

Análisis y Simulación de un Chasis tipo Baja SAE usando LS-DYNA

Propuesta de Investigación

Jessica G. Maradey Lázaro
Ingeniería Mecatrónica
Facultad de Ingeniería
jmaradey@unab.edu.co

Sergio Ardila Gómez
Ingeniería Mecatrónica
Facultad de Ingeniería
sardilamecanica@gmail.com

Braulio José Blanco
Ingeniería Mecatrónica
Facultad de Ingeniería
bblanco607@unab.edu.co

Universidad Autónoma de Bucaramanga

RESUMEN

Este Proyecto comprende el análisis y simulación de un chasis tipo Baja SAE usando LS-DYNA, el cual brinda una amplia gama de ventajas permitiendo evaluar y verificar el desempeño del vehículo ante cargas estáticas y dinámicas de manera más robusta que los análisis convencionales.

ABSTRACT

This project comprises the analysis and simulation of a low SAE chassis using LS-DYNA, which offers a wide range of advantages allowing to evaluate and verify the performance of the vehicle before static and dynamic loads in a more robust way than the conventional analyzes.

Área de Conocimiento

Ingeniería

Palabras Clave

Simulación,

INTRODUCCIÓN

El constante cambio en el panorama nacional e internacional del mercado automotriz, la integración e incorporación de software de modelamiento y simulación, la inclusión de nuevas tecnologías de manufactura, descubrimiento de nuevos materiales, uso de nuevas fuentes de potencia y/o energía y el control de emisiones juegan un papel importante en el establecimiento de competencias y del perfil del ingeniero Mecatrónico de la Unab.

La simulación es una de las herramientas de mayor aplicación y uso en el sector industrial en general, especialmente en la industria automotriz, ya que permite predecir el comportamiento de diferentes componentes mecánicos que están sometidos a cargas

estáticas y dinámicas, así como también verificar la resistencia de los materiales utilizados, al impacto y sus modos de vibración.

Una de las pruebas *comúnmente* realizadas son las pruebas de impacto (frontal, lateral, oblicuo, entre otros), ya que nos provee información acerca de la resistencia de la estructura y verificación del estricto cumplimiento de los parámetros de seguridad y asilamiento de componentes y sistemas que conforman un vehículo todoterreno.

El Análisis por Elementos Finitos (FEA) tiene como resultado la cercana predicción del comportamiento de un cuerpo en entornos reales, ante unas perturbaciones de campo, fuerzas, etc. Esta metodología consiste en discretizar una región continua en un conjunto finito de pequeñas formas geométricas, cada una de ellas es regida por una ecuación matemática, la cual nos permitirá ver el comportamiento del cuerpo, ya sean tensiones, deformaciones, vibraciones, fenómenos acústicos o electromagnéticos en esa región específica. [1]

Con este proyecto se pretende analizar el comportamiento de un chasis tipo baja SAE-UNAB y rediseñarlo utilizando una metodología de elementos finitos con el software LS-DYNA el cual nos brindará la información necesaria para la optimización de la estructura, sometiéndola a diferentes pruebas de torsión, vuelco, impacto, deformación, seguridad del conductor, entre otras. Con el fin de obtener un diseño final que sea capaz de dar su máximo potencial en la competencia.

ESTADO DE ARTE

En la última década, se han realizado diversos proyectos y diseños de vehículos “todo terreno”, cumpliendo con un mínimo de normas de seguridad, dimensional y de desempeño que permitan la participación en competencias nacionales e internacionales [2][3][4]. Son innumerables las universidades a nivel mundial que constantemente están trabajando en diseño y construcción de vehículos, ya sea tipo Formula o Baja, ya que representan trabajos de alto impacto, complejidad y permiten a los estudiantes y profesores interactuar de una manera coordinada en la gestión, ejecución y desarrollo de proyectos automotrices. Así mismo, año tras año y de manera continua se trabaja en la mejora y/optimización de los diseños anteriormente realizados, obteniendo excelentes resultados e indicadores de desempeño [5][6][7].

SAE Collegiate Design Series, cada año tiene varias competencias de acuerdo con la región (Baja SAE South África, Baja SAE Brasil, Baja SAE Corea y Baja SAE México). Cada capítulo tiene tres categorías: Baja SAE, Aerodesign y Fórmula. El reglamento para estas competencias está disponible en internet en el link: <http://students.sae.org/cds/bajasae/>. Los estudiantes que participan en el proyecto de Baja SAE deben formar equipos para representar a la institución de educación superior de la que forman parte. En la figura 4 se muestra un ejemplo de un vehículo Baja SAE.

MARCO TEÓRICO

La simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo.

A través de un análisis de simulación de impacto se pueden estudiar los cambios internos y externos del sistema, al hacer alteraciones en el modelo, ya sea tipo de material, forma de la estructura, etc. y observando los efectos de esas alteraciones en su comportamiento podemos determinar cuál es el mejor diseño de todos los propuestos. Entre estos análisis se encuentran la medición de maniqués con acelerómetros, sensores de fuerza y medidores de tensión. Sin embargo, se cree que los maniqués pueden haber alcanzado los límites de su utilidad. Durante los últimos cinco años, los investigadores han corrido miles de simulaciones de choque virtuales. Cada uno a partir de datos extraídos de ejemplos del mundo real, a través de un superordenador.

El principal objetivo de la ingeniería usando estos métodos computacionales es el de obtener información que concierne a la respuesta del sistema físico para ciertas condiciones impuestas generalmente llamadas cargas. Esta información es usada para hacer y justificar una decisión en ingeniería. [3]



Figura 1. Ejemplo de un vehículo baja SAE [8]

Análisis por Elementos Finitos (FEA)

El método por elementos finitos en ingeniería fue inicialmente desarrollado en la física básica para el análisis de problemas en estructuras mecánicas. Esto reconoció que las técnicas podrían aplicarse igualmente en la solución de muchos otros casos.

El desarrollo de los métodos para un análisis por elementos finitos para la solución de problemas de ingeniería empezó con la llegada de las computadoras digitales. Esta solución es gobernada por ecuaciones algebraicas establecidas y su respuesta fue pensado para el uso de la computadora digital que puedan procesar la información para aplicaciones generales.

Este método consiste en discretizar una región continua, dando lugar a una red de nodos conectados entre sí a través de formas geométricas simples llamadas elementos finitos. Así, las propiedades del material y sus ecuaciones constitutivas son consideradas sobre esos elementos según una serie de cargas y restricciones previamente aplicadas (condiciones de contorno). La solución al sistema global se representará de forma continua [1].

Para efectuar esta aproximación y convertir así un problema continuo en uno discreto, el método es el siguiente [1]:

- El continuo se divide, mediante líneas, superficies o volúmenes imaginarios, en un número de “elementos finitos”.
- Los elementos estarán conectados entre sí mediante un número finito de puntos, que llamaremos “nodos”, situados en sus contornos. Los desplazamientos de estos nodos serán las incógnitas fundamentales del problema.

- Se toma un conjunto de funciones que definan de manera única el campo de desplazamientos dentro de cada “elemento finito”.
- Estas funciones de desplazamientos definirán el estado de deformación dentro del elemento en función de los desplazamientos nodales. Estas deformaciones, junto con las deformaciones iniciales y las propiedades constitutivas del material, definirán el estado de tensiones en todo el elemento y, por consiguiente, también en sus contornos.
- Se determina un sistema de fuerzas concentradas en los nodos, tal que equilibre las tensiones en el contorno y cualesquiera cargas repartidas, resultando así una relación entre fuerzas y desplazamientos.

Un ejemplo de aplicación de FEA en diseño automotriz puede verse en la figura 2.

Figura 2. Ejemplo de FEA en diseño automotriz [10].

El procedimiento para un análisis por elementos finitos puede verse en la Figura 1, en la cual se puede observar cada uno de las etapas y sus componentes. El software que sigue este tipo de análisis es ampliamente usado prácticamente en todas las ramas de la ingeniería para el análisis estructural tanto de sólidos como de fluidos.

De esta forma, a la hora de resolver un problema mediante el método de los elementos finitos, se seguirán normalmente tres etapas [1]:

- Pre-proceso. En esta primera etapa se construye el modelo y se deja indicada toda aquella información que sea necesaria para el análisis del mismo: geometría, propiedades de los materiales, condiciones de contorno (cargas y desplazamientos impuestos) y discretización del dominio en elementos finitos (mallado).
- Resolución. Esta etapa es la que tiene que ver más con el cálculo numérico y para la que es realmente imprescindible el uso de ordenadores. En ella se generan las ecuaciones que describen el comportamiento de los elementos finitos (funciones de forma), se ensamblarán en una sola matriz denominada matriz de rigidez y se resolverá el sistema de ecuaciones que nos permita conocer el comportamiento del fenómeno estudiado.
- Postproceso. En esta tercera y última etapa se hace un análisis gráfico y numérico de los resultados obtenidos a partir de la resolución del sistema de ecuaciones.

LS-DYNA

Es un programa de elementos finitos de propósito general capaz de simular problemas complejos del mundo real. Es utilizado por las industrias automovilísticas, aeroespaciales, constructoras, militares, de fabricación y de bioingeniería. LS-DYNA está optimizado para la memoria compartida y distribuida en todas las plataformas.

Es capaz de realizar análisis no lineales como el cambio de condiciones de contorno, deformaciones de gran tamaño y materiales no lineales que no presentan comportamiento idealmente elástico. También tiene la capacidad de analizar altas velocidades, eventos de corta duración, donde las fuerzas de inercia son

importantes tales como accidentes de automóvil, explosiones y manufactura.

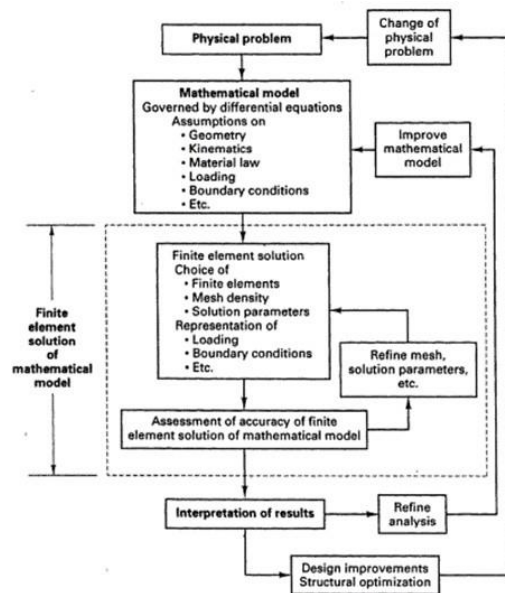
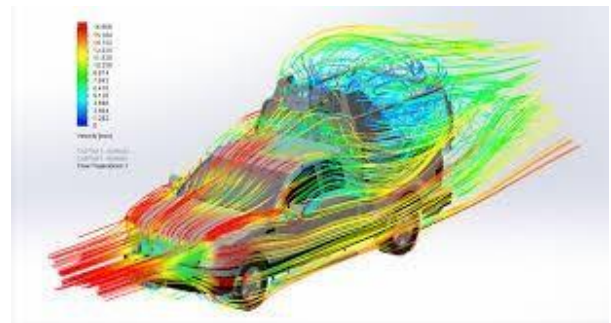
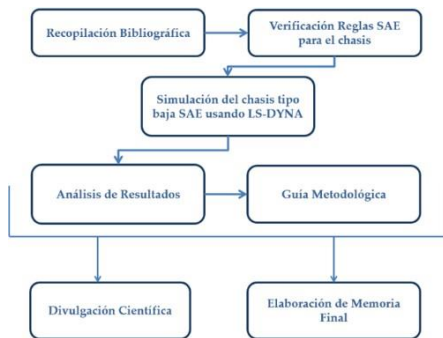


Figura 1. El proceso de FEA [11]

Entre las capacidades de análisis de LS-DYNA incluyen:

- Capacidades 2D y 3D
- Manejo de dinámica no lineal
- Manejo de dinámica de cuerpos rígidos
- Simulaciones cuasi estáticas

- Estática lineal



- Análisis térmico
- Análisis del Fluido
- Choque bajo el agua
- Análisis fallido
- Propagación del crack
- Acústica en tiempo real
- Elástica implícita
- Acoplamiento multi-física
- Acoplamiento estructural-térmica
- Remallado adaptativo
- Concreto y suelos
- Fluidos viscosos
- Materiales definidos por el usuario

LS-DYNA es ampliamente utilizado por la industria del automóvil (véase la figura 3) para analizar los diseños de vehículos. Predice con precisión el comportamiento de un coche en una colisión y los efectos de la está a los ocupantes del coche, las empresas automotrices y sus proveedores pueden probar los diseños de vehículos sin necesidad de herramientas o experimentalmente probar un prototipo, lo que ahorra tiempo y gastos [12].

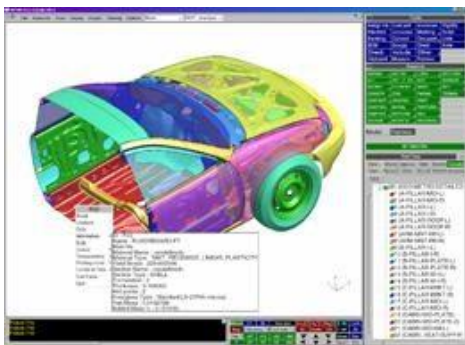


Figura 3. Ejemplo de aplicación de LS-DYNA en diseño automotriz [13].

OBJETIVOS

General

Modelar y analizar el comportamiento de un chasis tipo baja SAE bajo cargas estáticas, de impacto y de choque usando metodología FEA y el software LS-DYNA.

Específicos

- Establecer el estado del arte sobre las funciones y aplicaciones del software LS-DYNA en el diseño automotriz.
- Seleccionar las simulaciones a realizar en el software LS-DYNA
- Analizar los resultados aportados en cada simulación realizada
- Proponer una guía metodológica de diseño, modelado y simulación de chasis incluyendo FEA y CAE.

METODOLOGÍA

El plan previsto para el desarrollo de este proyecto de investigación está basado en los objetivos planteados anteriormente. Las actividades por desarrollar se detallan a continuación:

Recopilación Bibliográfica

Búsqueda bibliográfica y estudio preliminar de métodos, modelos y criterios para el diseño mecánico y análisis del chasis tipo baja SAE.

Búsqueda bibliográfica sobre las funciones y aplicaciones del software LS-DYNA en el diseño automotriz.

Establecer contacto con otras universidades que tengan experiencia en el tema para fortalecer lazos de cooperación y tener acceso a más información referente a este tipo de proyectos.

Verificación Reglas SAE para el chasis

Realizar check list de verificación de cumplimiento de la norma SAE en el modelo de chasis realizado en Solid Works

Revisar la interfaz LS-DYNA vs Solid Works

Simulación del chasis tipo baja SAE usando LS-DYNA

Establecer criterios y condiciones de frontera para planteamiento del modelo

Modelado del sistema.

Definir los parámetros a estudiar y seleccionar los análisis de simulación que se debe realizar para verificar el comportamiento del sistema.

Definir estrategia y pasos a seguir en el desarrollo de la simulación.

Análisis de resultados

Realizar análisis individuales de los resultados obtenidos y comparar con lo obtenido por otras técnicas.

Pruebas y verificación.

Optimización del modelo.

Guía Metodológica

Elaboración de la guía metodológica de diseño, modelado y simulación del chasis incluyendo FEA y CAE.

Difusión científica

Elaboración de los artículos científicos para enviarse a diferentes congresos y revista de carácter nacional e internacional.

Elaboración de la memoria final

Elaboración de la memoria explicativa de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación, incluyendo planos detallados de la solución desarrollada.

Figura 4. Metodología del Proyecto

CRONOGRAMA

Actividad	Duración en Meses					Responsable
	4	8	12	16	20	
Recopilación Bibliográfica	■					Jessica Maradey
Verificación Reglas SAE para el chasis	■					Jessica Maradey
Simulación del chasis tipo baja SAE usando LS-DYNA		■	■			Jessica Maradey Sergio Ardila
Análisis de resultados				■	■	Jessica Maradey
Guía Metodológica					■	Jessica Maradey
Difusión Científica						Jessica Maradey
Elaboración de la memoria final						Jessica Maradey

Figura 5. Cronograma de Actividades

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Semillero	Semillero de Investigación y Desarrollo en Mecatrónica (SIDEM)
Tutor del Proyecto	Análisis y Simulación de un Chasis tipo Baja SAE usando LS-DYNA
Grupo de Investigación	GYCIM
Línea de Investigación	Modelado y Simulación
Fecha de Presentación	6 de Octubre de 2017

REFERENCIAS

- [1] Jiménez, A., 2010, “Diseño y Análisis de un Chasis tipo Carcross mediante el Método de los Elementos Finitos”, BSc. Thesis, Universidad Carlos III de Madrid, SPA.
- [2][Online][https://es.wikipedia.org/wiki/Sociedad de Ingenieros Automotrices](https://es.wikipedia.org/wiki/Sociedad_de_Ingenieros_Automotrices).
- [3] Balaguera, S., Fonseca, J., Jimenez, J., 2011, “Diseño y Construcción de un Monoplaza como Soporte para la Propuesta de una Competencia Universitaria de Vehículos Monoplaza ‘Fórmula U Colombia’”, BSc. Thesis, Universidad Industrial de Santander, Col.
- [4] Ovalle, A., Navarrete, J., Coronado, E., 2015, “Diseño y Construcción de un Vehículo Biplaza tipo Buggy para Uso Recreativo”, BSc. Thesis, Universidad Industrial de Santander, Col.
- [5] Pal, A., Sharma, S., Jain, A., Naiju, C., 2013, “Optimized Suspension Design of an Off-Road Vehicle,” *Int. J. Eng. Sci. (IJES)*, 2 (6), pp. 57–62.
- [6] Sharma, A., Singh, J., Kumar, A., 2015, “Optimum Design and Material Selection of Baja Vehicle,” *Int. J. Curr. Eng. Technol.*, 5 (3), pp. 2169–2180.
- [7] Gawandalkar, U., Ranjith, M., Habin, A., 2014, “Design, Analysis and Optimization of Suspension System for an Off Road Car”, *Int. J. Eng. Res. Technol.*, 3(9), pp. 313–318.
- [8][Online]http://ucsbracing.blogspot.com.co/2014_01_01_archie.html.
- [9] [Online] <http://blog.belzec.net/simulaciones-virtuales-sobre-choques-automovilisticos/>
- [10][Online]<http://iconcret.com/cfd-para-soluciones-deingenieria/>
- [11][Online] <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rWvefGICfO8C&oi=fnd&pg=PR13&dq=importance+of+finite+element+analysis&ots=gFKFyMsrL0&sig=Ktifu-LCR65KcgHKr6lHQ7923hE#v=onepage&q=importance%20of%20finite%20element%20analysis&f=false>
- [12] [Online] <http://www.lstc.com/products/ls-dyna>
- [13][Online]<http://www.oasyssoftware.com/dyna/en/software/pri-mer.shtml>