Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto de Integración (PI): Diseño del sistema de masas no suspendidas para un vehículo 4x4 BAJA SAE UAM 2023

Modalidad: Proyecto Tecnológico

Versión: Primera

Trimestre Lectivo: 23P

Alumno(s):

Nombre: González Jiménez Luis
Matrícula: 2172000370
Correo electrónico: al2172000370@azc.uam.mx
Firma.

Nombre: Mejía Hernández David Ezequiel
Matrícula: 2192000821
Correo electrónico: al2192000821@azc.uam.mx
Firma.

Nombre: Morales Sánchez Elizabeth
Matrícula: 2182001012
Correo electrónico: al2182001012@azc.uam.mx
Firma.

Asesores:

Ing. Romy Pérez Moreno
Categoría: Asociado
Adscrito a: Departamento de Energía
Teléfono: 01 55 5318-9069
Correo electrónico: romy@azc.uam.mx
Firma.

Dr. Pedro Rosas Quiterio
Categoría: Asociado
Adscrito a: Departamento de Energía
Teléfono: 55 63 46 12 07
Correo electrónico: prqu@azc.uam.mx
Firma.

Fecha: 29/09/2023

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Nombre y firma del alumno, asesor(es), y en su caso del co-asesor o del jefe directo.

González Jiménez Luis

Mejía Hernández David Ezequiel

Morales Sánchez Elizabeth

Dr. Pedro Rosas Quiterio

Ing. Romy Pérez Moreno

1. Introducción.

BAJA SAE (del inglés Society of Automotive Engineers), es una competencia ingenieril a nivel universitario, que pone a prueba las habilidades y conocimientos de cada uno de los participantes, el objetivo principal es crear un vehículo monoplaza todo terreno, capaz de superar diferentes pruebas dinámicas.

Las masas no suspendidas son aquellas que se encargan de dar adherencia y fricción al vehículo, ya que son las únicas partes que tienen contacto directo con el suelo, tienen la capacidad de soportar los componentes suspendidos del vehículo y a su vez lograr disminuir su velocidad de manera total o parcial según las necesidades del piloto.

Durante la competencia del año 2022 se observó que el tamaño de las ruedas aumentó innecesariamente el peso al vehículo, debido a que algunas de sus piezas fueron reutilizadas sin buscar otra alternativa que permita disminuir el peso. Los frenos funcionaron de manera adecuada, sin embargo, se observó que los pedales no eran ergonómicos para el piloto, además durante la competencia falló el resorte de retorno del pedal de aceleración.

Con base en los análisis descritos anteriormente, para el diseño de las masas no suspendidas y frenos del BAJA SAE UAM 2023 se propondrá reducir el tamaño de las ruedas para disminuir el peso del vehículo y tener mejor arranque inicial. En el mismo sentido se elaborará una pedalera considerando la ergonomía de los pilotos, ubicando las líneas de freno a lo largo de la estructura del vehículo para evitar percances con la suspensión y la dirección.

Los recursos necesarios para la construcción provienen de un fondo al que aportan diferentes instancias de la universidad: rectoría general y de unidad, secretaria de unidad, división de CBI y de CyAD, departamento de energía, electrónica y materiales; así como instancias externas (Fundación UAM, empresas privadas, personas físicas).

2. Antecedentes.

En el año 2012 como trabajo de titulación la Universidad Carlos III de Madrid propone el “Diseño y cálculo del sistema de frenado para un prototipo Formula Student” [1], en este sistema se utiliza un doble circuito hidráulico independiente, se instalaron dos discos de frenos delanteros donde el caliper contiene un pistón, así mismo, se colocaron dos discos de freno en la parte trasera, con calipers que tienen dos pistones cada uno, este trabajo puede usarse como base para el diseño del sistema de frenado para el vehículo 4x4 BAJA SAE UAM 2023.

Para el 2019 en La Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología se realizó el trabajo “Diseño del sistema de frenado de un vehículo FSAE” donde se implementó el uso de transductores de presión y dos discos traseros exteriores de freno [2], este trabajo puede tomarse como referencia para la implementación de transductores de presión de aire en los neumáticos y las líneas de líquido de freno.

Estudiantes de la Universidad Autónoma Metropolitana realizaron el “Diseño del sistema de masas no suspendidas del vehículo BAJA SAE UAM 2022” [3], en dicho trabajo se implementó el uso de manómetros en las líneas de frenos con la finalidad de ajustar los vástagos del barra de balance en función de la relación de presiones en ambas líneas, este proyecto puede utilizarse como base para la adaptación del barra de balance, y el posible diseño del mismo.

3. Justificación.

El año 2022 en la Universidad Autónoma Metropolitana se construyó un vehículo BAJA SAE UAM 2022 que en términos generales funcionó adecuadamente, sin embargo, se observaron fugas debido a las múltiples conexiones del sistema, hubo problemas con el resorte de retorno del pedal de aceleración, se observó que la almohadilla de pedal no era ergonómica, una de las ruedas no logró el frenado total en todo momento.

Por ello en el diseño del sistema de masas no suspendidas para el vehículo 4x4 BAJA SAE UAM 2023 se propone diseñar la masa y portabalero para sujetar los discos de freno en cada una de las ruedas, además modificar tanto el tamaño del brazo del pedal como de la almohadilla, y finalmente, disminuir el peso buscando materiales y componentes más ligeros que cumplan satisfactoriamente las pruebas de desempeño.

4. Objetivos.

Objetivo general.

Diseñar y construir el sistema de masas no suspendidas para un vehículo 4x4 BAJA SAE UAM 2023.

Objetivos particulares.

Caracterizar el sistema de frenado del vehículo BAJA SAE 2022.

Seleccionar las ruedas en función de las dimensiones y superficie de rodamiento compatibles con terracería para el vehículo 4x4.

Diseñar el sistema de frenado simultáneo en las cuatro ruedas.

Diseñar una pedalera ergonómica, considerando materiales ligeros.

Analizar por elemento finito las cargas y deformaciones de los elementos del sistema de frenado empleando un software de CAE.

Ajustar en lo necesario los diseños con base en los análisis del sistema de frenado por elemento finito.

Manufacturar o seleccionar para adquisición los elementos de las masas no suspendidas.

Disminuir en lo posible el peso de los componentes de las masas no suspendidas en comparación con el vehículo BAJA SAE UAM 2022.

5. Descripción técnica.

Las cargas y torques que se describen en esta sección se estimaron sacando el peso total del vehículo, dividido en el número total de llantas, esto multiplicado por la gravedad y por un factor de seguridad de 1.2.

5.1 Pedal de aceleración y pedal de freno.

Con base en un estudio de ergonomía para un piloto del equipo que cumpla con una altura y peso específicos, se propone colocar los pedales en la parte inferior del vehículo, para ello, tanto el pedal de aceleración como el pedal de freno serán elaborados con placas de aluminio, que permitan sostener sus componentes.

El sujetador del pedal de freno debe ser capaz de sostener dos cilindros maestros de embrague, éstos serán presionados por un pedal capaz de soportar una carga máxima de hasta 970 N y se le realizará un ángulo de inclinación que permita presionar los dos cilindros maestros simultáneamente por medio de una barra de balance (como se muestra en la Figura 1a). Dicho ángulo permitirá una relación de pedal más grande, lo que significa que el pedal generará una fuerza mayor con una menor cantidad de movimiento.

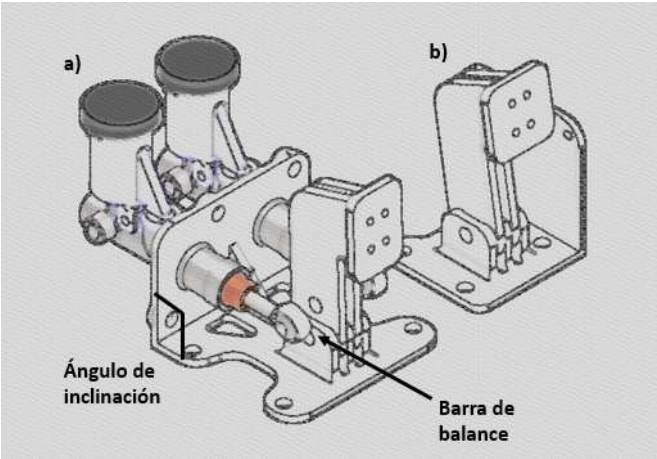

Figura 1. a) Pedal de freno. b) Pedal de acelerador.

El sujetador del pedal de acelerador (como se observa en la Figura 1b) sostendrá un pedal que permitirá regular la cantidad de aire y combustible que ingrese al motor, de igual manera, se colocará un resorte de retorno lineal que permita el cierre de la válvula de mariposa. Dicho pedal se estima que podrá soportar una carga máxima de hasta 600 N y fuerzas laterales de 150 N, se elaborará con alguna aleación de aluminio.

5.2 Mazas y portabaleros para el eje trasero y delantero

Dado que se utilizarán rines de un diámetro de 10 pulgadas, una llanta City Road 22 x 7 - R10, se propone diseñar y construir mazas y portabaleros que puedan ser ubicados dentro del rin. De esta manera, el sistema de frenos quedará protegido por la misma rueda y se obtendrá un mejor resultado en el frenado simultáneo de las cuatro ruedas.

Las mazas se diseñarán para sujetar tanto el rin como el disco de freno, de igual manera, cada maza llevará un astriado para que se pueda transmitir potencia en cada de las ruedas. Para ello se considera una maza elaborada de una aleación de aluminio que soporte una carga máxima de 800 N y una torque máximo de 500 Nm.

Los portabaleros delanteros se diseñarán de tal manera que todos los componentes de la suspensión y dirección puedan conectar la carrocería con las ruedas, a excepción del amortiguador que será colocado en la horquilla superior y llevará un rodamiento central donde girará una flecha que transmite potencia a las ruedas (como se muestra en la Figura 2). Los portabaleros se elaborarán con una aleación de aluminio para procurar reducir el peso y que sean capaces de soportar cargas máximas de hasta 1000 N.

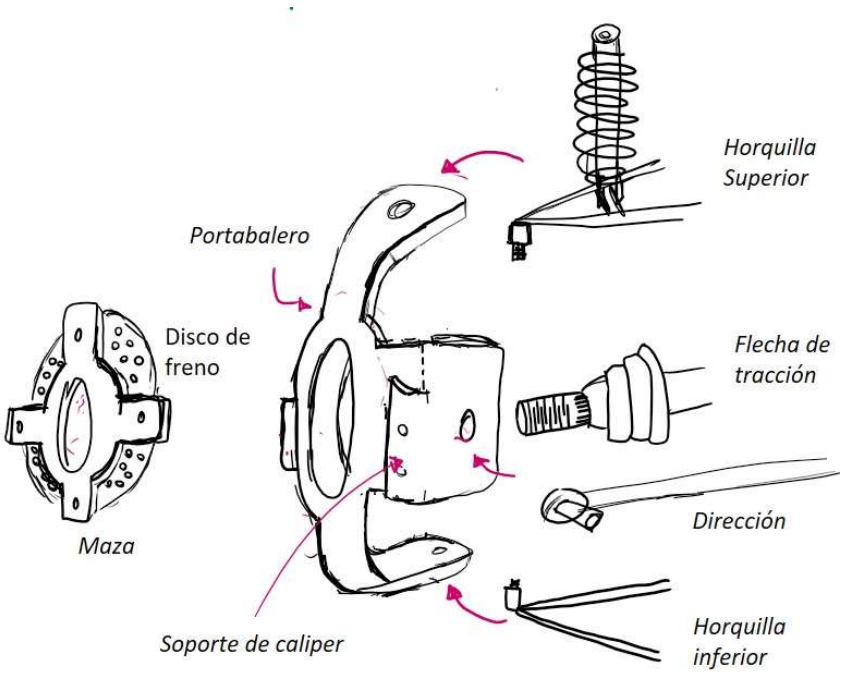

Figura 2. Elementos de masas no suspendidas delanteras.

Los portabaleros traseros también estarán elaborados con el mismo aluminio y estarán conectados con la carrocería a través de tirantes y un amortiguador en la parte superior (como se muestra en la Figura 3). Al ser ese el punto donde hay más concentración de peso, se elaborará una pieza que soporte una carga máxima de 1200 N.

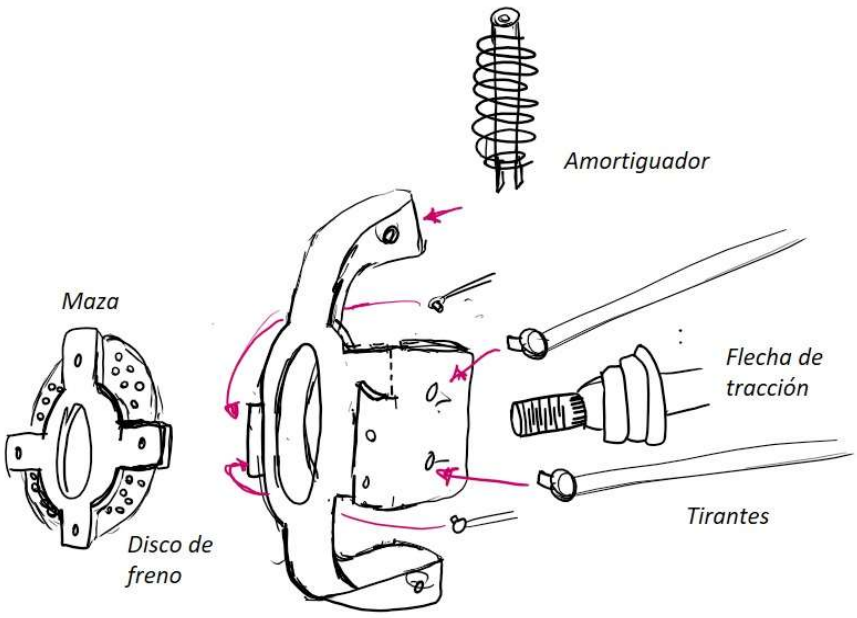

Figura 3. Elementos de masas no suspendidas traseras.

6. Normatividad.

Este apartado ayuda a establecer estándares, reglas y regulaciones que guían la fabricación, diseño, funcionamiento y seguridad del sistema.

La NOM-113-SCFI-1995 establece las especificaciones del líquido para frenos hidráulicos que garantizan su correcto funcionamiento y durabilidad con el fin de evitar un posible accidente por falla en el sistema de frenos que pudiera ocurrir por su manufactura o por el uso de un líquido inadecuado o contaminado [4]. La norma ayuda a detectar algunas de las fallas más comunes que suelen presentar los frenos hidráulicos en los vehículos y menciona cómo se pueden evitar.

La Norma SAE J1154_201202 especifica los requisitos mínimos de rendimiento y durabilidad para conjuntos de cilindros maestros de diseños establecidos actualmente, cuyos componentes cumplen con las normas SAE [5]. La norma ayuda a la selección de una bomba de freno adecuada para el vehículo, al igual que la vida útil que ésta puede llegar a generar.

La Norma Mexicana NMX-D-315-IMNC-2015 indica requisitos que deben cumplir los materiales de fricción empleados en los sistemas de frenos de los vehículos con aplicación automotriz, transporte, carga ligera y pesada, y otras aplicaciones fuera de carretera y todas las subsecuentes que tengan como finalidad el traslado de personas y/o mercancías [6]. La norma ayuda en la selección de materiales de fricción con las que se puede elaborar un sistema de frenos para cualquier tipo de vehículo.

7. Cronograma de actividades.

UEA para la que se solicita autorización.

- Proyecto de integración en Ingeniería Mecánica I.

El cronograma de actividades presentado a continuación sirve como guía para planificar y gestionar las tareas a realizar durante los periodos especificados.

	Actividades del trimestre 23-P	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Realizar una inspección y caracterización del vehículo BAJA SAE 2022 para identificar posibles fallas en el sistema de masas no suspendidas.	x											
2	Elaborar una tabla comparativa de las ruedas comerciales para elegir las más adecuadas al terreno y la potencia del motor.	x											
3	Diseñar y simular esfuerzos y deformaciones en el software ANSYS las mazas traseras, delanteras y los respectivos portabaleros.		x	x	x								
4	Diseñar y simular esfuerzos y deformaciones en el software ANSYS el soporte de la pedalera, el pedal de freno, el pedal de aceleración.			x	x	x							
5	Selección de materiales y piezas comerciales para la realización de cotizaciones y compras.				x	x	x						
6	Maquinar las piezas diseñadas.					x	x	x	x	x			
7	Ensamblar las piezas seleccionadas en el sistema de masas no suspendidas y frenos en el vehículo.									x	x	x	x

	Actividades del trimestre 23-O	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Caracterizar y corregir, en lo necesario, el vehículo.	x	x										
2	Participar en la competencia BAJA SAE MÉXICO 2023.			x									
3	Realizar y entregar el reporte final.				x	x	x	x	x	x			

8. Entregables

Reporte final de proyecto de integración.

Memoria de cálculos.

Dibujos normalizados.

Sistema de masas no suspendidas funcionando en el vehículo BAJA SAE UAM 2023.

9. Referencias bibliográficas.

[1] Criado Ocaña E., 2012, “Diseño y cálculo del sistema de frenado para un prototipo Formula Student”, tesis de licenciatura, Universidad Carlos III de Madrid.

[2] Gutiérrez González, 2019,“Diseño del sistema de frenado de un vehículo FSAE”, tesis de licenciatura, Universidad de la Laguna, La Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología.

[3] Quintero Yáñez B., Vegas Salazar L. A. y Villalobos Baza L. F., 2022, “Diseño del sistema de masas no suspendidas para el vehículo BAJA SAE UAM 2022”, proyecto de integración, Universidad Autónoma Metropolitana.

[4] Diario oficial de la federación, 1996,”Norma Oficial Mexicana NOM-113-SCFI-1995, Líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores-especificaciones de seguridad y métodos de prueba”, México.

[5] Comité de normas de componentes de frenos hidráulicos, 2012, “J1154_201202 Cilindros maestros hidráulicos para frenos de vehículos motorizados: requisitos de rendimiento”, SAE International.

[6] Diario Oficial de la Federación, 2015, “Norma Mexicana NMX-D-315IMNC-2015, Material de fricción para sistema de frenos”, México.

10. Terminología.

Astriado. Es la formación de ranuras o surcos en la superficie de un material, que se crean con la finalidad de mejorar el rendimiento o funcionalidad, tal como, la tracción, lubricación, sujeción o transmisión de torque, según la aplicación que se le vaya a dar al material.

Barra de balance. Tiene como finalidad ajustar, mantener el equilibrio o distribución de las cargas de un sistema, en el caso del sistema de frenado, se utiliza para controlar cómo se distribuye la fuerza de frenado en las ruedas traseras y delanteras.

Cilindros maestros. Transforma la presión ejercida en el pedal de freno en una presión hidráulica que se distribuye en las líneas de freno hacia los calipers en las ruedas, permitiendo así reducir total o parcialmente la velocidad del vehículo de manera controlada.

Maza. Proporciona un montaje estable para el rin, el disco de freno y el caliper, facilita el soporte y giro de las ruedas permitiendo que gire controladamente alrededor del eje.

Portabalero. Sostiene los componentes de la suspensión, dirección y las masas no suspendidas del vehículo, da dirección a las ruedas. Es la conexión entre la rueda y el sistema de suspensión.

11. Infraestructura.

NOMBRE DEL LABORATORIO	UBICACIÓN	EQUIPO O MATERIAL
Taller mecánico (TMEC).	Mecánica. Edificio 2P, Planta Baja.	Maquinaria del Área.
Laboratorio de Estructuras.	Edificio 4P, PB.	Maquinaria del Área.

12. Asesoría complementaria.

No necesaria.

13. Publicación o difusión de los resultados.

Página oficial de la UAM-AZC.

Competencia BAJA SAE 2023.

Gaceta universitaria de la DCBI.