

Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

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

Modalidad: Proyecto Tecnológico.

Versión: Primera.

Trimestre Lectivo: 24P

Datos de los alumnos:



Arias Saldaña Luis Fernando

2202003283

al2202003283@azc.uam.mx



Vasconcelos Martínez Fredy Jair

2193045262

al2193045262@azc.uam.mx



Gayou Hernández Emmanuel

2172000236

al2172000236@azc.uam.mx

Datos del asesor y co-asesor.

Asesor: Ing. Romy Pérez Moreno

Categoría: Asociado.

Departamento de Energía.

Teléfono: 5529003893

Correo electrónico: romy@azc.uam.mx

Firma.

Co-asesor: Dr. Iván González Uribe

Categoría: Asociado.

Departamento de Energía.

Teléfono: 5533067531

Correo electrónico: igu@azc.uam.mx

Firma.

Fecha: 06/septiembre/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.

Arias Saldaña Luis Fernando

Vasconcelos Martínez Fredy Jair

Gayou Hernández Emmanuel

Ing. Romy Pérez Moreno

Dr. Iván González Uribe

1. Introducción.

El tren motriz o tren de potencia es un conjunto de componentes mecánicos esenciales en los coches que se encarga de transmitir la potencia generada por el motor a las ruedas para que el vehículo se mueva [1]. En este proyecto está compuesto principalmente por el motor, la transmisión, el diferencial delantero, la caja de reducción trasera, las juntas homocinéticas, los semiejes, el cardán, y la CVT (Figura 1).

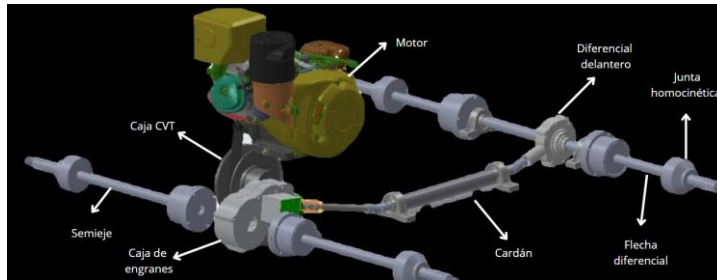


Figura 1. Tren de potencia [2].

En este documento se propone diseñar el tren de potencia 4x4 para el vehículo BAJA SAE UAM 2024. Este vehículo participará en la competencia internacional organizada por la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices), en la que compiten universidades de diversos países. Para llevar a cabo este proyecto, los alumnos participantes aplicarán los conocimientos adquiridos a lo largo de su trayectoria académica.

Tomando como referencia el vehículo BAJA SAE utilizado en la competencia de 2023, se analizaron las áreas de oportunidad para proponer mejoras. Con base en ese análisis se propone diseñar el cardán y los semiejes con un enfoque orientado al fallo, lo que implica considerar las condiciones bajo las cuales podría romperse, así proponiendo una vida útil cercana a las 30 horas de uso continuo. Para el cardán, se evaluará reducir el factor de seguridad a 1.2 con fin de reducción de peso. Por otro lado, se identificó que los ejes y las juntas homocinéticas actuales superan los requisitos de resistencia del vehículo debido a que son fabricados para vehículos comerciales de mayor peso. En relación con el diferencial delantero, se plantea cambiar el material de la cubierta que es de hierro por aluminio. En consecuencia, se llevará a cabo el diseño de estos componentes y se realizará la manufactura o selección y adquisición de piezas comerciales que se ajusten mejor a las necesidades específicas del vehículo.

El vehículo cuenta con una caja CVT Comet 790, en esta se propone encontrar la mejor configuración posible para obtener el mayor torque y velocidad. Esto se logrará mediante el posible cambio de los resortes de las poleas y la variación de la distancia entre los centros de estas. Para ello, se diseñará y construirá un soporte el cual permita levantar el carro y con ello caracterizar la CVT y determinar la mejor configuración.

En cuanto a la caja de engranes trasera, se requiere reemplazar los cuñeros de 1/8 in que se dañaron durante la competencia. Se diseñarán cuñeros de mayor dimensión para incrementar la resistencia de estos.

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

2. Antecedentes.

En el año 2023, alumnos de la UAM Azcapotzalco, realizaron el reporte titulado “Diseño e implementación de un sistema de potencia 4x4 para un vehículo BAJA SAE UAM 2023” [2]. En el escrito se describe el proceso para la construcción del sistema de transmisión de potencia usado en ese vehículo 4x4. Este reporte sirve como base para conocer las condiciones anteriores en el vehículo y proponer el diseño que mejore el sistema de potencia para la competencia 2024.

En 2024, alumnos de la Universidad del Norte de Arizona, publicaron el reporte “Final Design Report – SAE Baja 2023-2024” [3]. En el reporte se detalla el desarrollo y construcción de un vehículo BAJA SAE 4x2. Este trabajo puede servir como referencia para conocer otras formas de trabajo en vehículos BAJA SAE de forma internacional.

En el año 2016, estudiantes de la India, publicaron un artículo de investigación de título “Performance optimization of Continuously Variable Transmisión (CVT) using Data Acquisition systems (DAQ)” [4]. En este artículo se presenta una forma de someter a pruebas de rendimiento a una CVT Comet 780. Este trabajo ayudará a realizar el banco de pruebas para encontrar la configuración más adecuada en el vehículo 2024.

3. Justificación.

El vehículo BAJA SAE 2023 fue sometido a diversas pruebas dinámicas y de resistencia, causando la ruptura de las cuñas de 1/8 in de la caja de engranajes.

Adicionalmente el tener factores de seguridad de diseño altos en el cardán, implica mayores dimensiones y por ende mayor peso, ocasionando que esta masa adicional reduzca el rendimiento del vehículo debido a la potencia máxima nominal.

Debido a lo anterior, el diseño que se propone realizar deberá evitar la ruptura de las cuñas, asegurando el correcto funcionamiento de la caja reductora. El diseño para una vida útil de 30 horas del tren motriz permitirá una reducción de masa, lo que deberá impactar en una mejora del coeficiente potencia-peso. Lograr estas condiciones influirán positivamente en el desempeño del vehículo 2024.

4. Objetivos.

Objetivo general.

Diseñar e implementar el sistema de potencia adecuado para el vehículo BAJA SAE UAM 2024.

Objetivos particulares.

Diseñar y construir un banco de pruebas para la CVT Comet 790.

Determinar experimentalmente en un banco de pruebas la mejor posible configuración para la CVT Comet 790.

Diseñar cuñeros más resistentes para la caja de engranes.

Diseñar juntas homocinéticas que permitan un radio de giro de 3000 mm a 4000 mm en el vehículo.

Diseñar el cardán con un factor de seguridad cercano a la unidad.

Diseñar la carcasa del diferencial delantero.

Determinar las condiciones de esfuerzos y deformaciones de los elementos diseñados mediante software de elemento finito.

Analizar la manufactura o compra de elementos comerciales necesario para el sistema de potencia.

Manufacturar los componentes del sistema de potencia. que no se vaya a adquirir.

Implementar el sistema de potencia en el vehículo.

Realizar una evaluación comparativa del desempeño con respecto al vehículo anterior.

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

5. Descripción técnica.

Los requerimientos para la competencia BAJA SAE 2024 de acuerdo con el reglamento se describen a continuación. [9]

Motor: proporcionar una base uniforme para los eventos de desempeño, todos los vehículos deberán usar el mismo motor: un Kohler CH440 sin modificar, de cuatro tiempos, enfriado por aire y con placa de restricción Baja SAE.

Filtro de aire: Se debe utilizar el filtro de aire OEM para PACH4403302. No se permite la reubicación del filtro de aire.

Materiales de protección HROE (protecciones del tren motriz)

Todas las protecciones HROE se construirán con uno o ambos de los siguientes materiales requeridos:

- Aluminio, de al menos 3,0 mm (0,12 pulg.) de espesor, que cumpla o supere la resistencia de 6061T6
- Acero, de al menos 1,5 mm (0,06 pulg.) de espesor, que cumpla o supere la resistencia del acero AISI 1010

Ejes de transmisión

Todos los ejes de transmisión deben estar protegidos contra fallas mediante dos aros del eje de transmisión, dentro de 51 mm (2,0 pulg.) del punto de 1/3 de longitud y del punto de 2/3 de longitud. Los aros no deben tener un espacio libre superior a 25,4 mm (1,0 pulg.) con respecto al eje de transmisión. Los aros del eje de transmisión deberán tener un mínimo de 25,4 mm (1,0 pulg.) de ancho y se montarán mediante soldadura o sujetadores roscados. El montaje del aro debe conectar rígidamente el aro al marco mediante un material que cumpla o supere los requisitos de HROE.

Para la competencia, se cuenta con un motor reglamentario Kohler. La transmisión de potencia del motor al sistema se realiza a través de una caja de variación continua CVT Comet 790, la cual permite ajustar la relación de transmisión en función de las condiciones operativas. Además, la reducción de revoluciones se logra mediante una caja reductora trasera, diseñada para incrementar el par motor y asegurar un adecuado desempeño en terrenos irregulares.

Finalmente, la transmisión hacia el eje delantero se lleva a cabo mediante un diferencial de especificaciones precisas, que distribuye la potencia de manera uniforme entre las ruedas, mejorando la tracción y estabilidad del vehículo. A continuación, se presentan las especificaciones de cada uno de estos componentes.

Motor:

- Modelo: KOHLER CH440-3162.
- Potencia con placa restrictiva a 9.4 Hp.
- RPM máximas: 3600.
- Peso: 33 kg.

Caja CVT:

- Modelo: COMET 790.
- Rotación en baja: 3.38:1.
- Rotación en alta 0.54:1.
- RPM máximas: 5500.

Caja reductora trasera:

- Relación con eje trasero: 9.3:1.
- Relación con ejes delanteros: 3.27:1.
- Cuñas de 1/8 y de ¼ in.
- Engranajes cónicos a 45 grados.

Diferencial:

- Modelo: OLINKO 03.
- Tipo: Abierto.
- Relación entrada a salida: 2.84:1.
- Peso: 8.0 kg.
- Dientes en corona: 37.
- Dientes en piñón: 13.

6. Normatividad.

ASTM A29/A29M: 2005 "Standard Specification for General Requirements for Steel" [6]. Especifica requisitos para el acero utilizado en la fabricación de engranajes y ejes. Esta norma es útil para el diseño de los ejes y cuñeros de los engranes de la caja reductora trasera.

ISO 9001: 2015 "Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos" [7]. Establece un marco de gestión de calidad que asegura un control exhaustivo del diseño y la mejora continua de los procesos de fabricación. Esta norma sirve como referencia para establecer un formato a seguir para la realización de diseños y fabricación del tren de potencia.

ASTM A108: 2007 "Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold-Finished" [8]. Especifica los requisitos para barras de acero, que pueden utilizarse en la fabricación de ejes del diferencial. Esta norma

puede ser de gran utilidad para el diseño de transmisión de potencia de la caja de engranes y el diferencial delantero a las llantas.

7. Cronograma de actividades.

UEA para la que se solicita la autorización.

Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

	Actividades del trimestre 24-P	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Diseñar el banco de pruebas para la CVT.	■	■										
2	Cotizar los materiales para el banco de pruebas.	■	■										
3	Comprar lo necesario para el banco de pruebas.	■	■										
4	Construir el banco de pruebas.	■	■										
5	Caracterizar la CVT en el banco de pruebas.			■									
6	Diseñar los cuñeros de la caja reductora.				■								
7	Diseñar juntas homocinéticas.					■							
8	Fabricación o selección de juntas homocinéticas.					■	■						
9	Diseñar el cardán.					■	■						
10	Diseñar la carcasa del diferencial delantero.							■					
11	Determinar las condiciones de esfuerzos y deformaciones.							■	■				
12	Manufacturar los componentes del sistema de potencia.									■	■	■	
13	Implementar el sistema de potencia en el vehículo.									■	■	■	■

	Actividades del trimestre 24-O	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Realizar una evaluación comparativa entre los vehículos 2023 y 2024.	■	■	■									
2	Realizar ajustes y corregir lo necesario del vehículo.		■	■	■	■	■						
3	Probar el funcionamiento del vehículo en la competencia BAJA SAE MEXICO 2024.						■						
4	Elaborar y entregar el Reporte Final.						■	■	■	■	■	■	■

8. Entregables.

Reporte Final del Proyecto de Integración.

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

9. Referencias bibliográficas.

- [1] HR Motor, 2023 “¿Qué es el tren motriz?” de <https://www.hrmotor.com/que-es/tren-motriz/>.
- [2] Calette Lemus E. U., Juárez Guerra D. A., Domínguez Correa L. F., Pablo Lopez H. D., 2023, “Diseño e implementación de un sistema de potencia 4x4 para un vehículo BAJA SAE UAM 2023.”, Proyecto de integración, Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 5-82.
- [3] Van Zuyle H., Kamp E., Williams C., Fennell B., Parker D., Barta J., Rabanal G., Fitzpatrick R., Plis A., Jensen L., Berger J., Deluca S., Sagaral A., 2024, “Final Design Report – SAE Baja 2023-2024”, Reporte de curso, Northern Arizona University, pp. 44-51.
- [4] Kumar A., Karmakar S., Malay N., Lohia N., 2016, “Performance optimization of continuously variable transmission (CVT) using data acquisition systems (DAQ)”, International Journal of Engineering and Technology (IJET), 0975-4024, pp. 2144-2150.
- [5] Society of Automotive Engineers, 2024, “BAJA SAE Mexico Rules 2024,” pp. 82-87.
- [6] ASTM A29/A29M, 2005 "Standard Specification for General Requirements for Steel" de <https://www.fushunspecialsteel.com/wp-content/uploads/2015/09/ASTM-A29-Standard-Specification-Steel-Bars-Carbon-and-Alloy-Hot-Wrought-General-Requirements.pdf>
- [7] ISO 9001, 2015 “Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos” de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- [8] ASTM A108, 2007 “Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold-Finished” de <https://www.fushunspecialsteel.com/wp-content/uploads/2015/09/ASTM-A108-07-Standard-Specification-for-Steel-Bar-Carbon-and-Alloy-Cold-Finished.pdf>
- [9] Society of Automotive Engineers, 2024, “BAJA SAE Mexico Rules 2024,” pp. 24.

10. Terminología.

Junta homocinética: es un componente mecánico que permite transmitir potencia entre dos ejes que pueden estar en ángulos distintos, manteniendo una velocidad constante.

Semiejes: los semiejes son componentes clave en el sistema de transmisión de un vehículo, encargados de transmitir la potencia desde el diferencial hasta las ruedas. Cada semieje conecta el diferencial a una de las ruedas motrices, permitiendo que la potencia generada por el motor llegue a las ruedas de manera eficiente.

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 de 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