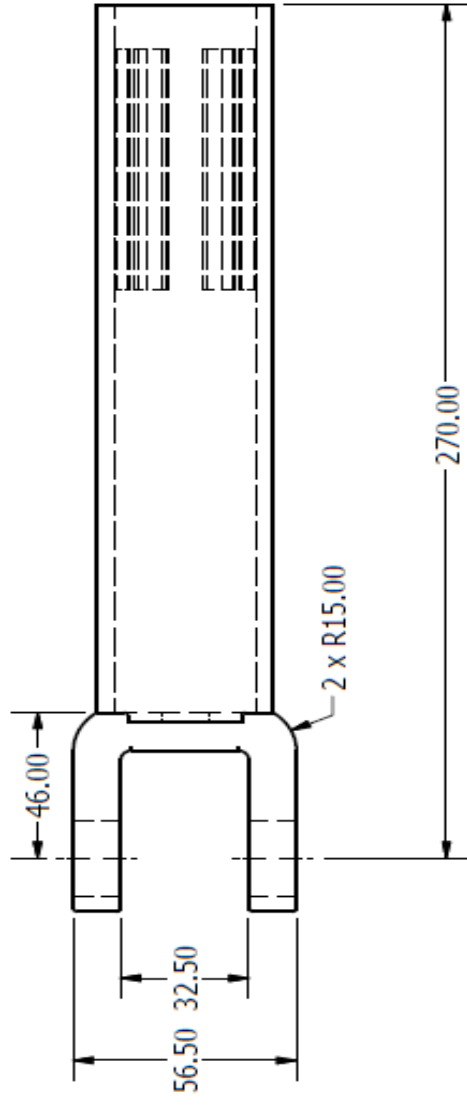
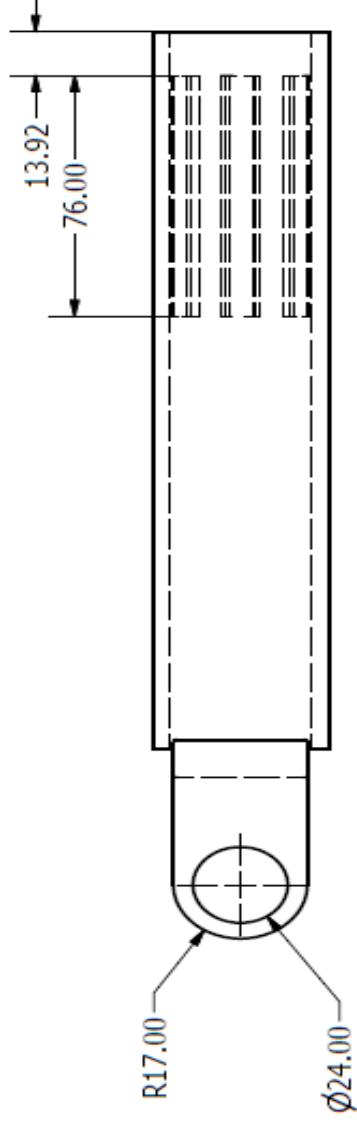
Ciudad de México, a 21 de octubre de 2018.


Dra. María de Lourdes Delgado Núñez
Directora de la
División de Ciencias Básicas e Ingeniería


Dra. Rosa María Espinosa Valdemar
Encargada del
Departamento de Energía

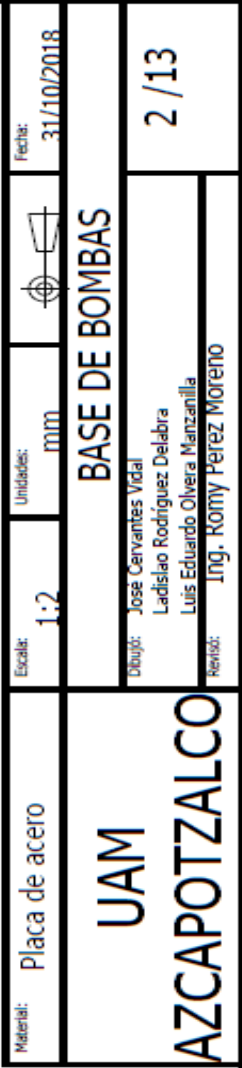
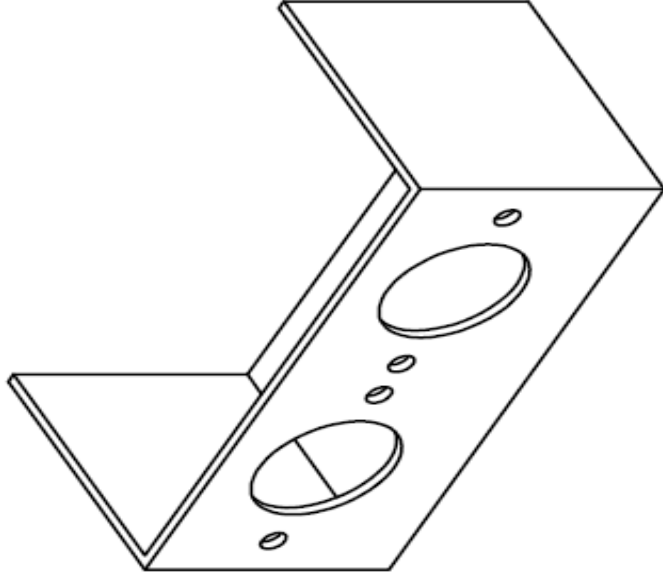

Ing. Romy Pérez Moreno
Faculty Advisor
Escuadrón UAM

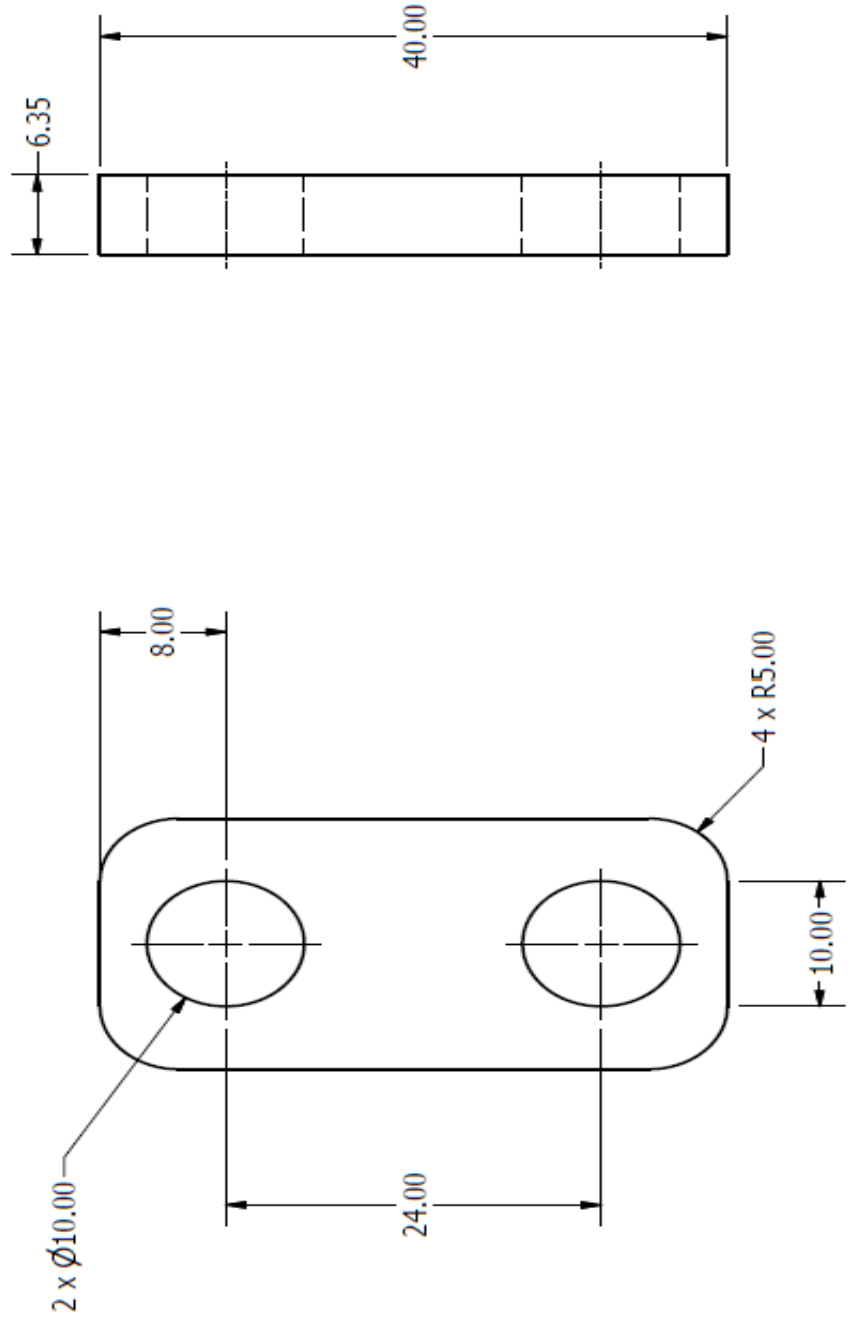
12.4. Dibujos de definición.



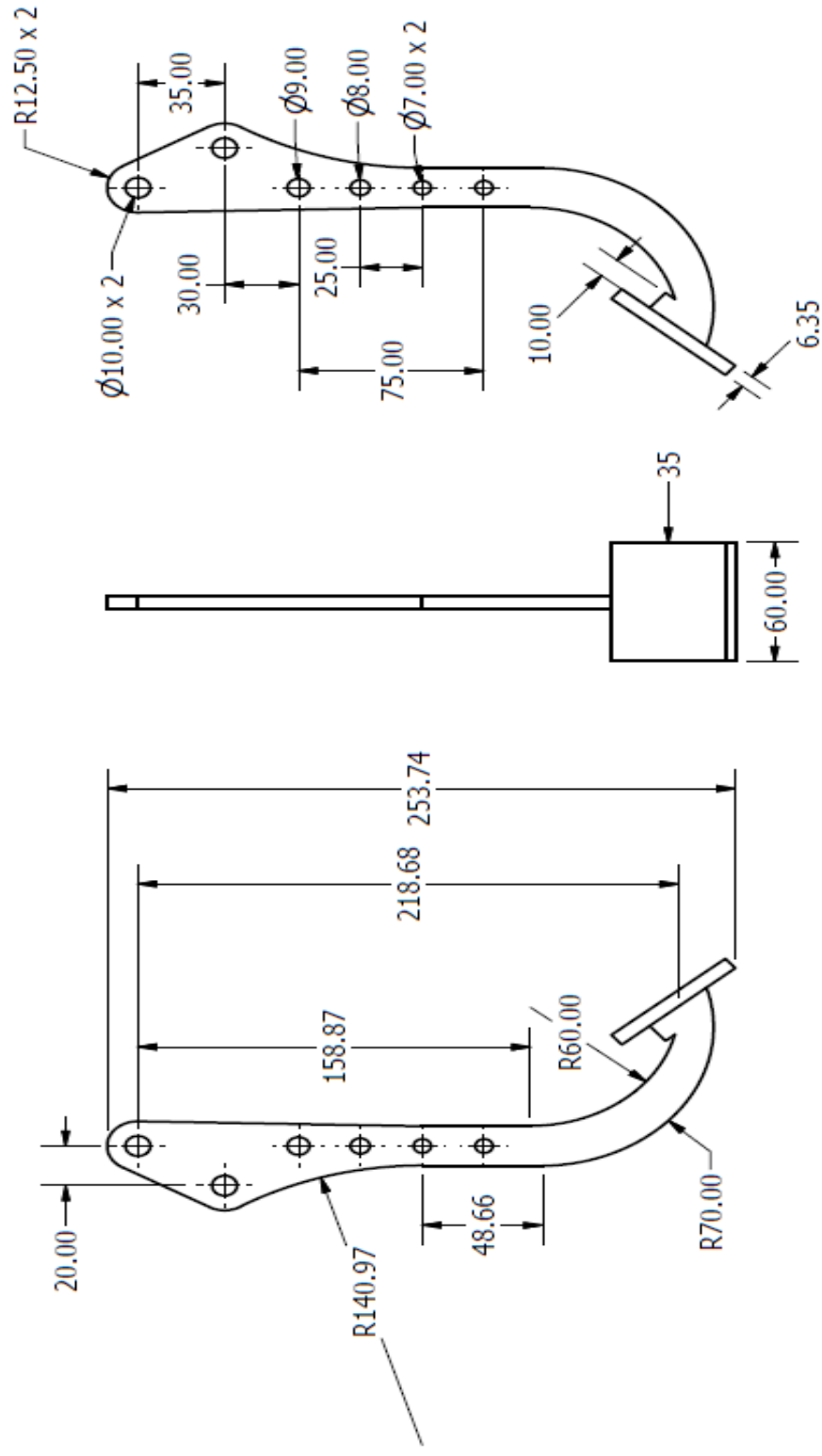
DETALLE A
ESCALA 3 : 1

Material: Acero AISI 4140	Escala: 1:2	Unidades: mm	Fecha: 29/10/2018
EJE CARDAN			
Diseñó: José Cervantes Vidal Ladislao Rodríguez Delabra Luis Eduardo Olvera Mantzanilla			
Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno			1 / 13
UAM AZCAPOTZALCO			

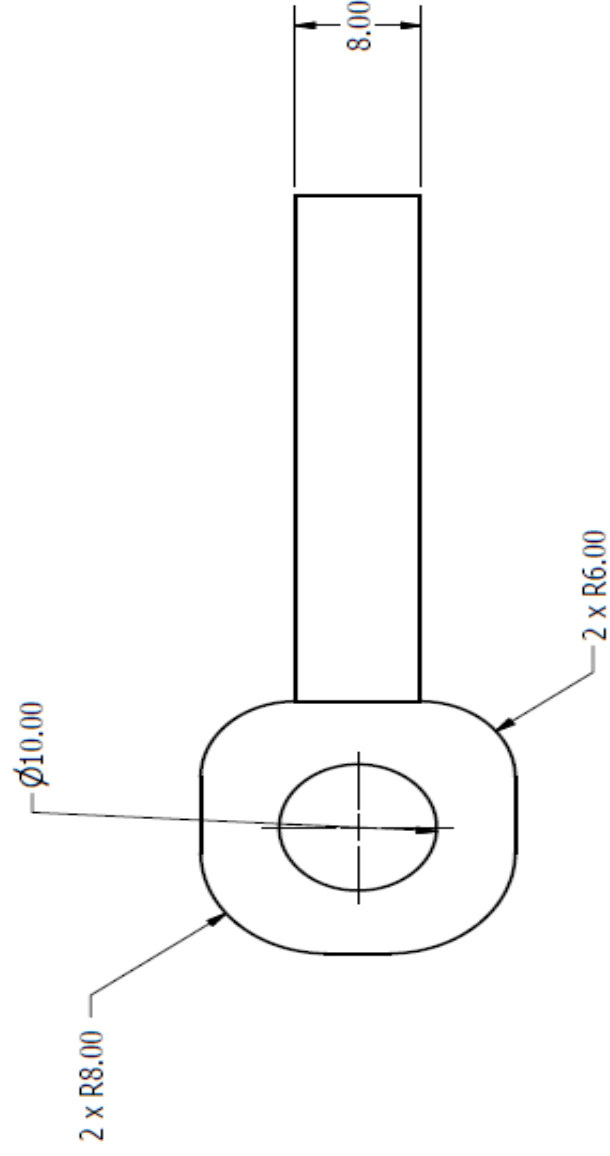
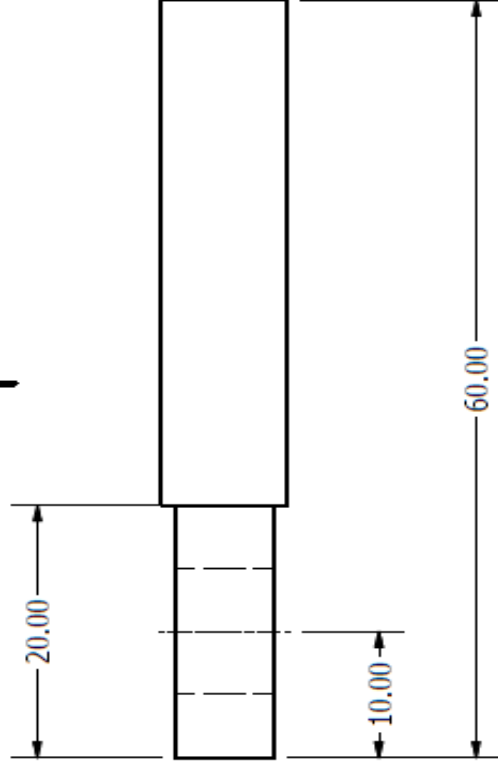




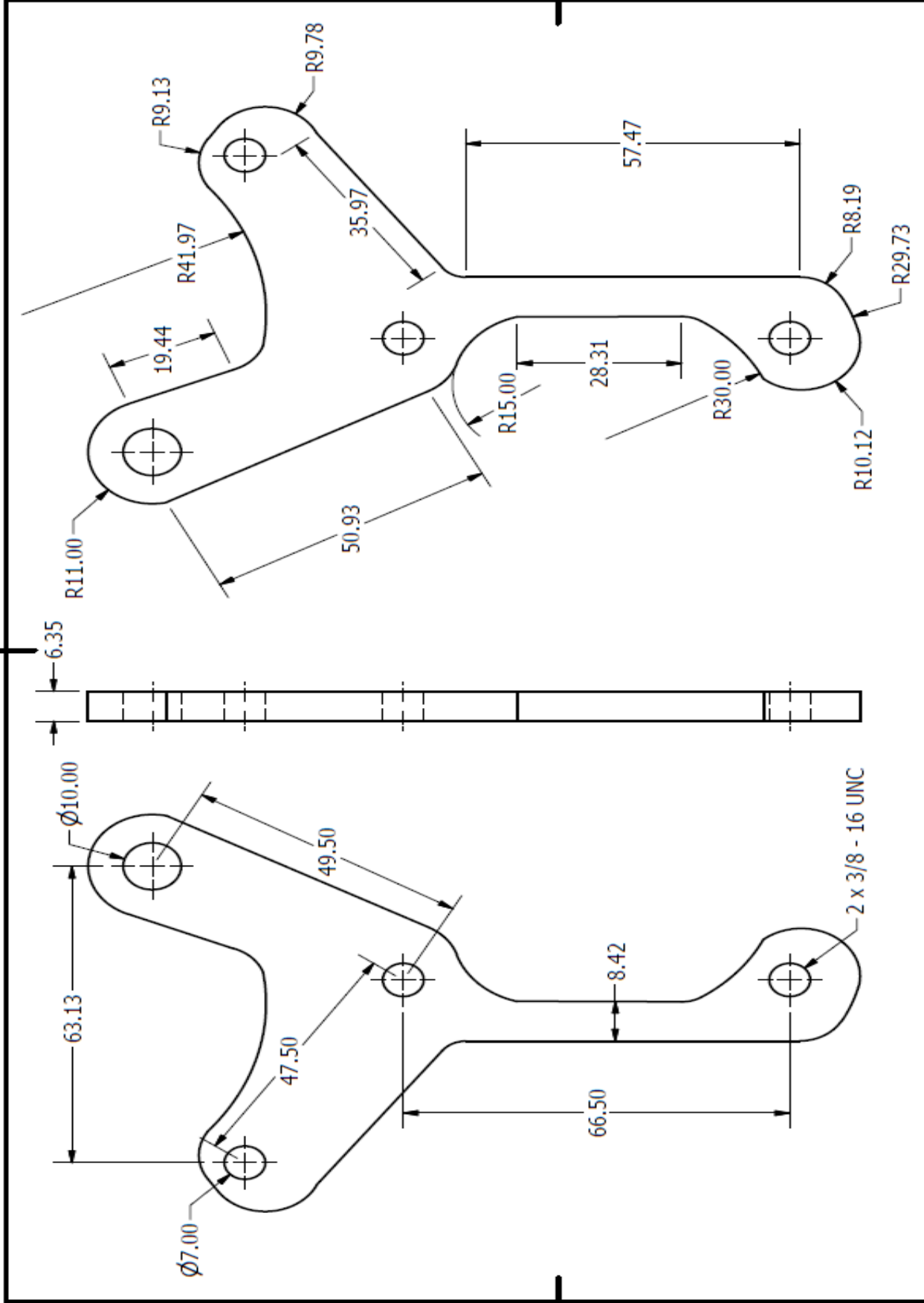
Material:	Placa de acero	Escala:	2:1	Unidades:	mm	Fecha:	31/10/2018
UAM				ESLABON			
AZCAPOTZALCO				3 / 13			
				Dibujó: José Cervantes Vidal			
				Ladislao Rodríguez Delabra			
				Luis Eduardo Olvera Manzanilla			
				Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno			



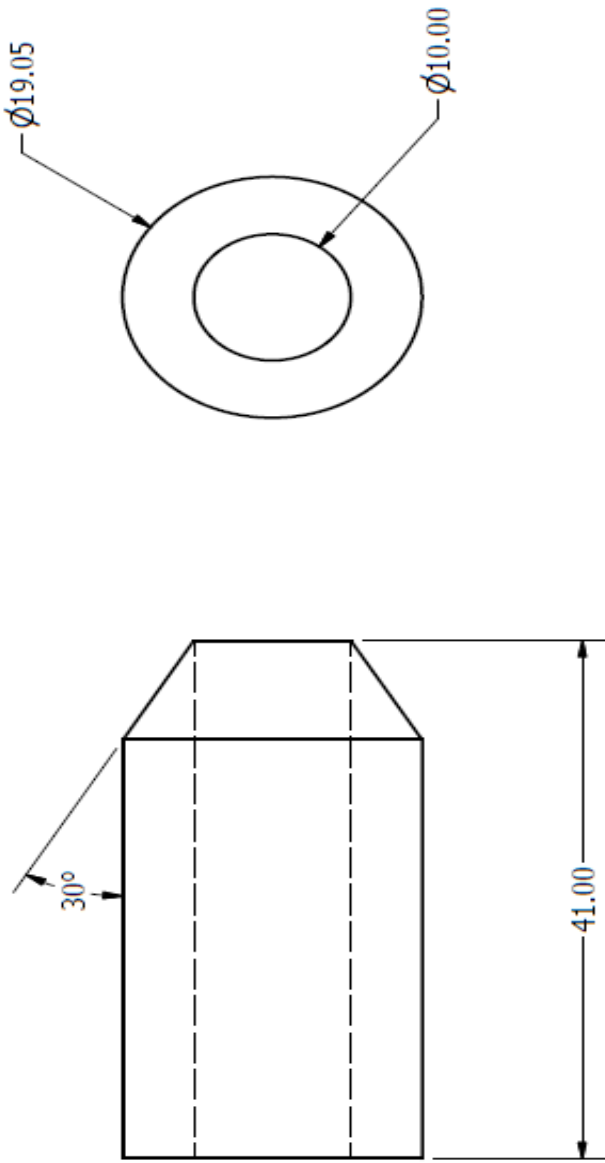
Material: Placa de acero	Escala: 1:3	Unidades: mm	Fecha: 31/10/2018
PEDAL DERECHO			
Diseñó: José Cervantes Vidal Ladislao Rodríguez Delabra Luis Eduardo Olvera Manzanilla Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno			
UAM			4 / 13
AZCAPOTZALCO			



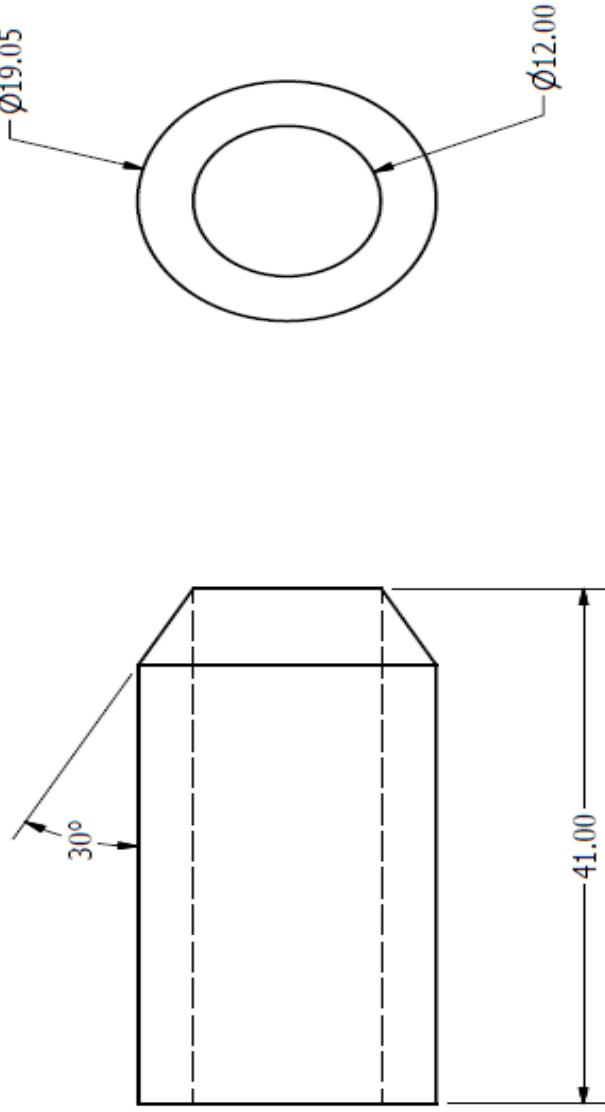
Material:	Placa de acero	Escala:	2:1	Unidades:	mm	Fecha:	31/10/2018
UAM		VASTAGO					
AZCAPOTZALCO		Diseñó: José Cervantes Vidal Ladislao Rodríguez Delabra Luis Eduardo Olvera Manzanilla Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno					
		6 / 13					



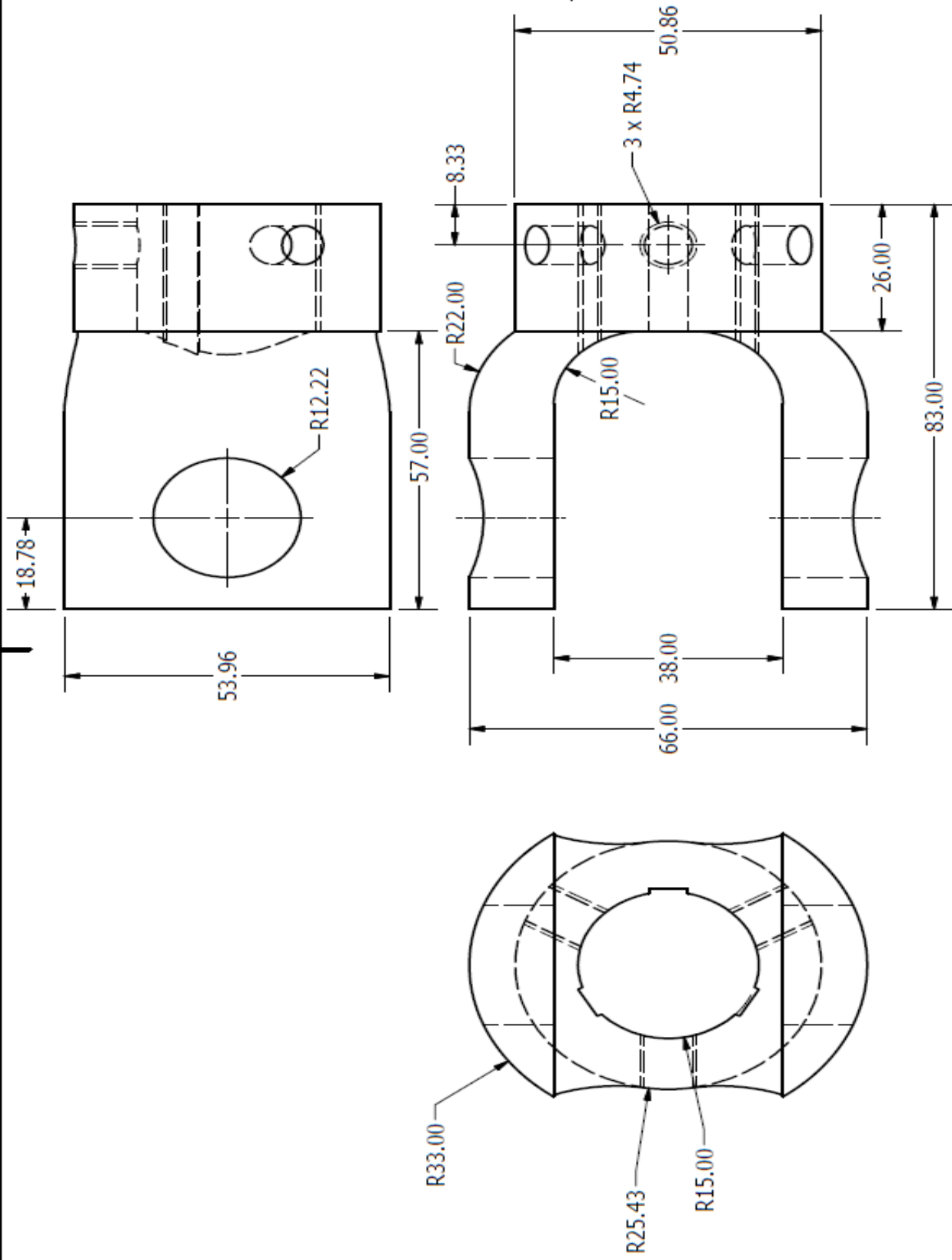
Material: Placa de acero	Escala: 1:1	Unidades: mm	Fecha: 01/11/2018
SOPORTE DE CALIPER TRASERO			
Dibujó: José Cervantes Vidal			
Ladislao Rodríguez Delabra			
Luis Eduardo Olvera Manzanilla			
Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno			
UAM			7 / 13
AZCAPOTZALCO			



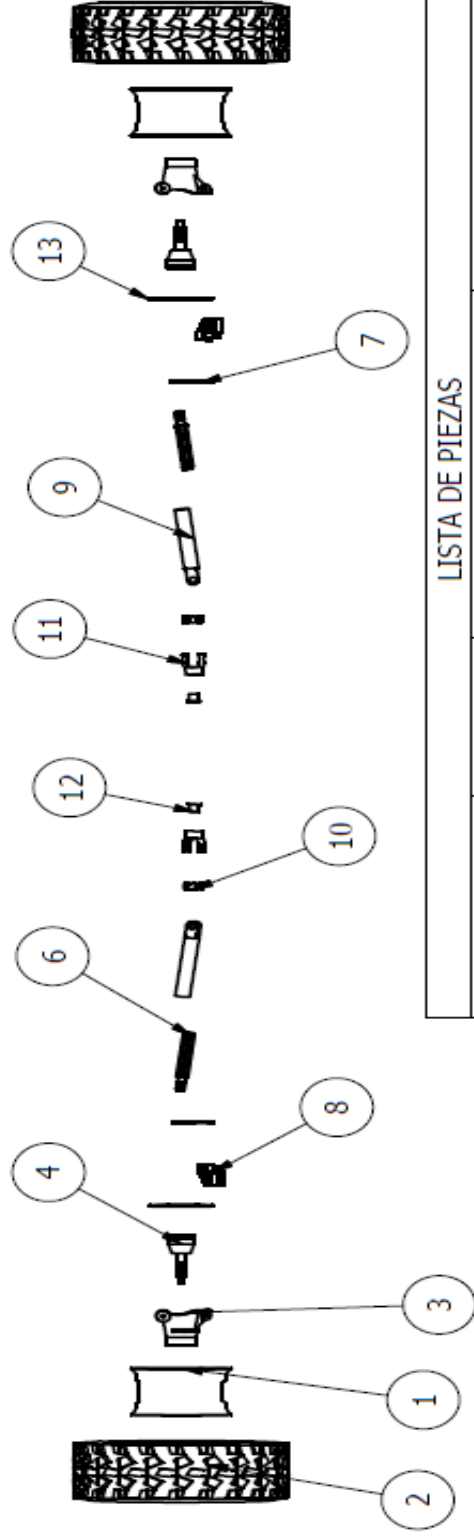
Materia:	Acero AISI 1018	Escala:	2:1	Unidades:	mm	Fecha:	31/10/2018
UAM AZCAPOTZALCO		ESPACIADOR TRASERO					
		Diseño: José Cervantes Vidal					
		Ladislao Rodríguez Delabra					
		Luis Eduardo Olvera Manzanilla					
		Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno					



Materia:	Acero AISI 1018	Escala:	2:1	Unidades:	mm	Fecha:	31/10/2018
UAM				ESPACIADOR DELANTERO			
AZCAPOTZALCO				9 / 13			
				Dibujo: José Cervantes Vidal Luis Eduardo Rodríguez Delabra Luis Eduardo Olvera Manzanilla Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno			



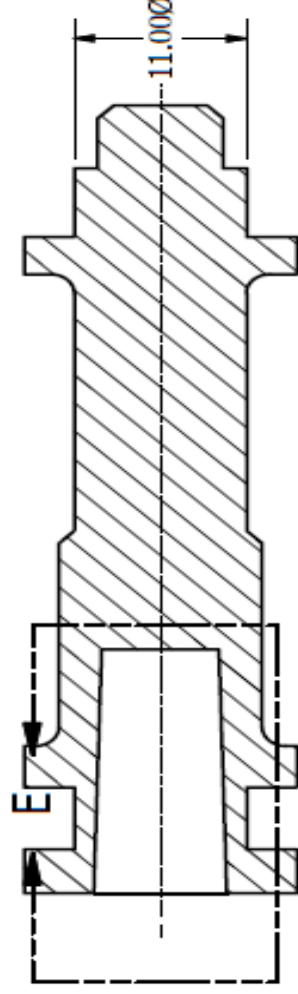
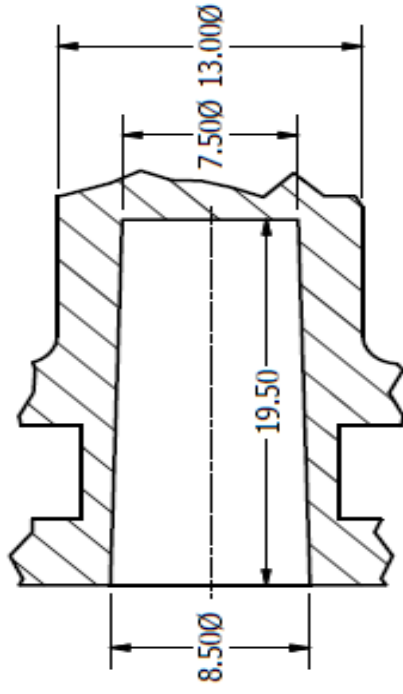
Material: Acero	Escala: 1:1	Unidades: mm	Fecha: 01/11/2018
UAM		YUGO	
AZCAPOTZALCO		10 / 13	
Dibujó: José Cervantes Vidal		Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno	
Ladislao Rodríguez Delabra			
Luis Eduardo Olvera Manzanilla			



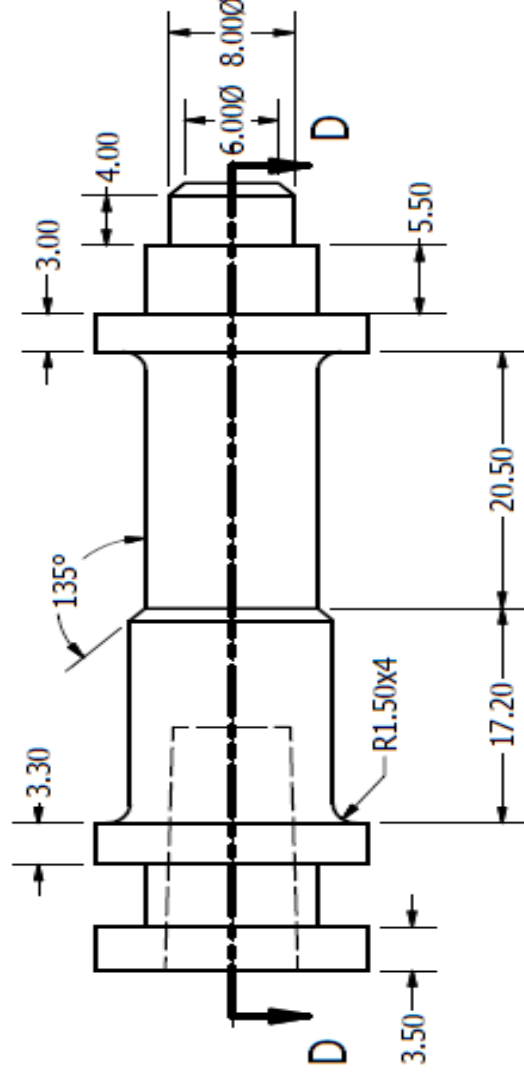
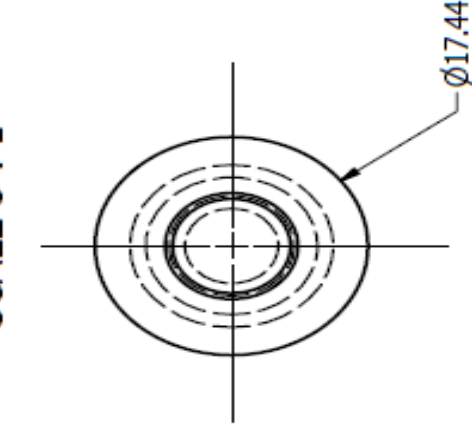
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	2	RIN	ITP HURRICANE
2	2	LLANTA	ALL TERRAIN EPSILON
3	2	MASA	POLARIS SPORTSMAN 500 H0
4	2	JUNTA HOMOCINETICA	POLARIS SPORTSMAN 500 H0
6	2	ESPIGA	
7	2	SOPORTE DE CALIPER	
8	2	CALIPER	ITALIKA ATV 250
9	2	EJE CARDAN	
10	2	CRUCETA	JCB
11	2	OREJA	
12	2	COUPLE DE DIFERENCIAL	DIFERENCIAL SCHAFER
13	2	DISCO DE FRENOS	ITALIKA ATV 250

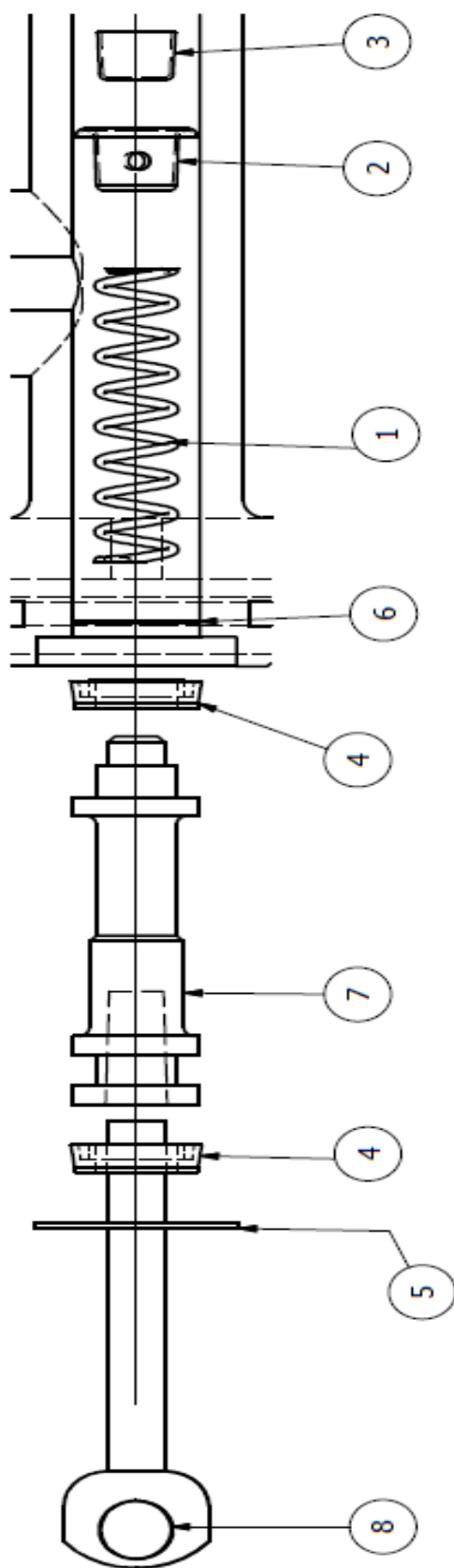
Material:	Escala:	Unidades:	Fecha:
	1:24	mm	10/11/2018
UAM		TREN DE POTENCIA	
AZCAPOTZALCO		Diseñó: José Cervantes Vidal Ladislao Rodríguez Delabra Luis Eduardo Olvera Manzanilla Revisó: Ing. Romy Pérez Moreno	
		11 / 13	



DETAIL E
SCALE 3 : 1



Material: ALUMINIO	Escala: 2:1	Unidades: mm	Fecha: 03/12/2018
PISTON DE BOMBA			
Diseñó: Jose Cervantes Vidal Ladiela Rodriguez Delabra Luis Eduardo Olivera Mantzanilla Revisó: Ing. Romy Perez Moreno			
UAM			12/13
AZCAPOTZALCO			



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Muelle	
2	1	Contraasiento del muelle	
3	1	Reten de válvula	
4	2	Copela de goma	
5	1	Rondana bomba	
6	1	Rondana bomba	
7	1	Piston bomba	
8	1	Vástago	

Material:	Escala: 1:1	Unidades: mm	Fecha: 03/12/2018
UAM AZCAPOTZALCO		ENSAMBLE BOMABA	
		Dibujo: Jose Lervantes Vidal Ladislao Rodríguez Delabra Luis Eduardo Olvera Manzanilla Revisó: Ing. Romy Perez Moreno	
		13/13	