

Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto de Integración (PI): Diseño y construcción del sistema de suspensión para el vehículo 4x4 BAJA SAE UAM 2024.

Modalidad: Proyecto Tecnológico

Versión: Primera

Trimestre Lectivo: 24P

Datos del alumno:

Nombre: López Azamar José Alejandro

Matrícula: 2202004422

Correo electrónico: al2202004422@azc.uam.mx

Firma.



Asesor: Ing. Romy Pérez Moreno

Categoría: Asociado

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: (55) 2900-3893

Correo electrónico: romy@azc.uam.mx

Firma

Asesor: Dr. Francisco Beltrán Carbajal.

Categoría: Titular

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: (55) 5318-9000

Correo electrónico: fbeltran@azc.uam.mx

Firma

Co-Asesor: Dr. Iván González Uribe

Categoría: Asociado.

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: (55) 3306-7531

Correo electrónico: igu@azc.uam.mx

Firma

Fecha: 06/09/2024

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.

López Azamar José Alejandro

Ing. Romy Pérez Moreno

Dr. Francisco Beltrán Carbajal

Dr. Iván González Uribe

1. Introducción

En este documento se propone diseñar el sistema de suspensión para el vehículo BAJA SAE 2024, con el objetivo de que este vehículo participe en la competencia BAJA SAE MÉXICO 2024. BAJA SAE es una competencia realizada por la Society of Automotive Engineers (SAE) International, en la cual, equipos universitarios realizan el diseño y construcción de vehículos 4x4. Lo desarrollado es sometido a un conjunto de distintas pruebas en las que se valoran diversos aspectos de este, como su adaptabilidad a distintos terrenos o su manejabilidad [1].

Se buscará desarrollar un sistema de suspensión para las pruebas a realizar en la competencia 2024, realizando cálculos y simulaciones para diseñarlo. En el año 2023, se utilizaron dos sistemas de suspensión para el vehículo: uno de doble horquilla en la suspensión delantera y otro de una horquilla y brazo oscilante en la suspensión trasera. Dicha suspensión tuvo un desempeño satisfactorio, por lo cual se tomará como base para el diseño del nuevo vehículo. Sin embargo, es necesario aumentar la altura de la suspensión para poder evadir rocas de gran tamaño.

Otros de los principales cambios que se realizarán incluyen el diseño de elementos como las horquillas, el cual será con base las modificaciones realizadas en otras secciones del vehículo, en donde se obtendrán dimensiones de *track* y *wheelbase*. También se enfocará el diseño en la reducción del peso del vehículo, ya que esto ayudará al frenado y la aceleración de este.

El giro que puede realizar el vehículo es de gran importancia para las pruebas. La capacidad de giro depende de diversos factores, principalmente relacionados con el sistema de dirección. El ángulo de *camber* es un aspecto crucial, ya que determina la inclinación de las llantas del vehículo respecto a su eje vertical real [2]. Modificar el ángulo de *camber* puede permitir una mayor capacidad de giro al vehículo. Para poder modificar dicho ángulo, se requiere un diseño específico de las horquillas. El ángulo de *camber* se observa en la Figura 1.

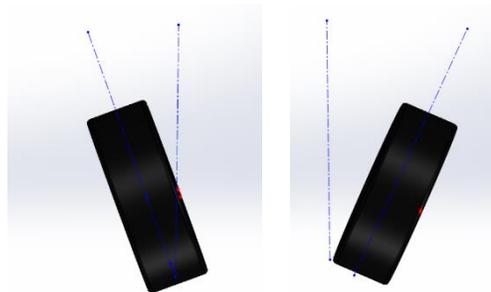


Figura 1. Ángulo de *camber* en una llanta.

Los recursos necesarios para la construcción provienen de un fondo al que aportan diferentes instancias de la universidad: Rectoría y Secretaría de la Unidad Azcapotzalco, Divisiones de CBI y CyAD, Departamentos de Energía, Electrónica, Ciencias Básicas y Materiales; así como instancias externas (Fundación UAM, empresas privadas, personas físicas).

2. Antecedentes

En 2023, los estudiantes de Ingeniería Mecánica realizaron el diseño y construcción de un sistema de suspensión y dirección para un vehículo BAJA SAE UAM 2023 [3]. La suspensión del vehículo estuvo compuesta por un sistema de doble horquilla en la parte delantera y uno de una horquilla y brazo oscilante en la parte trasera. Se mencionó que el conjunto utilizado para la suspensión dio buenos resultados, así que, será utilizado como punto de referencia para el diseño del vehículo.

En 2022, estudiantes de la Universidad Iberoamericana Puebla publicaron la “Prevención de fallas mecánicas para un vehículo BAJA SAE México 2022” [4], en donde se habla acerca de simulaciones en este tipo de vehículos. Tomando como base el procedimiento de estas simulaciones, se realizarán las necesarias sobre los elementos del sistema de suspensión del vehículo 2024.

En 2014, Armando Sánchez Guzmán y Omar Contreras Nava, en su trabajo acerca del análisis dinámico para la suspensión de un vehículo fórmula SAE [5], se habla de cómo realizar el modelado dinámico del mismo, para obtener las constantes de amortiguamiento y rigidez que se presentan en los elementos del vehículo. Lo obtenido en ese proyecto, será analizado para realizar el modelo dinámico vehículo actual.

3. Justificación

En algunas de las pruebas de la competencia se presentan obstáculos de gran tamaño, lo que ha significado una dificultad para los vehículos anteriores. Aumentar la altura de la suspensión ayudará al vehículo para pasar esos obstáculos con mayor facilidad.

El peso del vehículo influye en su aceleración y frenado, por lo que cambiar los diámetros y longitudes de los elementos del sistema contribuirá a una reducción de peso. Con lo anterior, el vehículo tendrá un mejor desempeño en las pruebas de aceleración y frenado en la competencia.

El ángulo de giro ha sido un problema considerable, ya que el vehículo de 2023 no posee uno adecuado para las pruebas a realizar. Poseer horquillas de longitud adaptable, permitirá modificar el ángulo de *camber* para reducir el radio de giro del vehículo. Esta mejora, contribuirá a obtener un desempeño adecuado del vehículo en la competencia 2024.

4. Objetivos.

Objetivo general:

Diseñar y construir el sistema de suspensión para el vehículo 4x4 BAJA SAE UAM 2024 

Objetivos particulares:

Realizar el modelo dinámico de la suspensión que describa el sistema para obtener las constantes de amortiguamiento y rigidez del vehículo.

Realizar mediante cálculos y simulación el diseño de los elementos que componen el sistema de suspensión.

Manufacturar y seleccionar los elementos de la suspensión.

Implementar el sistema de suspensión en el vehículo.

Verificar funcionalidad y de ser necesario modificar el sistema en la competencia BAJA SAE México 2024.

5. Descripción técnica.

Para modificar la altura de la suspensión del vehículo, se buscará un aumento del 12% en la misma, así que la altura aumentará de 0.280 m (la altura actual) a 0.313 m como mínimo.

Los amortiguadores que se utilizarán son los 1.5 Float 3 EVOL R. Las medidas del amortiguador se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Medidas del amortiguador.

| Estado | Longitud (in) |
|--------------|---------------|
| Extendido | 18.24 |
| Comprimido | 12.90 |
| Largo actual | 17.91 |
| Carrera | 5.34 |

El *track* y el *wheelbase* son necesarios para el diseño del sistema de suspensión, ambos se observan en la Figura 2. En la Tabla 2 se muestran las estimaciones de ambos valores.

Tabla 2. Valores estimados de track y wheelbase.

| Parámetro | Valor estimado(m) |
|-----------------|-------------------|
| Track delantero | 1.37 |
| Track trasero | 1.42 |
| Wheelbase | 1.25 |

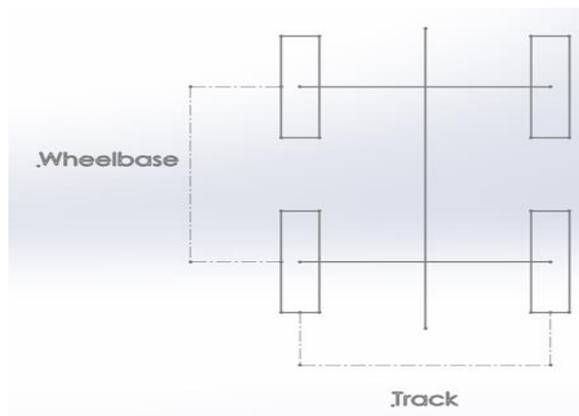


Figura 2. Track y Wheelbase.

Algunos otros parámetros necesarios para el diseño de los elementos del sistema de suspensión se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros para el peso del vehículo.

| Parámetros | Estimación |
|------------------------------|------------|
| Masa del vehículo sin piloto | 230 kg |
| Masa del vehículo con piloto | 310kg |

6. Normatividad

El diseño está limitado y restringido a lo que se establece en el reglamento BAJA SAE México 2024, ya que el vehículo participará en dicha competencia.

NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo [6]. Es necesario el uso de esta norma, ya que algunas de las actividades se realizarán utilizando máquinas para manufacturar o medir elementos del sistema.

NOM-001-STPS-1993 “Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo” [7]. La mayoría de las actividades se desarrollarán dentro del entorno de un taller mecánico, por lo que es importante seguir la norma para una mayor seguridad en el centro de trabajo.

NOM-012-SCT-2-2017, “Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal” [8]. Establece algunas medidas máximas de peso y longitudes para que un vehículo pueda ser utilizado en vía pública.

7. Cronograma de actividades

UEA para la(s) que se solicita(n) autorización.

Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

| Actividades del trimestre 24P | Semana | | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1. Medir elementos del vehículo BAJA SAE 2023 | x | x | | | | | | | | | | |
| 2. Realizar el modelo dinámico del sistema de suspensión | x | x | x | x | | | | | | | | |
| 3. Calcular los esfuerzos en los elementos del sistema | | | | | x | x | x | | | | | |
| 4. Dibujar los elementos en un CAD | | | | | | x | x | x | | | | |
| 5. Analizar las reacciones de las piezas involucradas en el software ANSYS | | | | | | | x | x | | | | |
| 6. Seleccionar los elementos comerciales | | | | | | | | x | x | | | |
| 7. Analizar la manufactura en taller o con terceros | | | | | | | | | | x | x | |
| 8. Cotizar todos los insumos y procesos de manufactura | | | | | | | | | | | x | |
| 9. Maquinar en taller o con terceros los componentes | | | | | | | | | | | x | x |
| 10. Implementar los elementos manufacturados y seleccionados en el vehículo | | | | | | | | | | | x | x |

| Actividades del trimestre 240 | Semana | | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1. Realizar una evaluación comparativa entre los vehículos 2023 y 2024 | x | x | x | | | | | | | | | |
| 2. Realizar ajustes y corregir lo necesario del vehículo | | x | x | x | x | x | | | | | | |
| 3. Probar el funcionamiento del vehículo en la competencia BAJA SAE MEXICO 2024 | | | | | | x | | | | | | |
| 4. Elaborar y entregar el reporte final | | | | | | x | x | x | x | x | x | x |

Entregables

Reporte Final del Proyecto de Integración.

Sistema de suspensión funcionando en el vehículo BAJA SAE UAM 2024.

Referencias

- [1] Society of Automotive Engineers , 2023, "BAJA SAE Mexico Competition" [En línea]. Disponible en: <https://www.saemx.org/bajasaemexico> . [Consulta: 27 de julio de 2024].
- [2] SADECO, 2024, "Camber o ángulo de caída del neumático" [En línea]. Disponible en: <https://www.gruposadeco.com/blog/camber-o-angulo-de-caida-del-neumatico/>. [Consulta: 27 de julio de 2024].
- [3] Bautista Popoca A., Carrillo Espejel J. N., Flores Galindo E., 2023, "Diseño y construcción de un sistema de suspensión y dirección para un vehículo BAJA SAE UAM 2023", Proyecto de integración, Universidad Autónoma Metropolitana, pp 20-150.
- [4] Díaz Ruiz S.A., 2022, "Prevención de fallas mecánicas para un vehículo BAJA SAE México 2022", Artículo, Universidad Iberoamericana Puebla, pp. 2-5.
- [5] Sánchez Guzmán A., Contreras Nava., 2014, "Análisis dinámico de la suspensión de un vehículo de tipo fórmula SAE", Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 8-36.
- [6] CCNNSST, 2008, "Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajos", NOM-017-STPS-2008.
- [7] CCNNSST, 1993, "relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo", NOM-001-STPS-1993
- [8] CCNNTT, 2017, "Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal", NOM-012-SCT-2-2017.

10. Terminología

Horquilla: elemento de la suspensión que se encarga de unir la llanta al chasis y de mantener constante el ángulo de *camber* de la llanta.

Amortiguador: Dispositivo que funciona para disminuir el movimiento po los impactos en los vehículos.

Track: Distancia de llanta a llanta de un eje tomando de referencia el punto donde hacen contacto con el suelo.

Wheelbase: Distancia entre el eje delantero y el eje trasero de un vehículo.

11. Infraestructura

| Nombre del Laboratorio | Ubicación | Equipo o Material |
|------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Taller de Mecánica. | Edificio 2P, planta baja. | Maquinaria del área. |
| Taller de Fundición. | Edificio 3P. | Maquinaria del área. |
| Espacio del Equipo. | Edificio 2P, primer Piso. | Maquinaria y Equipo de Cómputo |

12. Asesoría complementaria

No es necesaria

13. Publicación o difusión de los resultados

Página web de la UAM Azcapotzalco.

Competencia Baja SAE 2024.

Revista Azcatl de la DCBI.

Redes Sociales del equipo FB, IG, in, X.

Página web del equipo http://fenix.uam.mx/escuadron_uam