Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto de Integración (PI): Rediseño del sistema de masas no suspendidas para el vehículo BAJA SAE UAM 2022.

Modalidad: Proyecto Tecnológico.

Versión: Primera.

Trimestre Lectivo: 22I

Datos de los Alumnos:

Nombre: Brian Quintero Yáñez 2172004752.
Correo electrónico: al2172004752@azc.uam.mx

FIRMA

Nombre: Luis Alejandro Vegas Salazar 2183038424.
Correo electrónico: al2183038424@azc.uam.mx

FIRMA

Nombre: Luis Fernando Villalobos Baza 2183037436.
Correo electrónico: al2183037436@azc.uam.mx

FIRMA

Asesores y Co-asesor:

Nombre: Ing. Romy Pérez Moreno.
Categoría: Asociado.
Departamento de adscripción: Energía.
Teléfono: (55)5318-9069.
Correo electrónico: romy@azc.uam.mx

FIRMA

Nombre: M. en C. Gilberto Domingo Álvarez Miranda
Categoría: Titular.
Departamento de adscripción: Energía.
Teléfono: (55) 5318-9066.
Correo electrónico: gdam@azc.uam.mx

FIRMA

Nombre: Dr. Pedro Rosas Quiterio.
Categoría: Asociado.
Departamento de adscripción: Energía.
Teléfono: (55)6346-1207.
Correo electrónico: prqu@azc.uam.mx

FIRMA

18/04/2022

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.

BRIAN QUINTERO YÁÑEZ

LUIS ALEJANDRO VEGAS SALAZAR

LUIS FERNANDO VILLALOBOS BAZA

ING. ROMY PÉREZ MORENO

M. EN C. GILBERTO DOMINGO ÁLVAREZ MIRANDA

DR. PEDRO ROSAS QUITERIO

1. Introducción.

La edición 2022 del proyecto BAJA SAE UAM surge por el interés de dar seguimiento al proyecto realizado en años anteriores por grupos diferentes de alumnos de ingeniería mecánica de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) unidad Azcapotzalco. The Society of Automotive Engineers (SAE), siendo el líder en conectar y educar ingenieros en áreas como la aeroespacial y la automotriz, cuenta con programas didácticos para futuros ingenieros. En su división SAE México, se organiza una competencia inter escolar en donde se construye un vehículo tipo BAJA SAE. Esta organización reta a los ingenieros mecánicos a aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de forma teórica y práctica para dar solución a problemas que simulan casos de la vida profesional.

Además de la construcción de un vehículo monoplaza BAJA SAE UAM 2022, el proyecto engloba distintas etapas de desarrollo. Una de ellas incluye el análisis del vehículo BAJA SAE UAM 2019 para estudiar las fallas reportadas en ese año. A partir de lo mencionado, se realizará la propuesta de rediseño del vehículo 2022. Otra etapa es la selección y diseño de piezas correctas, la fabricación y su montaje. Se harán pruebas al vehículo 2019 y los resultados extraídos se compararán con los que se obtengan del vehículo 2022.

El vehículo BAJA SAE UAM 2022 se debe diseñar y construir siguiendo el reglamento vigente emitido por SAE para poder cumplir con las distintas pruebas de resistencia durante la competencia. En el diseño 2022, se propone como principal criterio la reducción del peso con respecto a lo realizado en el prototipo anterior, así como analizar las partes que se puedan reutilizar.

En el análisis de las masas no suspendidas, es un requisito que el sistema de frenado accione las cuatro llantas estando el vehículo en movimiento o detenido. También, se debe considerar el uso de dos sistemas independientes de frenado, uno trasero y un delantero para evitar accidentes en caso de que alguno de ellos falle. Por otro lado, la construcción del vehículo depende de la obtención de recursos económicos, lo cual vuelve imperante la búsqueda de patrocinios internos y externos a la UAM. Al finalizar la construcción del vehículo, es necesario realizar distintas pruebas dinámicas para corregir el funcionamiento de lo implementado y más adelante acudir a la competencia.

2. Antecedentes.

Propuesta del sistema de frenos para un vehículo BAJA SAE 2021 (Universidad de Carabobo)

El efecto de frenado consiste en transformar la energía cinética producida por el vehículo en calor para detener o reducir la velocidad por medio del rozamiento mutuo entre dos piezas de elevado coeficiente de adherencia, una de ellas fija y la otra móvil [1]. En la vida comercial, son tres los tipos de frenos usados en los vehículos que cumplen con todos los requerimientos necesarios: de disco, de tambor y los ABS.

En este proyecto, realizado por la Universidad de Carabobo, se llevaron a cabo investigaciones tomando en cuenta los tres tipos de frenos ya mencionados, a los cuales se le realizaron diferentes pruebas para verificar cuál sistema se adaptaba mejor a un vehículo tipo BAJA SAE, llegando a la conclusión de que el mejor que se acoplaba a los requerimientos, teniendo en cuenta parámetros como: estabilidad, peso, seguridad, costo, dificultad de implementación y disipación de calor de acuerdo a sus elementos rozantes, eran los frenos de discos. Además, gracias a las investigaciones realizadas, se demostró que la geometría de los discos influye directamente en la cantidad de calor que se disipa, ya que el paso de aire a través de estos genera turbulencias que permiten reducir la temperatura que se genera debido a la fricción cuando se acciona el sistema de frenado [2].

Sabiendo estos conocimientos, para este proyecto se hará uso de un sistema de frenos de discos debido a todos los beneficios que otorga a un costo accesible, tomando en cuenta el hecho de que la geometría es importante para no sobrecalentar el sistema, provocando una reducción en la efectividad de este. Por lo tanto, se analizarán diferentes geometrías, permitiéndonos llegar a una que nos otorgue un frenado que esté bajo los estándares de la competencia.

Baja SAE UAM Azcapotzalco 2017

En el 2017 se reinició el proyecto del vehículo retomando las ideas planteadas para el Baja SAE 2012, basándose en un mecanismo de freno hidráulico, logrando la acreditación del “Passed tech” (aunque se presentaron algunos problemas por malinterpretación del reglamento), permitiéndole participar en las pruebas. Al transcurrir la competencia, el vehículo empezó a presentar fallas en las cuñas que unían la flecha trasera y la horquilla. Además,

también se presentaron graves problemas de fuga en los cilindros maestros, afectando de manera directa al frenado del vehículo [3].

Dado lo mencionado, es de gran importancia encontrar la solución para evitar fugas en los cilindros maestros y así asegurar al piloto y el éxito en la competencia.

Baja SAE UAM Azcapotzalco 2018

Para este año se tomaron las previsiones propuestas por los estudiantes el año anterior. Se adaptó un sistema con doble actuador que permitía activar sistemas de frenos delanteros y traseros de forma separada. Sin embargo, aunque el vehículo logró pasar las pruebas de los jueces, el problema presentado en el 2017 con respecto a los cilindros maestros seguía sucediendo. A este problema de fuga se le añadió otro percance, los vástagos de los sistemas delanteros y traseros presentaron fallas por fatiga, permitiendo el pandeo de estas piezas. Esto se debió a una manufactura errónea [4].

Por lo sucedido en ocasiones anteriores es necesario hacer énfasis en sellar de manera correcta las conexiones entre las líneas rígidas de frenado y los cilindros maestros. Por otro lado, ya que los vástagos presentaron fallas, el rediseño de este sistema debe considerar fuerzas externas mayores a las propuestas en el 2017.

Baja SAE UAM Azcapotzalco 2019

Para el año 2019 el equipo de masas no suspendidas implemento un sistema llamado *Balance Bar* para distribuir la potencia de frenado de una forma más simple, con la intención de hacer el sistema más ligero y fiable. En ese año, se realizó también una mejora en el material de los cilindros maestros, optando por cilindros de aluminio, los cuales presentaron fugas por los que fueron cambiados de último momento a bombas de hierro. Una observación realizada por el equipo de masas no suspendidas de este año es que es necesario un rediseño de las masas delanteras, pues agregan una gran cantidad de peso al vehículo y podrían ser rediseñadas buscando también un aumento en la maniobrabilidad [5].

De lo observado por el equipo del 2019, se tomará en cuenta el uso de cilindros maestros con alta disponibilidad en México. Además, el cambio de las masas es un factor fundamental ya que representan una mejora en la maniobrabilidad y la reducción del peso total del vehículo. Para esto se tomará en cuenta el peso del vehículo del 2019 para así mantener un factor de seguridad adecuado y de esta manera hacer la elección adecuada de las nuevas masas.

Baja SAE University of Akron 2015

Los rotores fueron un componente lógico a diseñar en las tempranas etapas del diseño del sistema total ya que el rango de diámetros posibles está limitado por otras partes del vehículo. Ya que el circuito de los frenos delanteros es un sistema fuera de borda, los ensamblajes residen dentro del rin de las ruedas. El diámetro del rotor está limitado por el diámetro interno del rin y la tolerancia que el caliper frontal deberá de caber dentro del interior del rin con la posibilidad de una cantidad razonable de deformación en el rin. Dentro de este límite de diámetro superior, es una cuestión de habilidad de frenado contra reducción de peso [6].

De lo que ha analizado el equipo de la Universidad de Akron, podemos deducir que el tamaño del rotor para la acción del frenado está limitado por el diámetro del rin a utilizar. Es importante ya que reduce la búsqueda de los rotores que podamos utilizar en la competencia.

SAE Baja Brakes 2018 (UTAH State University)

En la universidad de UTAH el equipo de frenos desarrolló un sistema basado en 3 requisitos:

1. Diseñar un sistema de frenos con la capacidad de bloquear las 4 llantas del coche que se encuentra viajando a una velocidad de 30 mph.

2. Diseñar un sistema para distribuir la fuerza de frenado entre la parte trasera y la delantera.

3. Diseñar y fabricar soportes para fijar el sistema de frenos al vehículo.

Después de las pruebas realizadas, encontraron que las pinzas y los rotores elegidos producen la fuerza de frenado necesaria y se conectan de manera segura con el vehículo. La mayor lección aprendida fue cómo montar el sistema en el vehículo. Al ser un componente crítico, el montaje necesitaba ajustarse de manera segura para eliminar el riesgo de falla. Llegaron a la conclusión de que el tamaño de los calipers delanteros y traseros debían ser reducidos. Además, si se pudiera hacer lo mismo con el cilindro maestro, esto beneficiaría al vehículo a reducir el peso y crear más espacio para el conductor [7].

Teniendo estos datos sobre el proyecto realizado por la Universidad de UTAH, se tomarán en cuenta para el BAJA SAE UAM 2022 el montaje realizado del sistema al chasis del vehículo y la reducción de tamaño de los cilindros maestros, tratando de mejorar la ergonomía de los

vehículos de años pasados, permitiendo un mayor espacio de maniobrabilidad para el conductor.

3. Justificación.

En el año 2019, el equipo BAJA SAE UAM de la Unidad Azcapotzalco construyó un prototipo de un vehículo tipo BAJA SAE. De manera general, el desempeño del vehículo relacionado al área de masas no suspendidas fue bueno, pero se presentaron dos principales problemas: el pedal de freno fue rediseñado para disminuir su peso, sin embargo, no soportó las cargas cíclicas a las que se sometió y fue remplazado de último momento por el pedal usado el año anterior. Otra complicación fue la presencia de fugas de líquido de frenos en los cilindros maestros. También se observó que existe una gran área de oportunidad en cuanto a las masas delanteras y traseras, pues podría reducirse el peso en ellas y mejorar la maniobrabilidad del vehículo.

Por lo anterior, se propone diseñar y construir un sistema de masas no suspendidas ligero y eficiente, minimizando la probabilidad de que se den fugas de fluido, para lograr frenar el vehículo en las condiciones indicadas en el reglamento.

4. Objetivos.

Objetivo general.

Rediseñar e implementar el sistema de masas no suspendidas para disminuir el peso que aporta al vehículo considerando que sus elementos sean geometrías esbeltas y de fácil recambio en la competencia.

Objetivos particulares.

Evaluar el sistema de masas no suspendidas del BAJA SAE UAM 2019 con la finalidad de recopilar y analizar los datos que serán obtenidos en pruebas realizadas a este vehículo.

Rediseñar el *balance bar* haciendo énfasis en los vástagos y los cilindros maestros.

Rediseñar las masas traseras y delanteras sin afectar la fijación al sistema de suspensión.

Desarrollar un pedal totalmente nuevo, eligiendo un material y una geometría que sea resistente a la fuerza que ejerce el piloto.

Gestionar los recursos económicos necesarios, a través de diferentes patrocinios.

Implementar el sistema de masas no suspendidas al vehículo BAJA SAE UAM 2022.

Participar con el vehículo en la competencia BAJA SAE México 2022.

Sistema de frenado separado en dos circuitos hidráulicos independientes, cada uno con su propia reserva de fluido.

Sistema de frenos con doble actuador accionado por un solo pedal que permita bloquear las cuatro ruedas de manera eficaz.

5. Descripción Técnica.

El vehículo usará un sistema de un solo pedal que deberá accionar directamente los dos cilindros maestros, los cuales contarán con deposito de aceite de frenos independiente (reglamento de la competencia) a través de un enlace rígido (no es permitido el uso de chicotes), llevándolo de su velocidad máxima a su detención total permitiéndole bloquear las cuatro ruedas del vehículo en una distancia no mayor a 5 m en distintos tipos de superficies: mezcla de pasto corto con tierra suelta, en asfalto y en tierra suelta. Para lograr esto, se deben tener en cuenta ciertos parámetros que ayudarán al momento de diseñar las piezas necesarias en el sistema, logrando así el cumplimiento de los objetivos.

En cuanto a la distancia de frenado en distintas superficies, un valor importante a considerar es el coeficiente de adherencia, el cual es el que se da entre las llantas y la superficie con la que se encuentra en contacto el vehículo. Este valor es calculado experimentalmente mediante pruebas en los vehículos, sin embargo, se conocen rangos aproximados del coeficiente para cada superficie.

Tabla 1. Coeficientes de adherencias de diferentes superficies

Superficie	**Coeficiente de adherencia (μ_a)**
Asfalto seco	0.8 a 0.9
Asfalto húmedo	0.5 a 0.7
Tierra seca	0.68
Tierra húmeda	0.55

Además, se debe tener en cuenta otro coeficiente de fricción al momento de diseñar el sistema de frenado. Este es el coeficiente que se presenta entre el disco y la pastilla de freno y depende del material con el cual estén hechas estas partes. A continuación, se muestra una tabla con los coeficientes entre distintos materiales, la cual será útil para el diseño del sistema.

Tabla 2. Coeficientes de fricción dinámica y estática entre materiales en contacto

Material en contacto	**Coeficiente de fricción dinámica (μ_e)**	**Coeficiente de fricción estática (μ_d)**
Acero-Acero	0.57	0.74
Acero-Aluminio	0.47	0.61
Acero-Cobre	0.36	0.53
Acero-Latón	0.44	0.51

En cuanto al diseño del pedal, se debe considerar la fuerza que le será aplicada para poder accionar los frenos correctamente y que no exista un deslizamiento de las llantas en las diferentes superficies. Esta fuerza es llamada fuerza de frenado máxima y puede ser calculada fácilmente conociendo el peso neto del vehículo, el peso del piloto, la gravedad y el coeficiente de adherencia.

$$F_{fmax} = mg\mu_a$$

Considerando una masa de 350 kg (peso del vehículo del BAJA SAE 2019 más la masa del piloto), se tienen las siguientes fuerzas máximas sin que haya deslizamiento:

Tabla 3. Fuerza de frenado máxima para las diferentes superficies

Superficie	F_{fmax} (N)
Asfalto seco	2918.47
Asfalto húmedo	2060.1
Tierra seca	2334.78
Tierra húmeda	1888.42

Independientemente del coeficiente de adherencia y la fuerza de frenado máxima, se debe distribuir la fuerza de frenado de manera proporcional al peso que soportarán los ejes al momento de accionar el pedal. Debido a esto, se propone el sistema *balance bar,* el cual permitirá ajustar el porcentaje de frenado que se ejercerá en las llantas traseras y delanteras.

Teniendo en cuenta que el mayor peso del vehículo se encuentra en el eje trasero, debido al sistema de potencia y el motor, y sabiendo que, al momento de la frenada, todo el peso se transferirá al eje delantero, se propondrá distribuir la fuerza con una relación 60:40, siendo el 60% de la fuerza aplicada para las llantas delanteras y el resto para las traseras.

6. Normatividad

NOM-113-SCFI-1995 (Líquido para frenos hidráulicos empleado en vehículos automotores - Especificaciones de seguridad y métodos de prueba).

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones de seguridad y los métodos de prueba que deben cumplir los líquidos para frenos hidráulicos compuestos de aceite no mineral, incluyendo aquéllos que tienen como base productos sintéticos, usados en vehículos automotores.

NMX-D-315-IMNC-2015 (material de fricción para el sistema de frenos).

Esta Norma Mexicana establece los requisitos que deberían 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.

Se aplica a los frenos de disco, conjunto de segmentos vulcanizados y/o remachados para vulcanizar y/o remachar, block para frenos de aire en todas las aplicaciones mencionadas en el párrafo anterior.

Extracto traducido del reglamento BAJA SAE 2022 para el diseño del vehículo y el sistema de masas no suspendidas.

Apartado B del reglamento: Requerimientos técnicos.

Articulo 1 – Requisitos generales de diseño

B.1.1 – Requisitos generales

El vehículo solo puede usar un motor Briggs & Stratton del modelo especificado a continuación. El vehículo debe ser capaz de transportar a una (1) persona de 190 cm (75 pulgadas) de alto con un peso de 113 kg (250 lb).

B.1.4 - Capacidad todoterreno

B.1.4.1 - Tipo de terreno

El vehículo debe ser capaz de operar de manera segura sobre terreno accidentado, incluyendo obstrucciones como rocas, arena, troncos, pendientes pronunciadas, lodo y aguas poco profundas en cualquiera o todas combinaciones y en cualquier tipo de clima incluyendo lluvia, nieve y hielo.

B.1.5 - Configuración del vehículo

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

Artículo 7 - Controles de vehículos

B.7.1 - Sistema de frenos

El vehículo debe tener un sistema primario de frenos hidráulicos que actúe sobre todas las ruedas y sea operado por 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 estado estático como a alta velocidad en el pavimento y en superficies sin pavimentar.

B.7.1.1 - Circuitos independientes

El sistema de frenado debe segregarse en al menos dos (2) circuitos hidráulicos independientes de modo que, en caso de fuga o falla en cualquier punto de un sistema, se mantenga la potencia de frenado efectiva 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 presa 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 interno a través de juntas universales. Se prohíbe frenar en un eje intermedio a través de una etapa de reducción intermedia.

B.7.1.3 - Frenos de corte

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

B.7.1.4 - Líneas de freno

Todas las líneas de freno deben estar montadas de manera segura en el vehículo y no deben proyectarse debajo del marco del vehículo o los componentes de la suspensión.

Todas las líneas de freno deben estar encaminadas y orientadas de manera tal que no estén pellizcadas por las partes de la dirección o la suspensión, ni enganchadas con bordes afilados.

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

En ningún momento las líneas de freno se cargarán en tensión o se engancharán con los neumáticos y las ruedas del vehículo.

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

No se puede construir una línea de freno con tubos de plástico lisos.

Artículo 10 - Sistema eléctrico

Se requiere un sistema eléctrico mínimo que comprenda al menos dos interruptores de apagado del motor, una luz de freno, interruptor de freno, batería y cableado asociado. El sistema eléctrico del vehículo se diseñará y construirá de acuerdo con las buenas prácticas de ingeniería y electricidad. Las luces de freno, luces de reversa y alarmas deben funcionar independientemente de la configuración del interruptor de apagado. Las luces de freno, las luces de marcha atrás y las alarmas deberán estar alimentadas y funcionar en todo momento.

B.10.4 - Señalización

B.10.4.1 - Luz de freno

Se requiere que todos los vehículos tengan una luz de freno funcional para indicar a otros conductores que el vehículo se está deteniendo o disminuyendo la velocidad.

B.10.4.1.1 - Luz de freno requerida

Solo se permiten las siguientes luces de freno. Las luces de freno no mencionadas están explícitamente prohibidas. La modificación de la luz de freno del diseño OEM (del inglés Original Equipment Manufacturator) está explícitamente prohibida. Todas las luces de freno se configurarán para que se iluminen completamente cuando se apliquen los frenos, y se apaguen completamente con los frenos.

• 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.10.4.1.2 - Ubicación y orientación

La luz de freno del vehículo debe tener un soporte resistente, duradero y debe colocarse a un mínimo de 1000 mm (39.4 pulg.) sobre el suelo. La luz de freno debe ser orientada para ser visible a otros vehículos que se desplazan y un brillo paralelo al suelo o en un ángulo ligeramente hacia abajo. No se permiten las luces de freno en ángulo (dirigidos) por encima de un plano horizontal.

B.10.4.1.3 - Interruptor de luz de freno

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

7. Cronograma de actividades.

UEA para la que se solicita autorización: Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

	Trimestre 22 - P												
	Actividades	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Realizar pruebas físicas al vehículo 2019	X											
2	Recopilar y analizar los datos obtenidos del vehículo BAJA SAE 2019	X	X										
3	Diseñar en un entorno CAD el sistema de accionamiento de cilindros maestros, el pedal y el Balance Bar	X											
4	Simular la cinemática del pedal y el sistema Balance Bar		X										
5	Rediseñar y seleccionar las más delanteras y traseras		X	X									
6	Analizar en ANSYS el desempeño de las masas delanteras y traseras			X	X								
7	Conseguir patrocinio para el material seleccionado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Fabricar el sistema de soporte de bombas						X						
9	Implementar las masas traseras y delanteras						X	X	X				
10	Ensamblar e integrar el sistema de frenado en el vehículo									X	X		

	Trimestre 22 - O												
	Actividades	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Realizar pruebas en el vehículo 2022	X	X	X	X								
2	Corregir errores que se presenten			X	X	X	X						
3	Participar en la competencia BAJA SAE 2022			X	X	X							
4	Elaborar y entregar el Reporte Final	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

8. Entregables

Reporte final de proyecto de integración.

Sistema de masas no suspendidas funcionando en el vehículo.

9. Referencias bibliográficas

[1] Sanz, G. A., 1997, *Tecnología de la automoción*, Edebé, Barcelona, España.

[2] Correa-Arciniegas, J., Mago, M., Ríos, R., Vallés, L., 2021, “Propuesta del sistema de frenos para un vehículo Baja SAE,” Revista Ingeniería Universidad de Carabobo, **28**(2.), pp. 294-307.

[3] Franco Marroquín, F., Lemos Samboni, J. I., Rivera Rodríguez, R., 2017, “Rediseño del sistema de masas no suspendidas para un vehículo Baja SAE,” Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana.

[4] Cervantes Vidal, Jose., Olvera Manzanilla, L. E., Rodriguez Delabra, L., 2018, “Rediseño del sistema de masas no suspendidas para el Vehículo Baja SAE 2018,” Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana.

[5] Chávez Frías, J. A., Yáñez Arvizu, G., 2019, “Rediseño del sistema de masas no suspendidas para el Vehículo Baja SAE 2019,” Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana.

[6] Bennett, Philip A., 2015, "2015 Zips SAE Baja Brakes and Throttle System," Honors Research Projects, University of Akron Main Campus.

[7] Holden, A., Janke, B., 2018, “SAE Baja Brakes”. College of Engineering (MAE Students), Utah State University.

10. Terminología

No se requiere.

11. Infraestructura

Taller de mecánica de la UAM Azcapotzalco.

Centro de Desarrollo Asistido por Computadora (CEDAC Alexandria).

12. Asesoría complementaria

No se requiere.

13. Publicación o difusión de los resultados

Página oficial de la UAM Azcapotzalco.

Competencia Baja SAE 2022.

Gaceta universitaria de la DCBI.