



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Auditor de Validación de Diseño
Virtual para el Desarrollo de
Vehículos Nuevos**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Fernando Antonio Del Carpio Stefanell

ASESOR DE INFORME

M.I. Fernando Antonio Del Carpio



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2022

Agradecimientos

Este es el resultado de muchos años de dedicación y esfuerzo que no sólo son míos.

Quiero agradecer profundamente a mis padres, Fernando y Susana por su apoyo incondicional siempre, por regalarme todo lo necesario para poder estar en donde hoy estoy parado, por el coraje y valentía que se requieren para cursar esta carrera en esta H. Institución viene de Ustedes; a ti Vale quiero agradecerte por siempre apoyarme estando en las buenas, las malas y las peores, eres como una madre para mí también te atribuyo este logro.

María, gracias por acompañarme en la última curva antes del final de esta hermosa carrera, por enseñarme más de lo que imaginaba y por tú apoyo incondicional.

A Ustedes hermanos Juan Pablo, Emilio y Mariana, espero les sirva de ejemplo de qué, si se trabaja duro, los sueños se cumplen; nunca dejen de soñar.

Gracias también por estar ahí para sacarme una sonrisa o para servir de distracción.

A mis profesores, por sus conocimientos, su apoyo, su tiempo y su paciencia, gracias.

A mis compañeros, por siempre apoyarnos unos a otros, buscando salir adelante en cada clase de la mejor manera, gracias.

Un especial reconocimiento y agradecimiento Ing. Antonio Zepeda, por apoyarme con este escrito consu tiempo y su conocimiento, así como el apoyo en su materia y en todo este proceso.

Índice

Informe de Experiencia Laboral en Auditoría de Validación de Diseño Virtual para el Desarrollo de Vehículos Nuevos

Objetivo.....	4
Introducción	4
Fiat Chrysler Automóviles	7
Área de empaquetamiento vehicular (Packaging)	8
Antecedentes.....	15
Proyecto realizado	16
Análisis de líneas de frenado y combustible.....	16
Análisis de arneses eléctricos, conexiones y rutas.....	20
Análisis dinámico del conjunto Motor-Transmisión para todas las versiones	24
Análisis dinámico de la suspensión para todas las versiones	26
Resultados.....	27
Conclusión.....	28
Otras Fuentes	29
Anexos	30
Glosario	38



Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2022

Objetivo

Este informe tiene como objetivo describir el proceso de validación virtual en el diseño de un vehículo nuevo, el cual es una parte crucial del proceso de pre-producción de vehículos nuevos, no sólo porque evita contratiempos en el ensamble y manufactura de los mismos; también es una herramienta para ahorrar en costos y en tiempo.

Introducción

Imaginemos y visualicemos un vehículo como un rompecabezas armado; cada pieza es crucial para que el vehículo pueda estar completo y listo para su funcionamiento. En este caso, desde un tornillo hasta la unidad de potencia forman parte del rompecabezas. En la industria automotriz sin importar la marca o consorcio de marcas, se cuenta con departamentos de desarrollo y diseño de cada parte del vehículo, ya sea de forma grupal hablando en temas de sistemas en común o de forma individual, en este caso Fiat Chrysler Automóviles tiene cinco departamentos de desarrollo y diseño, cada uno de estos se encarga de crear en un inicio de forma virtual (CAD) cada pieza del rompecabezas, pasando sus controles de calidad, de funcionamiento y diseño se encarga cada departamento de subir a una nube esta pieza y en esta nube se va armando poco a poco el vehículo de forma virtual, siendo en este momento cuando el departamento de empaquetamiento vehicular y comienza a realizar sus estudios de validación.

Hay tres tipos de estudios que se realizan en el departamento de empaquetamiento:

- El estudio estático.
- El estudio dinámico.
- El estudio térmico.

Cada uno de estos se realiza en diferentes fases del desarrollo del vehículo, durante todo el proceso de desarrollo hay diferentes etapas hasta llegar a la liberación del modelo y procede al área de manufactura.

A través de estos estudios se valida que cada pieza del ensamble del vehículo se encuentre en su lugar, en la posición correcta y no afecte o altere de forma antinatural al ecosistema que la rodea, todo esto conforme a diferentes manuales de diseño de la empresa y los conocimientos de ingeniería del auditor ya que las herramientas de visualización no pueden denotar el tipo de material, resistencia a altas o bajas temperaturas, durezas, entre otras en cada pieza o sistema así que todo esto debe ser tomado en cuenta a la hora de realizar dichos análisis.

La historia y evolución del diseño y desarrollo automotriz a través de los años, la historia de la empresa y el proceso en el cual participe, son los temas que trataremos en este informe.

Cuando hablemos de la historia y evolución del diseño y desarrollo, me enfocare en los procesos por los que un vehículo tiene que pasar desde el momento inicial en el que se propone sobre la mesa de planeación de una empresa hasta que sale el primer vehículo producido de la línea de ensamblaje, esto para poder entender cómo y porqué han cambiado los procesos de desarrollo y producción. La historia de la empresa es un preámbulo para entender sobre sus modelos, sus mercados y ver qué se implementan estas medidas en el desarrollo de productos, con la finalidad de que se comprenda de una mejor manera lo que se hace y cómo se hace en esta área, así como los antecedentes con los que uno debe contar para poder realizar dichas actividades.

A través de la historia del automóvil, los procesos de desarrollo han sufrido cambios debido a múltiples factores y nosotros como ingenieros nos damos a la tarea de transformarnos paralelamente.

Tomemos como ejemplo de un vehículo icónico en la historia, el Volkswagen Beetle o mejor conocido en México cómo el "Vocho" que salió a la luz en 1938 un vehículo completamente funcional y que hoy en día su diseño tiene un lugar en nuestros corazones, siendo mecánicamente una pieza maestra de los alemanes, quiénes estuvieron a cargo de crear este ícono, son Ingenieros que diseñaron el vehículo de pies a cabeza, horas de prueba y error en su desarrollo, planos de cada componente del vehículo hechos con escalas milimétricas, cálculos y dibujos; no existían computadoras y softwares sofisticados que les permitieran realizar estos trabajos.

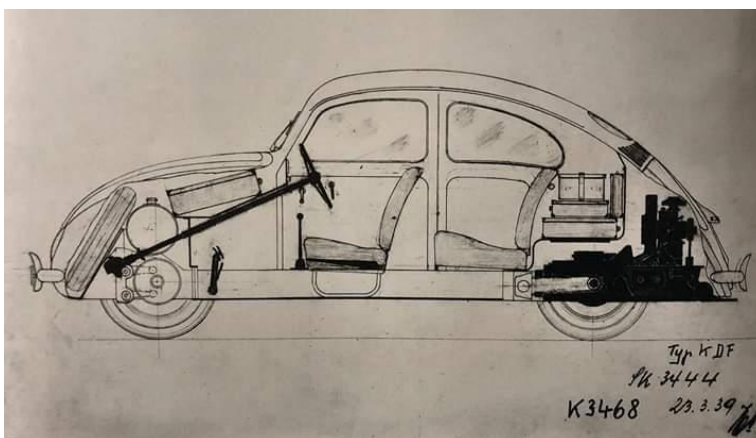


Figura 1: Plano del Volkswagen Beetle 1939.

<https://www.milenio.com/negocios/vocho-historia-del-auto-de-volkswagen-que-dejo-huella>

En la década de los años treinta del siglo XX, el sector automotriz se caracterizó porque los vehículos eran diseñados principalmente por los clientes y los ingenieros eran el enlace entre la petición del cliente y el producto funcional terminado. Después pasamos a los vehículos de producción en masa y esto para las manufactureras representó todo un reto ya que había que construir un sinfín de vehículos todos con las mismas características, algunos detalles claro eran distintos, pero en esencia la base siempre era la misma por lo que los ingenieros se tenían que asegurar de que cada pieza tuviera que ser casi perfecta desde un inicio porque de no ser así esto representaría pérdidas significativas para las armadoras e incluso un riesgo para los usuarios.

Esta tendencia en la industria comenzó a dar pie para que el proceso de desarrollo comenzara a tener cambios, no nos olvidemos que cualquier industria es un negocio y como en todo negocio siempre se va a buscar reducir costos y aumentar ganancias, siempre inversamente proporcional, claro está que nuestra responsabilidad es que la visión de negocios no haga que un producto ponga en riesgo las vidas de los usuarios, no son cientos ni miles los que tienen un vehículo o hacen uso de ellos sino hablamos de millones en el mundo.

Estos cambios han optimizado procesos, reducido tiempos, costos y potencializado el alcance de cada proyecto por lo que hoy en día a pesar de que siguen siendo cientos de personas las involucradas en el desarrollo de un vehículo, muchos de los procesos que antes requerían de mucho tiempo y dedicación como el diseño, manufactura, armado de un vehículo, pruebas del funcionamiento y resistencia de piezas. Hoy son procesos que incluso se hacen de manera virtual, sin necesidad de tener un producto físico y todo posible gracias al nacimiento del diseño, ingeniería y manufactura apoyándose en la computadora y la evolución de software especializado.

Fiat Chrysler Automóviles

Durante mi estancia de becario, se conocía como “Fiat Chrysler Automóviles”, hoy es “Stellantis”, es el cuarto fabricante conglomerado más grande del mundo, la unión de FCA con PSA Group se consolidó a principios del 2021 y hoy abarca el 9% del mercado automotriz a nivel global.

Recordemos su historia para tener antecedentes del origen de este “gigante de la industria”, es en 1925, dónde Walter Percy Chrysler fundó *Chrysler Corporation* como resultado de fusionar *Maxwell Motors* y *Automóviles Chalmers*. A través de la historia *Chrysler Corporation* fue adquiriendo marcas como Dodge o rescatando marcas como Jeep proveniente de la *American Motors Corporation*, durante su existencia *Chrysler Corporation* ha pasado por una serie enorme de transformaciones y fusiones, una de ellas con Daimler que en 2007 finalizó su fusión en donde las acciones de Chrysler fueron vendidas a *Cerberus Capital*, posteriormente tras la crisis económica del 2009 parte de las acciones pasaron a ser del gobierno de Estados Unidos y así fue como Fiat adquirió el 20% de la empresa y una vez cumplidas sus obligaciones, tendrían el 35% más pero no fue sino hasta el 2014 que las negociaciones dieron frutos y nació *Fiat Chrysler Automóviles*.

Colocándose como uno de los grupos con mayor oferta de marcas en el mercado FCA tiene más de 24 plantas de ensamble en todo el mundo principalmente en Estados Unidos e Italia, pero México cuenta con 5 plantas en México, haciéndonos una región de suma importancia para el grupo, un lugar clave para el desarrollo automotriz. Modelos como Jeep Compass, el Fiat 500 eléctrico para el mercado americano y Dodge Journey son ensamblados en Toluca, Estado de México, donde también hay una planta de estampado. En Saltillo, Coahuila la planta de “Trucks” es clave para el mercado de pickups y camionetas de carga como la Ram ProMaster tanto para México como Estados Unidos, además de una planta de motores en dónde se ensamblan motores de seis y ocho cilindros en “V”. Es por esto que FCA ocupa una gran parte en el desarrollo y diseño automotriz que hay en el país.

Con más de mil ingenieros trabajando en sus distintas sedes dentro del país, FCA México cuenta incluso con un centro de Ingeniería en la Ciudad de México en dónde se desarrollan principalmente autopartes, sistemas y análisis para los vehículos ensamblados aquí en México, pero también hay interacción y participación en los distintos mercados y regiones que se dividen en 4: LATAM, NAFTA, EMEA y APAC.

- NAFTA: Mercado de Estados Unidos, México y Canadá.
- LATAM: Latinoamérica, países como Brasil y Argentina principalmente.

- EMEA: Europa Medio Oriente y África como sus siglas en inglés lo indican.
- APAC: Asia y Oceanía.



. Figura 2: Regiones de mercado de FCA (Stellantis)
<https://www.stellantis.com/en/investors/stock-and-shareholder-info/stock-info>

Área de Empaquetamiento Vehicular (Packaging)

El área de empaquetamiento vehicular nació en 2016 dentro de la empresa para realizar procesos de validación de diseño de forma virtual, consta de analizar meticulosamente modelos en 3D a través de un visualizador CAD. Para estos estudios se necesita que todas las áreas de diseño conjunten en una sola biblioteca virtual cada una de las piezas o sistemas del vehículo en su posición natural todo esto con el afán de poder tener una réplica en 3D a escala del modelo deseado.

Cada una de estas piezas se cataloga en diferentes conjuntos, de forma que se pueda categorizar el vehículo armado, por ejemplo, los interiores se conjuntan, el tren motriz y sus partes hacen otro conjunto, los sistemas de combustible, de enfriamiento o sistemas eléctricos hacen conjuntos también así el ingeniero auditor puede identificar en distintos grupos las piezas o partes que involucra cada conjunto y hacer más práctica su forma de trabajar.

Una vez cargado el modelo y sus conjuntos comienzan los distintos tipos de análisis, al ser un análisis exhaustivo, el área de empaquetamiento divide el estudio entre todo el equipo, en el departamento de México se cuenta con ocho ingenieros validadores de diseño

siendo el segundo departamento de empaquetamiento más grande de todos, solo superado por el equipo de Auburn Hills en Michigan, U.S.A. y por encima del equipo de Turín en Italia.

Cada ingeniero es responsable de una serie de conjuntos, siguiendo una matriz de orden de revisión que permite al ingeniero analizar componentes de adentro hacia afuera o de la parte frontal a la parte trasera del automóvil para que así, no se omita algo dentro del estudio.

A continuación, comentamos los tipos de estudio que se realizan, como bien se mencionó anteriormente, existen tres estudios diferentes a realizar en este departamento de validación:

- Estudio estático: Como su nombre lo dice, un estudio estático se lleva a cabo con cada una de las piezas en su posición de origen, simulando un vehículo detenido en donde los ingenieros corren un programa que analiza cada parte del vehículo, conforme a ciertos claros o espacios previamente definidos en un manual interno de ejecución. Esto quiere decir que, dependiendo los sistemas o las piezas a analizar se deben cumplir normas de distancia entre partes para que no haya piezas, cables o mangueras que puedan ser dañadas o interferidas en su posición natural pero eso no es todo, el ingeniero tiene que tener el conocimiento de los materiales y funcionamientos de cada una de estas partes ya que muchas veces hay piezas que naturalmente tienen que encimarse o interferir con alguna otra y eso no significa siempre que vayan a dañarse o a incumplir su funcionamiento por eso es que se necesita un auditor validador durante todo el estudio.
- Estudio Dinámico: Cuando hablamos de dinámica o movimiento no haremos alusión al trayecto de un coche del punto A al punto B, sino que hay partes en un vehículo que por la naturaleza de su funcionamiento tienen movimiento, como por ejemplo: el motor, la suspensión, la transmisión o la dirección, claro que no son movimientos que implican cambio de trayectorias o desplazamientos largos, pero si nos referimos a un motor, podemos decir que está sujeto únicamente por soportes y esto causa que tenga ligeros desplazamientos en múltiples direcciones por lo que puede involucrar problemas con los componentes y sistemas aledaños, así que el fin de este estudio es verificar a través de diversas simulaciones de dichos movimientos naturales en ciertos sistemas o componentes no vayan a representar un problema una vez armado y funcionando el vehículo.
- Estudio Térmico: Un motor de combustión interna funciona a altas temperaturas y al estar compuesto principalmente de aleaciones metálicas la transferencia de calor es inevitable, tanto por radiación como por conducción así que por medio de un software interno de la empresa se crean simulaciones de los picos de temperatura de algunos componentes, por ejemplo: los del sistema de escape principalmente.

Una vez realizadas las simulaciones se hace un análisis de claros de estos componentes con los alrededores y con base en los manuales internos se verifica que todos los componentes cumplan con las distancias mínimas requeridas con sus alrededores para que estos no sean afectados por calor.

Durante el desarrollo de un vehículo, este pasa por diversas etapas las cuales van complementándose una tras otra, al iniciar el proceso de empaquetamiento vehicular se debe de formar una sesión de análisis vehicular, esto consta de tomar un modelo del automóvil en la etapa que se requiere el análisis y hacer un ensamble virtual de todos los componentes existentes hasta esa etapa, es decir, cada pieza y componente ya diseñado se ensambla en un software de visualización de CADs formando así tu vehículo virtual completo.

Dependiendo el tipo de análisis que se requiera, la sesión se concentrará en los componentes involucrados, por ejemplo, si queremos hacer un análisis estático de todos los componentes del interior de habitáculo, la sesión se armará únicamente con los componentes del habitáculo y su interior.

Hay requisiciones desde un análisis para un solo sistema como podría ser el de enfriamiento, o el de las líneas de frenado hasta una requisición para analizar el vehículo completo con cada uno de sus componentes.

Al momento de armar el vehículo, cada sistema está denominado y dentro del software a cada denominación se le asignan las piezas que deben de aparecer a la hora de seleccionar un sistema, por ejemplo, el sistema de frenado (Figura 3) se denomina de dos formas:

1. **BRAKE 1:** Se utiliza para los Discos, Calipers, booster (Bomba de frenos), Sensores, Controladores, depósito de líquido, cilindro maestro y el pedal.
2. **BRAKE 2:** Se utiliza para todas las líneas del sistema.

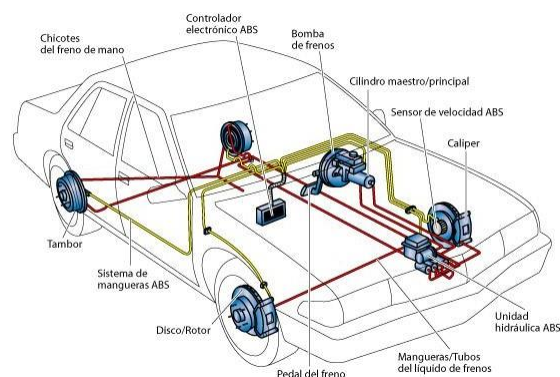


Figura 3: Esquema de sistema de frenado.

<https://como-funciona.co/un-sistema-de-frenos/>

Por consiguiente, si tú deseas ver únicamente las líneas de frenado tienes que encender a BRAKE 2, si quieres ver todo el sistema de frenado, en el software se debe de encender ambos grupos, esto con el fin de optimizar la sesión ya que un vehículo consta de miles de piezas y es mejor agruparlas por sistemas.

Una vez teniendo la sesión terminada y el objetivo del análisis se reparte a un grupo determinado de ingenieros cada sistema para que no sea una sola persona la que realice el análisis ya que es un trabajo muy exhaustivo y muy importante previo a la fase de producción de un vehículo.

Ya definidos los grupos para cada ingeniero, se tiene que seguir una matriz de análisis como la que se muestra en la Figura 4, esta matriz consta de enlistar los sistemas en una columna y en una fila con el fin de correr en el software una función de interacción entre sistemas para que todos los sistemas sean analizados entre sí. En la figura podemos observar la matriz con diversos sistemas, lo que se encuentra en verde se va a omitir y los cuadros blancos se utilizaran como guía de análisis. Tomemos como ejemplo el sistema BRAKE 2, podemos ver que sólo tiene un cuadro blanco en su columna (Vertical), pero si observamos los demás sistemas vemos que dentro de sus cuadros van a tener un cruce con BRAKE 2 siendo así que cada uno se cruce entre sí con los demás.

	BRAKE 1	BRAKE 2	INTERIOR 1	INTERIOR 2	INTERIOR 3	POWER TRAIN	CLIMATE 1	CLIMATE 2	WHEELS	SUSPENSION 1	SUSPENSION 2
BRAKE 1											
BRAKE 2											
INTERIOR 1											
INTERIOR 2											
INTERIOR 3											
POWER TRAIN											
CLIMATE 1											
CLIMATE 2											
WHEELS											
SUSPENSION 1											
SUSPENSION 2											

Figura 4: Matriz de análisis de sistemas.

La función de interacción entre sistemas automotrices corre a través de parámetros que el ingeniero ingresa al software, estos parámetros de análisis son estudiados internamente y acordados por un grupo de especialistas por lo que son confidenciales para cada sistema, lo que para fines de demostración y entendimiento se utilizarán números congruentes más no reales en este reporte. Estos parámetros dependen del tipo de análisis que se

requiere y depende del cruce que cada sistema tiene, por ejemplo, la tabla de la figura 5 muestra los siguientes parámetros:

MEDIDAS EN [mm]	MISMO SISTEMA	METALES	PLÁSTICOS	OBJETOS PUNZOCORTANTES	ALTAS TEMPERATURAS
BRAKE 1	2.5	8	6	15	25
BRAKE 2	2.5	10	6	15	25
INTERIOR 1	5	8	6	15	N/A
INTERIOR 2	5	8	6	10	N/A
INTERIOR 3	5	8	6	10	N/A
POWER TRAIN	6	5	8	10	8
CLIMATE 1	2.5	10	8	10	15
CLIMATE 2	2.5	10	8	10	15
WHEELS	3	10	5	10	N/A
SUSPENSION 1	5	5	5	15	25
SUSPENSION 2	5	5	5	15	25
EXHAUST SYSTEM	2.5	5	15	10	45

Figura 5: Tabla de parámetros para claros entre componentes.

Siguiendo el ejemplo del sistema de frenos, se selecciona para BRAKE 2, su único cruce que es con BRAKE 1, al ser grupos de un mismo sistema se observa la tabla de parámetros y se observa que el parámetro requerido es de 2.5 mm, esto se refiere a que al menos debe de haber 2.5 mm de claro entre componentes del mismo sistema. Ya que se ingresan los parámetros se corre el software y lo que va a hacer es realizar un análisis de medición entre piezas, una por una hasta terminar. Hasta ahora la experiencia y conocimiento del ingeniero a realizar el análisis no ha sido necesaria en su totalidad, pero una vez que termina el software de correr su análisis, el ingeniero tiene que revisar los resultados y ahí es donde entra todo el conocimiento.

Me refiero que al sistema se le pidió que corriera un análisis de claros entre componentes y piezas con un parámetro de 2.5 mm entre ellas, si nosotros observamos un sistema de frenado más a fondo podemos ver que las líneas de frenado están conectadas a los calipers para que el líquido de frenos pueda circular a través del sistema y empujar los pistones que presionan las balatas en contra de los discos, así mismo, las líneas están conectadas al cilindro maestro que está conectado con el depósito y también a la bomba de frenos que viene ensamblada con el pedal como se observa en la Figura 6.

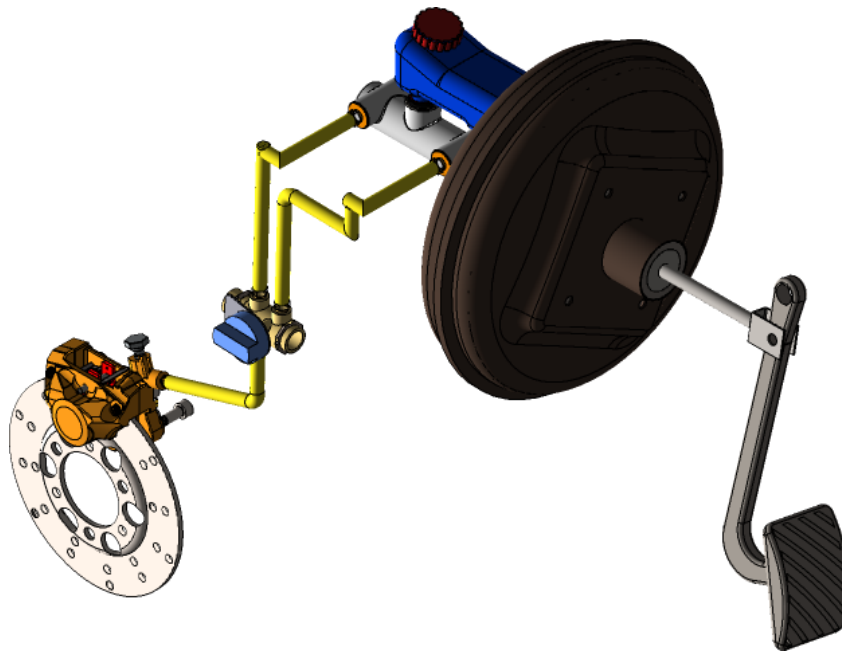


Figura 6: Ejemplo de ensamble del sistema de frenado en CAD.

<https://grabcad.com/library/sistema-de-frenado-1>

Todas estas conexiones el software las va a marcar como un error en su análisis por lo que el ingeniero tiene que revisar cada error que arrojó y bajo su criterio tiene que estudiar cada error ya que muchas veces son condiciones naturales, es decir, las interacciones entre piezas existen y el ingeniero tiene que corroborar que aunque existan, las conexiones estén bien alineadas, que cada pieza tenga la posición correcta para su funcionamiento, que los claros de 2.5 mm se respeten entre componentes que sí deben de estar a esa distancia, por ejemplo el borde del disco con el borde del caliper, entre otros componentes.

Si todas las condiciones de los sistemas pasan la revisión del ingeniero, no importa si el software declaró 150 errores, en la matriz se coloca la cantidad de errores detectados, si no hay se coloca un "0" y se pasa a analizar el siguiente cruce de grupos de la misma forma en la cual se analizó el cruce de grupos de frenos en el ejemplo sólo que con los parámetros deliberados. En el caso donde se encuentran errores de diseño, ya sea por posición, interferencia, menor claro del mandatorio. Se tiene que realizar una captura del error observado, realizar una pequeña diapositiva con diferentes imágenes de la condición y reportarla al responsable de diseño de esa pieza o componente para que pueda corregirlo y esa condición virtual no pase a ser una condición física en la producción, una vez que el diseñador te informa que la condición fue corregida, se tiene que revisar que el

diseño esté correctamente posicionado y cumpliendo con los parámetros necesarios para poder validarlo y poder dar como terminado el análisis.

Este proceso para análisis dinámicos es similar, las únicas diferencias son que los parámetros cambian, y que los CAD's que observamos en el software tienen una condición de movimiento en diferentes posiciones como se muestra en la Figura 7.

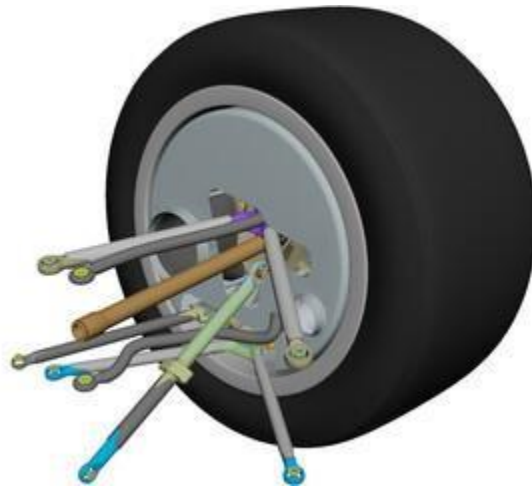


Figura 7: CAD de las diferentes posiciones de la suspensión debido al movimiento natural de un vehículo.

<https://www.plm.automation.siemens.com/global/pl/products/simulation-test/motion-simulation.html>

Al representar de forma virtual los movimientos naturales de componentes dinámicos el ingeniero debe de realizar un análisis acorde a las interacciones de esos movimientos simulados con los componentes aledaños, y descartar errores que el software no puede distinguir, por ejemplo, un sensor que va sujeto a uno de los brazos de la suspensión, claro que el software va a marcar que hay una interferencia pero el ingeniero sabe que ese sensor al estar sujeto al brazo va a tener el mismo movimiento que el que se presenta en el sobre virtual de movimiento de componentes.

Para realizar el análisis térmico se utiliza primero un software interno confidencial para simular las temperaturas de cada componente como se muestra en la Figura 8.

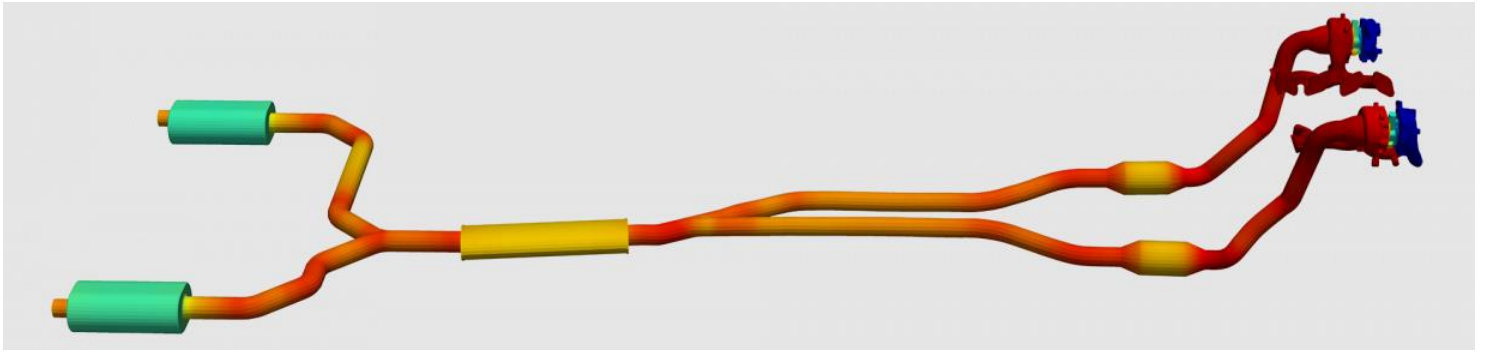


Figura 8: Esquema de temperaturas por color del sistema de escape.

Imagen obtenida de un documento interno.

Una vez registrada la información, el ingeniero tiene que correr el cruce del grupo para el sistema de escape con los grupos de su alrededor y bajo los parámetros especiales para los análisis de temperatura realizar el mismo estudio de claros similar al análisis estático y dinámico.

Antecedentes

A través de la historia, hemos de constar que los vehículos no requerían de tantas piezas y componentes para su funcionamiento y producción, hoy en día un vehículo consta de más de 70,000 piezas por lo que este proceso y las herramientas computacionales permiten tener un mayor alcance y mayor profundidad en el análisis y desarrollo de un vehículo.

Si retrocediéramos en el tiempo este proceso de empaquetamiento vehicular, no se podía realizar hasta tener un modelo físico armado y el trabajo de los ingenieros constaba en revisar componente por componente con algunas omisiones debido al acceso para visualizar ciertas piezas, sin duda para el observador quizá era más sencillo entender qué pasa con cada componente al tenerlo físicamente presente pero difícilmente se tenía un estudio tan profundo como hoy en día. Por ahora los softwares de diseño no te deja visualizar los materiales de los componentes, podrías definir el material pero visualmente no puedes saber si son metales, plásticos, cerámicos, etc., por ejemplo, algunas mangueras o líneas que en el pasado el ingeniero al tener el vehículo físicamente sabría de sus materiales por tacto o vista, hoy en día el ingeniero al realizarlo de manera virtual, debe contar con el mayor conocimiento posible y la noción de los materiales y las condiciones de cada componente.

Si un ingeniero no ha tenido experiencia previa con los sistemas de un vehículo, no tiene conocimiento de los materiales y sus resistencias, no conoce sobre transferencia de calor, dinámica o funcionamientos de máquinas, difícilmente va a poder realizar uno de estos análisis de empaquetamiento vehicular ya que son las bases para tener un criterio

sustentado para tomar decisiones sobre lo que puede ser una condición errónea en el diseño de un vehículo.

Este proceso es relativamente nuevo para la empresa, pero sin duda es un proceso que ha permitido ahorrar costos y optimizar la planeación de diseño y desarrollo vehicular, por lo que todos los automóviles futuros de la empresa pasan por este proceso.

Esto mencionado anteriormente hace que todos los ingenieros del área interactúen con la mayoría de los vehículos y modelos, ya que son análisis muy extensos y a pesar de que cada uno es encargado de una familia vehicular, a la hora de realizar el análisis todos participan por lo que durante mi estancia en la empresa realicé cerca de 50 análisis diferentes para distintos modelos y sus versiones.

Proyecto Realizado

En el área de empaquetamiento vehicular se trabaja con modelos de aproximadamente dos hasta cuatro años futuros, así como proyectos especiales como prototipos por lo que me fue asignado el proyecto de todos los análisis estáticos y dinámicos de la nueva versión de una SUV icónica de la marca JEEP para los años 2021 y 2022, tomando en cuenta que en ese entonces era el año 2019.

Este proyecto en especial, lo realicé de forma individual por lo que ningún otro ingeniero del equipo participó. Los objetivos de estos análisis fueron los siguientes:

- Realizar una revisión de líneas de Frenado y Combustible.
- Realizar una revisión de los arneses, conexiones y rutas.
- Realizar el análisis dinámico del conjunto Motor-Transmisión para todas las versiones.
- Realizar el análisis dinámico de la suspensión para todas las versiones.

Análisis de las líneas de frenado y combustible

Las líneas de un vehículo son de los últimos componentes en diseñarse, debido a que requieren de una ruta en específico donde no se vean afectadas o tengan interferencias por otros componentes así que lo que se busca en este análisis es que los componentes aledaños estén a las distancias mínimas requeridas, así como la revisión de las terminaciones de cada línea y sus conexiones como se muestran los esquemas de la Figura 9 con las líneas de frenado y la Figura 10 con las de combustible.

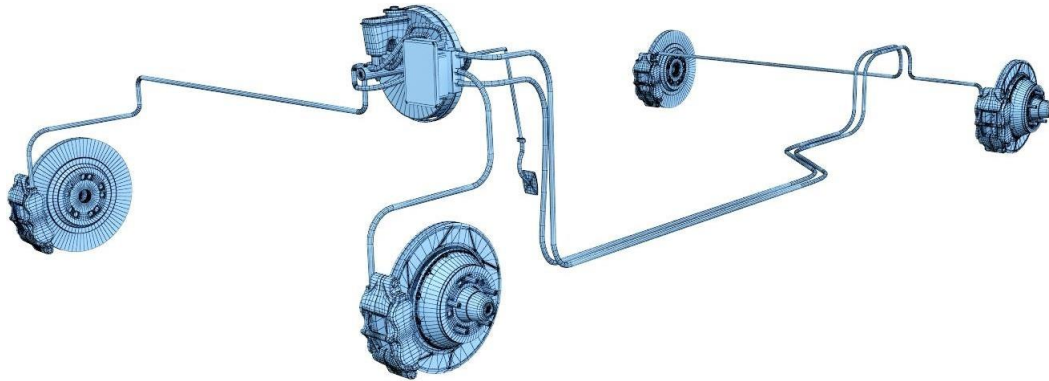


Figura 9: Modelo virtual de líneas de frenado.

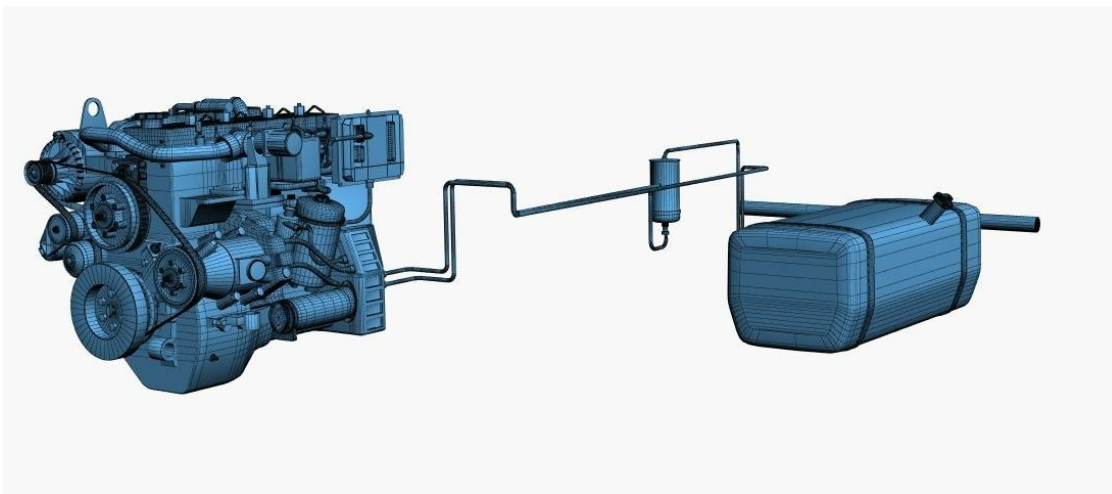


Figura 10: Modelo virtual de líneas de combustible.

Al momento de hacer el análisis una vez corrido el programa con los parámetros debidos, aparecerá una lista de errores de cada punto en el espacio que esté fuera de los parámetros, claro que esto solamente de los componentes seleccionados a la hora de hacer el estudio, en la Figura 11 podemos observar una captura de pantalla de un análisis realizado en el mismo software de diseño que se utiliza en la empresa.

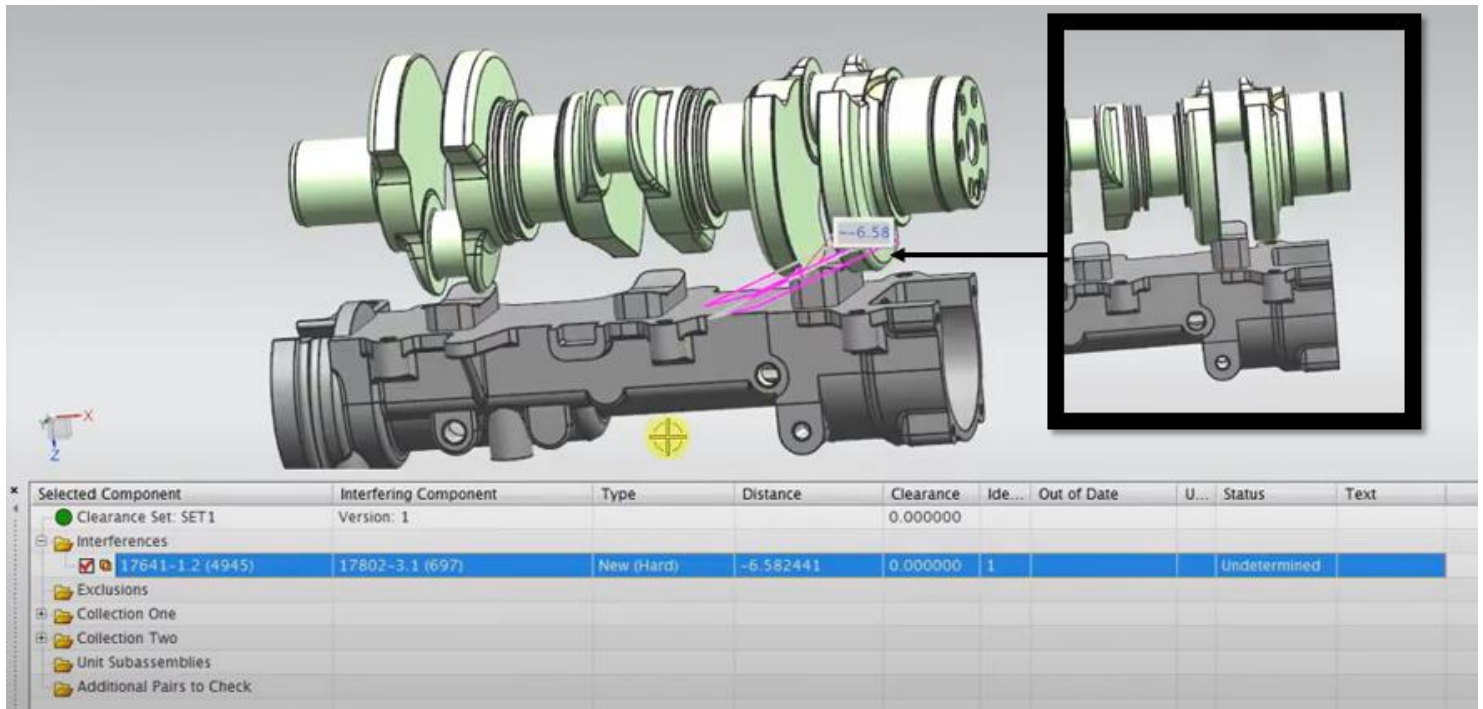


Figura 11: Ejemplo externo a la compañía de un análisis de claros marcando una interferencia entre componentes a través del software NX Siemens.

Para fines de un mejor análisis, se tienen que poner en tonalidades grises todos los componentes del vehículo ya que, al correr el programa, los componentes con problemas serán resaltados con dos colores distintos, también se necesita cierta transparencia ya que el visualizador nos permitirá ver a través del espacio en todas direcciones y posiciones como se muestra en la Figura 12.



Figura 12: Líneas de frenado y de combustible de un vehículo virtual junto con otros componentes.

<https://www.turbosquid.com/3d-model/vehicle-parts>

Los errores más comunes en un análisis de líneas son principalmente los claros, muchas veces las líneas de combustible o frenado pasan muy cerca de otros componentes debido a los espacios reducidos, pero esto no quiere decir que sea un error de diseño, para el programa es evidente que no respeta los espacios pero si hablamos de líneas de combustible están hechas de aluminio o de plásticos altamente resistentes además de que están sujetas en diversos puntos a través de toda su ruta por lo que puede pasar por espacios muy reducidos fuera de los límites y esto realmente no representará un problema como se observa en la Figura 13.

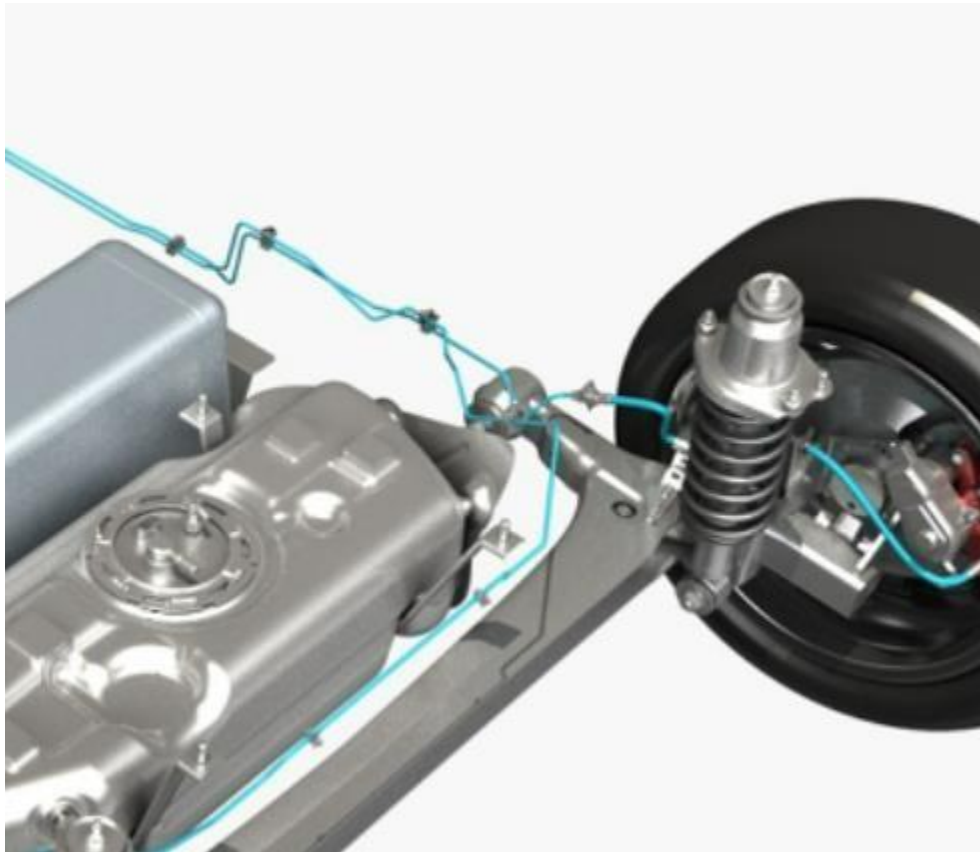


Figura 13: Líneas de combustible en la parte trasera de un vehículo virtual.

<https://www.turbosquid.com/3d-model/vehicle-parts>

Bajo el mismo criterio y las mismas condiciones se analizaron las líneas de frenado y como resultado de los análisis, no existieron fallas en el ruteo ni mal posicionamiento de las terminales.

Análisis de arneses (conexiones y rutas)

Al igual que las líneas de combustible, los arneses se diseñan al final debido a que están formados por grupos de cables por lo que pueden adaptar diversas posiciones y esto hace más sencillo colocarlos a través de todo el vehículo como se observa en la Figura 14.

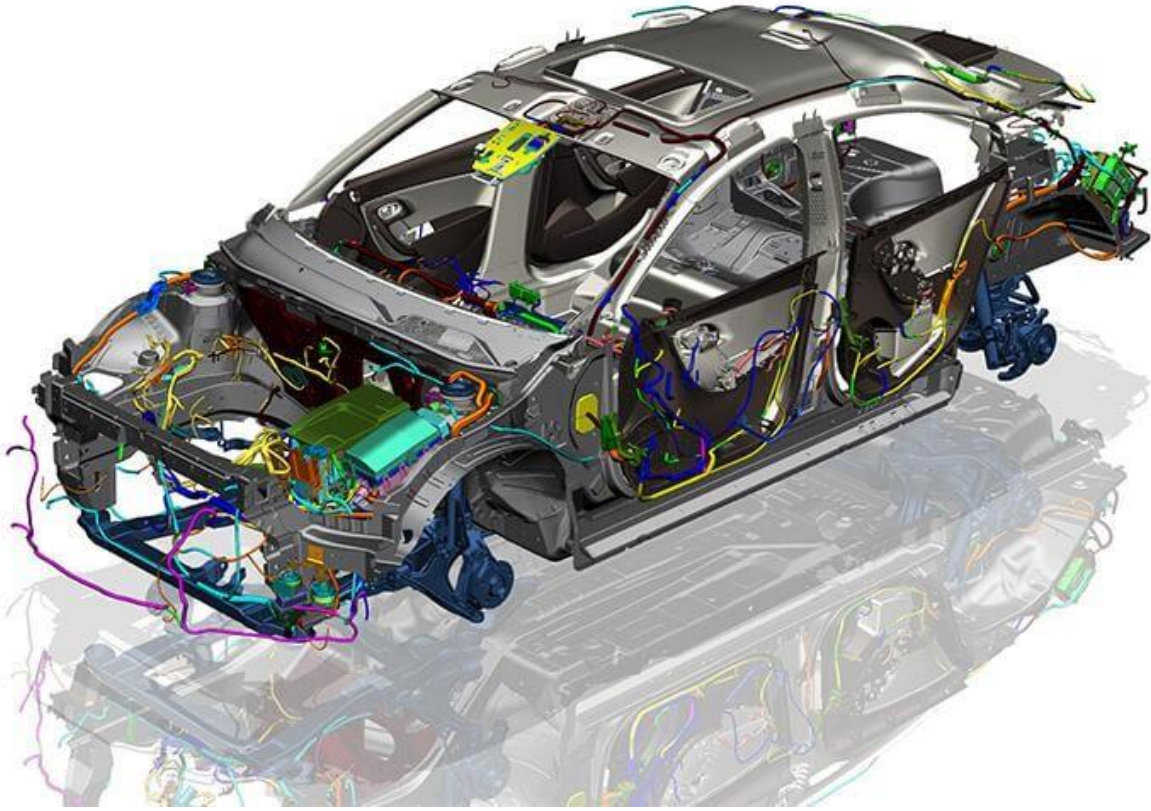


Figura 14: Rutas de los arneses a través de un vehículo de forma virtual.

<https://www.turbosquid.com/3d-model/vehicle-parts>

Un vehículo está compuesto en parte, por diversos componentes eléctricos por lo que estos requieren de conexiones, estos componentes eléctricos se encuentran por todo el coche, por ejemplo, dentro del habitáculo tenemos los arneses para los asientos, que tienen control de posiciones eléctrico, así como calefacción, también tenemos el arnés para los tableros de infoentretenimiento (Radio, Navegador GPS, Etc.) y del cuadro de instrumentos (Pantalla con velocímetro y odómetro), el arnés para las puertas que cuentan con seguros y ventanas eléctricas, entre muchos otros componentes como se observa en la Figura 15.

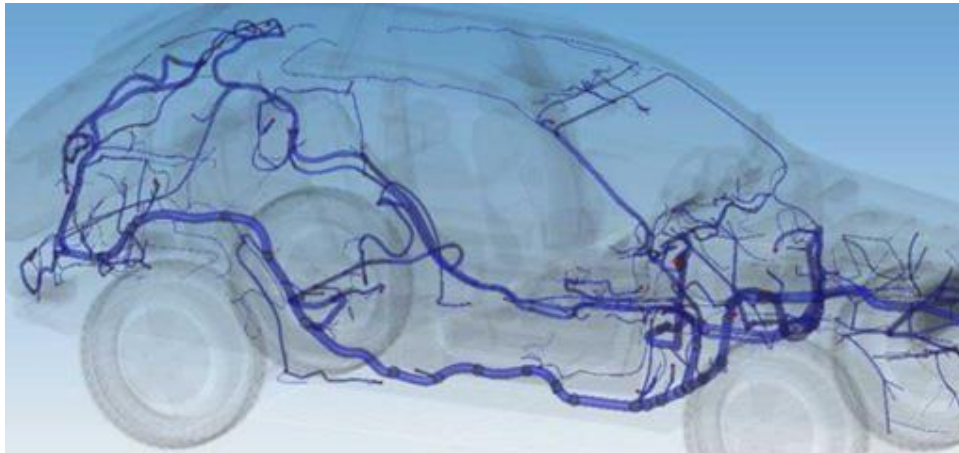


Figura 15: Arnés dentro del habitáculo de un CAD para una SUV.

<https://www.turbosquid.com/3d-model/vehicle-parts>

Por fuera del habitáculo están los arneses del motor, transmisión, de las luces del vehículo y de una gran variedad de sensores como se observa en la Figura 16.

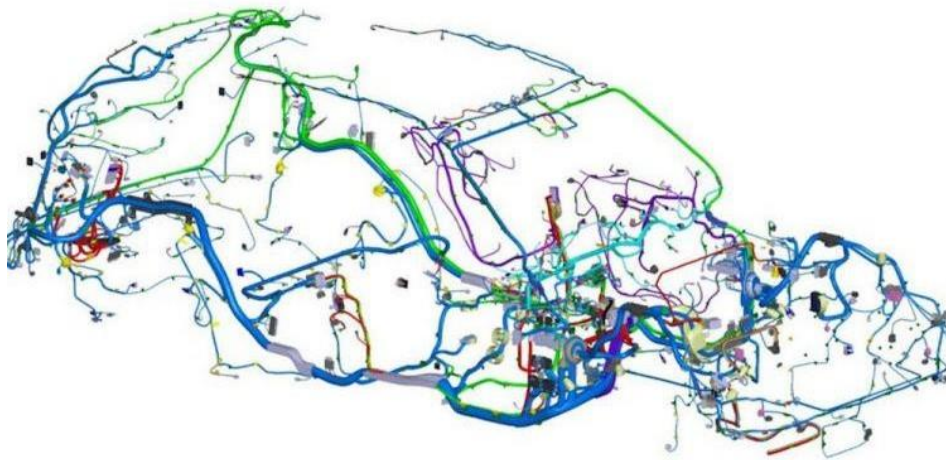


Figura 16: Juegos de arneses interiores y exteriores de una SUV en CAD.

<https://www.turbosquid.com/3d-model/vehicle-parts>

Es muy similar el análisis que se hace entre las líneas, las mangueras y los arneses de un vehículo ya que los criterios son muy similares para estos componentes, en el caso de los arneses que están formados por cables como lo habíamos mencionado anteriormente, tenemos que revisar que su ruta sea la más óptima, al estar forrados por plásticos que aíslan la corriente y temperatura en algunos casos, hay que asegurarnos que ninguna

pieza pueda dañar esa cubierta, por ejemplo uno de los errores más comunes en posicionamiento de arneses es dejar expuesto algún cable al borde de un objeto metálico que produzca movimiento como el motor, si este borde no tiene un acabado amigable, el movimiento del motor y el acabado del borde dañarían después de un tiempo el exterior del cable pudiendo producir algún fallo en un sistema eléctrico, un corto circuito o incluso que el vehículo deje de funcionar en su totalidad ya que hoy en día los componentes eléctricos y electrónicos como la ECU son pilares incluso del encendido de un automóvil.

Este tipo de conocimiento es fundamental en el ingeniero por su preparación en resistencia de materiales, electrónica, mecánica-eléctrica y dinámica pero no hay que dejar de mencionar que ese conocimiento teórico es sólo una parte de lo que se requiere para realizar este tipo de trabajo.

Otro de los errores comunes en el diseño y posicionamiento de arneses son las conexiones que principalmente se encuentran creando interferencia entre terminales, esto no es más que un simple error en la posición programada en el software de diseño, esto causado quizá por la adición de alguna terminal u otro componente.

En diversos casos, se diseña un solo arnés para varios mercados en donde se adhieren distintos cabezales para las terminales, esto con el fin de ahorrar costos, así que a la hora de verificar estas interferencias se tiene que contemplar el mercado para el cuál se está realizando el estudio de empaquetamiento y con eso corroborar si realmente la interferencia de posición es correcta o es de la terminal del arnés para otro mercado cuyas características del vehículo pueden cambiar.

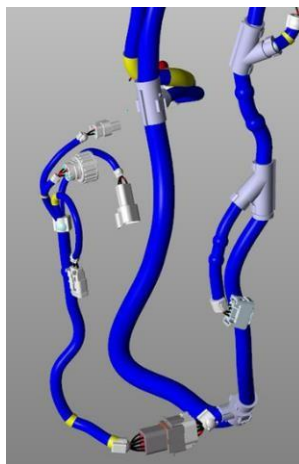


Figura 17: CAD de un arnés vehicular en NX

<https://www.plm.automation.siemens.com/global/pl/products/simulation-test/motion-simulation.html>

Análisis dinámico del conjunto Motor-Transmisión

Aunque el motor se considera como parte de un automóvil, generalmente se estudia como un objeto por separado, debido a que está sujeto por medio de soportes que permiten un movimiento minucioso cuando el vehículo está en movimiento o cuando el vehículo busca frenarse y esto puede provocar que haya contacto con componentes adjuntos o adyacentes pudiendo provocar daños o roturas entre ambas partes de contacto, de igual forma cuando hablamos de la transmisión se puede observar que el eje de transmisión que va de la caja al diferencial está sujeto únicamente por los extremos y esto puede generar que el eje tenga movimientos perpendiculares (Figura18) pudiendo de igual forma que el motor ocasionar colisiones con componentes adjuntos.

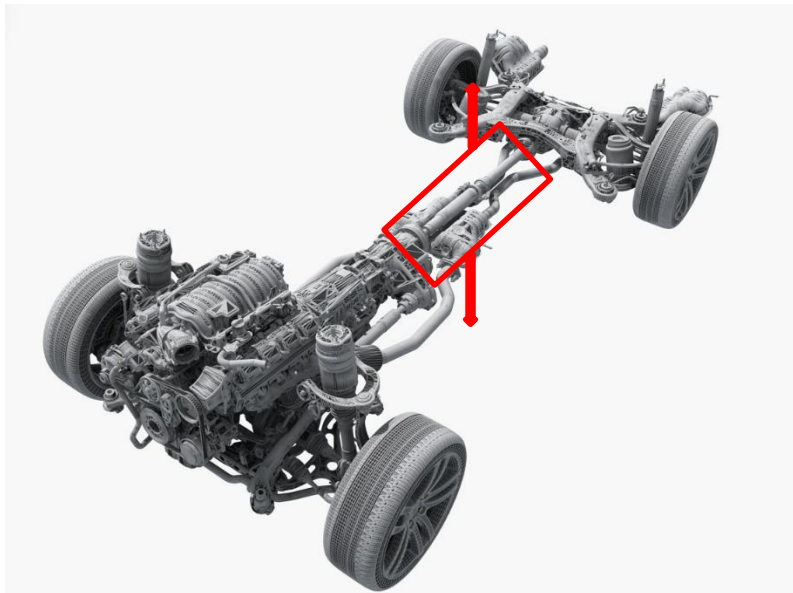


Figura 18: Conjunto de Motor-Transmisión en un vehículo diseñado en CAD mostrando la dirección del movimiento del eje.

<https://www.turbosquid.com/3d-model/vehicle-parts>

Un grupo de ingenieros de otra área, realizan simulaciones de estos movimientos bajo ciertas condiciones y todo por medio de *análisis de elemento finito*, para crear algo conocido como “envelopes” que contienen las diversas posiciones del objeto a estudiar durante esos movimientos simulados, es decir, se crea una masa amorfa que abarca todas las posibles posiciones del motor, o del eje como se observa en la Figura 19.

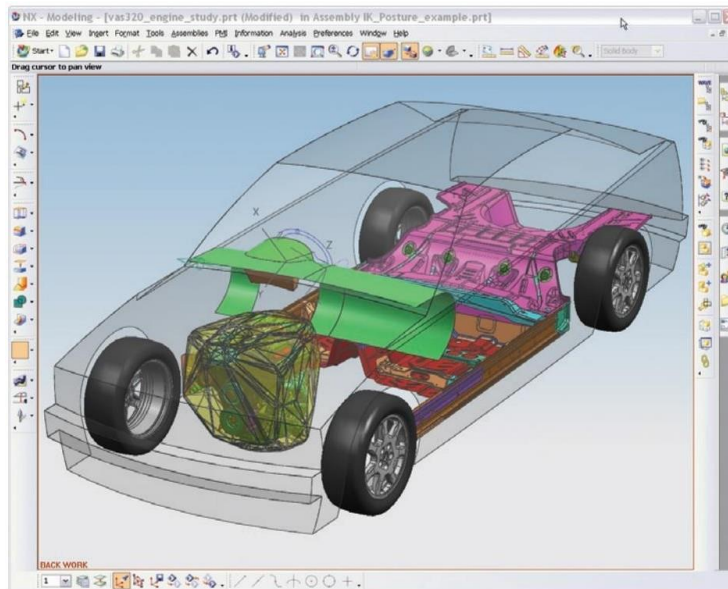


Figura 19: Pantalla del programa NX mostrando el “envelope” del motor en color amarillo.

Ya teniendo montado el “*envelope*” en la sesión se corrió el análisis de claros contra todo lo que rodea al motor, principalmente la carrocería, el chasis, sistemas de enfriamiento, de escape, batería, líneas y mangueras, para observar el comportamiento del motor y revisar que las distancias entre cada componente no sobrepasaban los límites de los parámetros, comprendiendo que esa simulación tiene movimientos algo abruptos para tener un margen de tolerancia al error de diseño y tomando esto en cuenta se encontraron algunos componentes con riesgo a colisión.



Figura 20: CAD del motor y sus alrededores en un vehículo. <https://www.turbosquid.com/3d-model/vehicle-parts>

Análisis dinámico de las llantas

Como ya mencionamos anteriormente, un “*envelope*” contiene todas las posiciones de los movimientos de ciertos componentes y en el caso de las llantas, se realiza esta simulación para revisar que componentes de la dirección, la carrocería o el exterior del coche no interfiera con la llanta mientras se mueve.

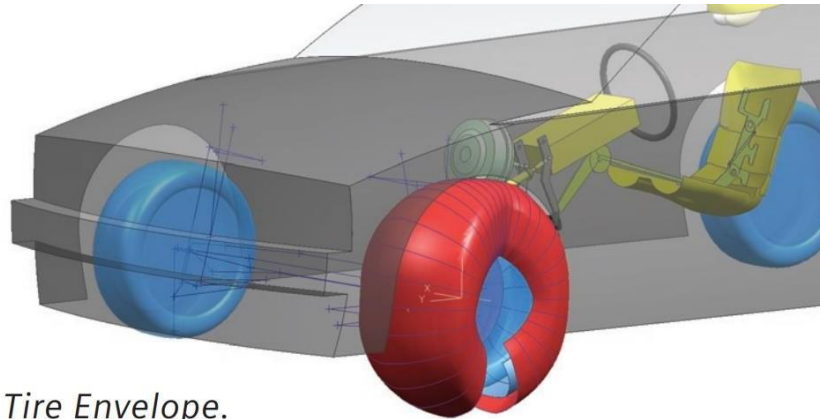


Figura 21: Envelope del movimiento de la llanta de un vehículo. (NX for Mechanical Design)

Al hablar de una SUV en este análisis es raro que haya errores de interferencia entre las llantas y componentes, ya que el conjunto rin y llanta va sujeto al disco que viene ensamblado con la masa como se observa en la Figura 22.

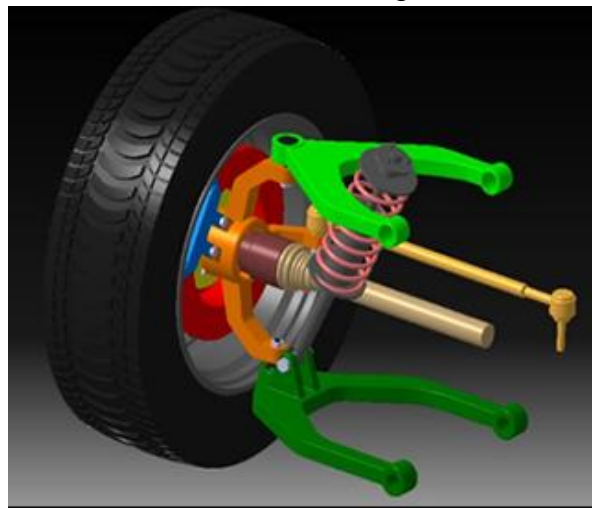


Figura 22: Conjunto de ensamble de una llanta y sus componentes.

Pero como se observa en la Figura 21, los errores comunes suelen ser de interferencias con los guardafangos.

Resultados

Análisis de las líneas de frenado y combustible

Para el análisis de Líneas de Frenado y Combustible se revisaron 140 errores encontrados por el software de los cuales ninguno presentó una condición de interferencia, sobrepaso de límite de claro y error de posicionamiento.

Análisis de arneses (Conexiones y rutas)

El software encontró 1483 errores, en estos análisis es muy común que el número de errores sea alto debido a que la mayoría de los arneses van sujetos a otros componentes, por lo que los claros suelen pasar los límites. De los 1483 únicamente se encontraron 17 errores reales de diseño, 11 fueron de interferencia y el resto fueron de límites de claros. Los errores de interferencia en este caso constaron también de posicionamiento ya que las terminales no estaban centradas con su conector de forma debida.

Análisis dinámico del conjunto Motor-Transmisión

En un análisis dinámico es común que haya un alto número de errores por interferencia y sobrepaso de límite de claros, se corrieron 873 errores marcados por el software de los cuales únicamente 2 fueron por el sobrepaso del límite de claros bajo los parámetros de la empresa.

Análisis dinámico de las llantas

Para las llantas, de 438 errores marcados por el software, ninguno presentó una condición problemática por lo que al igual que las líneas de frenado y combustible, no se reportó ningún error de diseño.

Una vez registrados los errores, se reportaron al ingeniero de diseño para poder corregir esas condiciones, se puede decir que al día de hoy los análisis fueron exitosos ya que no representó algún problema en el curso de la pre-producción, hoy ya podemos ver circulando incluso por las calles de la Ciudad de México este vehículo el cuál hasta la fecha no presenta ningún "Recall" por diseño.



Figura 23. SUV JEEP analizada.

Conclusión

El programa de la carrera de Ingeniería mecánica sin duda cubre conocimientos necesarios para realizar este trabajo, el criterio de selección sobre lo que puede o no ser un error de diseño se obtiene principalmente en materias como Resistencia de Materiales, Dinámica, Mecánica, Eléctrica, Electrónica, Diseño y Manufactura Asistida por Computadora, pero es importante que hablemos sobre el conocimiento automotriz que complementa estas bases. Si no tienes experiencia en mecánica automotriz al menos, aunque sepas de resistencia de materiales, va ser muy difícil que conozcas sobre las condiciones naturales de componentes vehiculares, si no has visto o manipulado alguna vez una manguera de anticongelante, un arnés automotriz o incluso una línea de combustible tu criterio de selección de errores va a ser reducido porque como ya lo expliqué anteriormente, los componentes en el software únicamente vienen por colores, no puedes observar si son piezas metálicas, plásticas o cerámicas por lo que es vital haber visto al menos una vez cada componente.

Por mi experiencia previa trabajando en un taller mecánico, pude ampliar mi conocimiento sobre automóviles y esto fue clave para poder ser contratado y poder realizar este trabajo, nada de esto es algo que se ve en la carrera hasta las materias optativas que son Ingeniería automotriz I y II por lo que creo que en el ámbito automotriz es un poco carente el plan de estudios de la carrera, es claro que toda la teoría es esencial pero bajo mi experiencia como estudiante y a nivel profesional, el plan de estudios podría mejorar

teniendo un enfoque más práctico hacia el ámbito profesional, no tanto al ámbito estudiantil. Gran parte del conocimiento utilizado para realizar este trabajo en mi caso fue gracias a mi gusto personal por los coches y creo que esto no sólo aplica para esta industria sino para cualquiera.

Esto sin duda no me parece que sea un aspecto como tal negativo del plan de estudios, pero sí creo que el sistema educativo tradicional en México tiene mucha “paja”, si comparamos la trayectoria de preparación para ser Ingeniero en Alemania de un egresado de la Universidad Técnica de Múnich con un alumno de la Facultad de Ingeniería podemos partir de dos años de diferencia entre la duración de la carrera.

En la Universidad Técnica de Múnich la carrera de ingeniería mecánica consta de tres años de curso y nosotros claro que podríamos tratar de emularlo en cuestión de materias, ellos en cuatro semestres llevan lo que llaman módulos obligatorios y constan de aproximadamente 17 materias; por ejemplo, el primer módulo de Matemáticas consta de Sistemas de Ecuaciones lineales, Matrices, Vectores, Cálculo Diferencial, Integral y Vectorial. Estamos hablando tener cerca de cuatro materias en una y eso implica quizá no ver todo lo teórico que vemos en la Facultad, pero en realidad, ¿eso es necesario para el ámbito laboral?, por ahí es por dónde podríamos empezar a analizar nuestro plan de estudios.

Otro factor importante diferente en Alemania es un año obligatorio de prácticas profesionales que, a diferencia de nuestro plan de estudios, no lo llevamos, por lo que el conocimiento y preparación de un Ingeniero egresado en Alemania llega a ser mucho mayor que el de un Ingeniero egresado en México.

Esto se puede tomar como un área de oportunidad para nuestra Institución ya que si observamos a un alumno promedio de la Facultad de Ingeniería, que no trabajó en toda su carrera, va a salir después de cinco años quizá con un conocimiento teórico muy bueno pero con experiencia profesional nula y en este país nuestra realidad es que los salarios para los recién egresados no son competitivos y sin experiencia, uno mismo le entrega armas a las empresas para no tener mejores ofertas de compensación y es por esto que algunos jóvenes hoy en día al pensar en su futuro, prefieren dejar a un lado la preparación universitaria y buscar poner un negocio o conseguir trabajos de oficio ya que muchos de los alumnos tienen necesidades instantáneas que al cursar una carrera de cinco años les va a impactar en estas necesidades.

Si se planteara emular el sistema educativo de los países donde la gente se prepara mejor podríamos beneficiarnos no sólo como individuos sino como sociedad e incluso como país, entiendo que es un tema que también concierne a intereses políticos, pero si consideramos que la Universidad es autónoma, bien podría aprovechar esta área de oportunidad.

Otras Fuentes

1. <https://moparinsiders.com/>
2. <https://www.stellantis.com/en>
3. <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/nx/>
4. <https://www.turbosquid.com/3d-model/vehicle-parts>

NX for Mechanical Design

Benefits

- Facilitates design control, speeds the design process, increases designer and design team productivity and improves design throughput
- Improves design team performance, especially for handling large, complex models
- Raises product quality by minimizing design errors
- Produces faster, more accurate and complete product documentation
- Produces significant time, effort and cost savings by facilitating design re-use
- Facilitates better integration and coordination between multiple design disciplines, design teams and their related CAD systems

Features

- Comprehensive 3D design capabilities, including wireframe, surface, solid and direct modeling
- Synchronous technology for uniting parametric and history-free modeling in the same design environment
- Assembly modeling with full-context, multi-CAD digital mockup and validation tools

Summary

The NX™ software for mechanical design provides a comprehensive set of leading-edge CAD modeling tools that enable companies to design higher quality products faster and less expensively. The NX comprehensive mechanical design solution lets you choose the tools and methodologies that best suit your design challenge. Innovative technologies deliver breakthrough mechanical design capabilities that set new standards for speed, performance and ease-of-use.

Transforming product development by delivering greater power, speed, quality, productivity and efficiency for mechanical design

NX mechanical design capabilities are unmatched in terms of the power, versatility, flexibility and productivity they deliver to your digital product development environment. NX enables you to establish a complete design solution for your environment, including leading-edge tools and methodologies for:

- Comprehensive high-performance modeling, which enables you to seamlessly use the most productive modeling approaches – from explicit solid and surface modeling to parametric, process-specific and history-free direct modeling that works with models from any CAD system.
- Active mockup and assembly design, which enables you to work interactively with massive multi-CAD assemblies while leveraging leading assembly management and engineering tools.
- Standards-compliant drafting and 3D annotation, which streamlines the creation of product documentation by directly leveraging your 3D master model.

Today's mechanical design challenges

Manufacturing companies are driven by an increased pressure to develop more innovative products in a shorter time frame while continuing to deliver high levels of quality. Even with mature 3D CAD technology, many companies fail to significantly reduce process waste, improve product quality or deliver breakthrough product innovations that stir the imagination of the marketplace.

These challenges require a radical rethinking of the business model that pertains to product development. This rethinking should begin with transforming the design process. Product design fuels the entire development

NX

www.siemens.com/nx

SIEMENS

NX for Mechanical Design

Features continued

- Interactive design of massive assemblies that improves the performance and capacity of your design environment
- Process-specific, streamlined modeling tools for sheet metal routed systems and other applications
- Configurable, intuitive interface that facilitates ease-of-use, user learning and accessibility to powerful modeling capabilities
- Associative integration with all NX product development solutions, including NX industrial design, electromechanical, simulation, tooling and machining solutions
- Automated, real-time design validation checking to monitor functional requirements
- Knowledge capture and automation tools
- Seamlessly integrated, transparent engineering data and process management



NX seamlessly integrates Teamcenter-managed engineering and process data, enabling designers to quickly search a single source of knowledge and locate the information they need to use.

effort. Today's design processes involve increasingly complex products comprised of design elements created by multiple teams, disciplines and suppliers using independent CAD systems. These complex processes require product makers to coordinate the activities of team members dispersed across different geographies while retaining design intent from the start of the design project to its completion.

Companies need design processes that compress the design cycle by eliminating value-added tasks, maximizing knowledge re-use and proactively addressing manufacturability issues before they reach the factory floor. Product developers need to "design-in" rather than "inspect-in" product quality.

NX next-generation design solutions

NX delivers next-generation design solutions that transform the entire product development cycle. NX represents a radical departure from conventional CAD systems. NX improves speed and efficiency while eliminating wasted work by providing unique technologies and methodologies, including:

Knowledge-enabled design NX

automates and simplifies design by enabling you to leverage the product and process knowledge that your company has gained from its experiences as well as from industry best practices. NX tools enable designers to capture knowledge in the form of high-level product structure, templates, frequently used design features, engineering rules, formulae and validation checks. Knowledge-enabled design helps your company reduce design costs, compress the design cycle and improve design quality.

You can manage your entire design process with Siemens' Teamcenter® software, which lets you establish and seamlessly integrate a single source of product and process knowledge into your design environment. This enables you to coordinate your design chain, standardize your design processes and accelerate decision making throughout the design cycle.

Process innovation NX enables you to establish an interactive environment where everyday design work can be streamlined through the implementation of task-oriented workflows that improve designer productivity. NX design environments facilitate high-performance modeling techniques that provide design teams with the flexibility and power to handle design of virtually any size or complexity. NX allows you to dynamically integrate your CAD processes with planning, simulation, tooling, manufacturing and other lifecycle processes and make informed design decisions by recognizing the requirements of all design stakeholders and coordinating their activity.

More specifically, NX addresses the mechanical design process directly through its capabilities for:

- Comprehensive high-performance modeling
- Active mockup and assembly design
- Standards-compliant drafting and 3D annotation

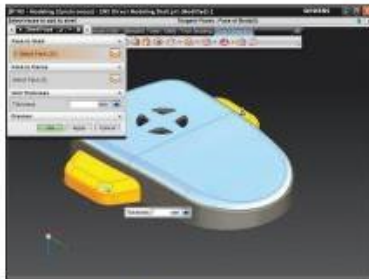
Comprehensive high-performance modeling

NX delivers the most powerful and flexible modeling solutions available – solutions that enable you to freely use any modeling technique that fits your design challenge. All NX modeling tools are built on Siemens' Parasolid® geometry modeling kernel, the world's most powerful, robust and widely used modeling foundation.

Design Freedom NX supports Design Freedom

powered by Siemens' groundbreaking synchronous technology. This unique approach enables you to unite feature-based parametric and history-free modeling in the same design environment.

Design Freedom means that your designers can use NX synchronous modeling tools to modify design geometry initially created on other CAD systems or by other modeling techniques. It does not matter whether the data in question was imported from another CAD system or whether is native parametric or nonparametric. NX



NX synchronous technology enables designers to perform history-free editing on imported CAD models.

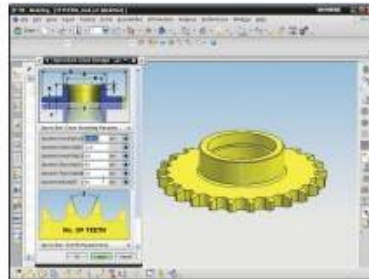
synchronous tools enable designers to work directly with any geometry without the need to rebuild data. These synchronous tools let designers use parametric features without the limitations of a feature history.

Process-specific modeling Conventional CAD systems leave it up to the designer to figure out how to apply a system's various tools. In contrast, NX logically structures commands in workflows oriented to accomplishing specific design tasks. NX is prepackaged with industry roles that tailor the user interface and incorporate best practice guidelines. NX also delivers process-based tools that build in domain expertise for meeting specific challenges (such as dealing with sheet metal components) or for performing industry-specific processes (such as handling automotive body structures and general packaging). Process-specific design aids enable designers to work faster than general purpose CAD tools.



Sheet metal design is one of several streamlined process-specific modeling tools provided by NX.

Design re-use Design re-use becomes increasingly more important as today's manufacturers try to expand their market share by establishing product platforms. NX lets you use any part or assembly as a template for new designs, building product knowledge and best practices into your development processes. This capability supports your commonization, modularization and re-use initiatives by enabling you to reduce design time by up to 80 percent.



NX knowledge-enabled design tools let companies re-use existing designs as customized templates for new designs.

Active mockup and assembly design NX powerful mockup and assembly capabilities provide your design environment with a variety of interactive capabilities that expedite your assembly design and engineering processes.

Active Mockup NX Active Mockup enables your designers to easily navigate large assemblies and establish an appropriate environment for detailed work on

subassemblies and components. Active Mockup utilizes industry-standard JT™ technology to enable designers to load thousands of components from multiple CAD systems in just seconds. JT is a highly flexible CAD neutral format that allows designers to fully represent all relevant model information. The JT format can be created from most major CAD applications. Depending on your type of business process, JT data can be very lightweight or very rich. JT models are able to hold precise model geometry, product structures, attributes and PMI, including geometric data, translations and annotations. JT enables you to load assemblies with up to a million parts with exceptional interactive performance.

As a result, Active Mockup provides designers with a true interactive design capability that lets them rapidly display, section and rotate very large assemblies. Active Mockup enables design teams to collaborate by viewing, modifying and evaluating complete digital mockups. Teams can view as much of the product design as required to evaluate its parts in the context of a particular task. These design-in-context capabilities facilitate rapid problem resolution during the physical assembly process.

Assembly design validation NX provides validation tools that enable your designers to identify and resolve assembly design and process problems in the early stages of development – without resorting to physical prototyping. NX enables designers to perform interactive clearance checking and interference checking to detect and



NX Active Mockup and assembly management enables collaborative design to be performed in the full context of complex assemblies.



NX assembly validation tools include extraction path planning capabilities that optimize designs so that a product can be easily assembled, disassembled and maintained.

eliminate fit problems. Designers can interactively simulate assembly motion to check and optimize moving components.

With automated assembly path planning and motion envelopes, designers can optimize products for assembly, disassembly, maintenance and service. Designers can record and play back assembly and motion sequences as movies that can be shared as assembly instructions with the factory floor. These simple to use tools can be leveraged to quickly validate design changes as the product evolves.

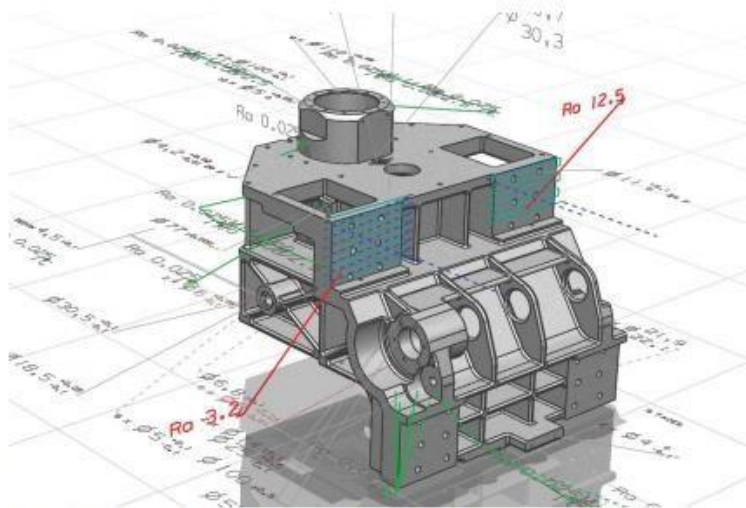
Routed systems design NX provides tools that enable designers to create and validate routed subsystems for both mechanical and electrical designs. Mechanical routing tools and libraries are available for tubing, piping and steelwork. Electrical routing tools enable designers to place wiring, conduit and raceways while standard component libraries are available for electrical systems. NX electrical routing includes wire harness design and manufacturing support, eliminating the need for physical prototype and reducing product development time by allowing designers to perform interface checks, validate design rules, visualize the routing pattern in 3D and trace the location of specific wires and connections.

NX maintains associative links between the P&ID layout and the 3D systems to ensure that system logic is maintained. Designers can quickly apply logical design changes to the routed system. Routed systems are fully associative to NX assemblies to facilitate design changes. Automated bill of material and other reporting provide information for subsystem manufacturing.

Standards-compliant drafting and 3D annotation

NX delivers production-driven tools for documenting your designs either as standards-compliant 2D drawings or 3D product and manufacturing information (PMI) annotations. You can use these capabilities to ensure that design intent is properly communicated throughout your development organization. They improve product quality by removing potential sources of interpretation error from your design environment and by speeding the process you use to take your designs to manufacturing.

NX drafting capabilities enable designers to rapidly lay out their drawings, as well as to create drawing views, detailing and dimensioning and geometric dimensioning and tolerancing (GD&T). Since NX adheres to the industry standards for PMI 3D model annotation, the dimensions, symbols and tolerances can be automatically inherited on drawing views and directly used by downstream analysis and manufacturing applications. This improves productivity by eliminating the need to re-enter this information.



Designers can use NX to directly include complete PMI on a 3D design model, thereby improving communications and accelerating downstream applications.

Contact
Siemens Industry Software
Americas +1 800 498 5351
Europe +44 (0) 1276 702000
Asia-Pacific +852 2230 3333

www.siemens.com/plm

© 2011 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. All rights reserved. Siemens and the Siemens logo are registered trademarks of Siemens AG. D-Cubed, Femap, Geolus, GO PLM, I-deas, Insight, JT, NX, Parasolid, Solid Edge, Teamcenter, Tecnomatix and Velocity Series are trademarks or registered trademarks of Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. or its subsidiaries in the United States and in other countries. All other logos, trademarks, registered trademarks or service marks used herein are the property of their respective holders.
XB 14543 11/11 B

NX General Packaging

Intelligent tools for automotive mechanical and occupancy packaging

Benefits

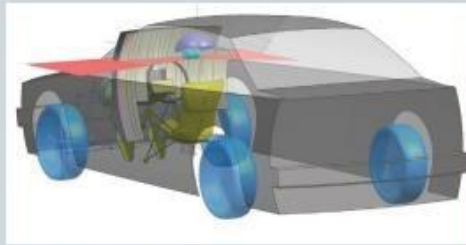
- Industry standards and process knowledge are stored for repeatability and standardization
- All tools are ready to go out of the box with minimal customization costs
- Frees up highly skilled packaging engineers to concentrate on complex packaging problems
- Enables rapid evaluation of alternative designs in a unified design environment
- Leverages integrated analysis to provide fast feedback on design's compliance with established standards

Features

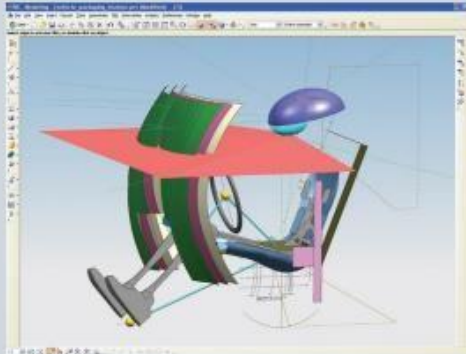
- Automatic geometry creation and integrated compliance checks
- Permits early occupancy and mechanical packaging studies
- Helps establish key vehicle reference points for configuring and measuring aspects of the interior automobile compartment
- Estimates horizontal seat travel for accommodation studies

Summary

NX™ General Packaging is a suite of tools that automates many of the tasks associated with the mechanical and occupancy packaging of an automobile. NX General Packaging provides assistance to certify the vehicle for compliance to SAE standards and a variety of governmental regulations, including those in the US, Europe and Asia. The software helps users assess the accommodations and ergonomic performance of the vehicle.



All of the tools in NX General Packaging are written in the style of wizards, and offer step-by-step instructions to complete complex vehicle packaging tasks. In addition, NX General Packaging embeds industry-specific knowledge of the process of vehicle design and certification. Associativity of the output geometry automatically updates analysis results as the design of the vehicle evolves from art to final product.



Vehicle Packaging.

NX

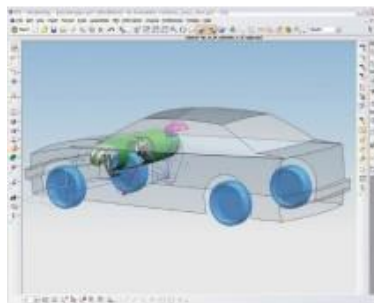
www.siemens.com/nx

SIEMENS

NX General Packaging

Features *continued*

- Determines the anchorage location for vehicle seat belt restraint systems
- Determines maximum reach of drivers in a simulated driving situation
- Represents location of driver's eyes
- Determines visible and nonvisible areas of instrument panel
- Verifies windshield and wiper system performance against established standards
- Analyzes the field of vision of outside and inside rearview mirrors
- Permits early studies of driver's vision angles
- Determines how interior components reflect on the windshield
- Assists in understanding the effect of engine movement on adjacent components
- Creates an envelope representing the full range of a tire's motion



2D Manikin.

NX General Packaging addresses a broad range of packaging tasks, including:

Vehicle Packaging To define overall parameters, NX General Packaging provides wizards for vehicle and occupant packaging. With the Vehicle Packaging wizard, users specify vehicle type (Class A or Class B), transmission type, driver side location and for Class B vehicles, the number of rows and maximum passengers per row. The user can then create occupants for the selected seating positions using the Vehicle Packaging wizard. The wizard guides the user through the specification of seat movement, male/female ratio and type of restraint system. These packaging parameters are associatively linked to the other tools included in NX General Packaging, eliminating the need to re-enter data for specific packaging tasks and providing a single context for all occupancy packaging-related studies for a vehicle.

Hip Point Design The Hip Point Design (HPD) wizard helps establish key vehicle reference points for configuring and measuring aspects of the interior automobile compartment. These points include seating reference points for each occupant position and heel points (accelerator heel point for the driver and floor reference points for passengers).

The wizard creates the reference points according to the Driver Designated Seating Position Design Procedures and Design Procedures for second or third Row outboard seating positions in the SAE J4002 Feb 2004 Standard. The HPD wizard meets the recommendations of SAE J4002 Feb 2004 and applies to Class A vehicles only.

2D Manikin The 2D Manikin wizard in NX General Packaging permits occupancy studies early in vehicle development. Leveraging actual human statistical data, the manikin can be sized to represent a wide range of driver and passenger populations on both Class A and Class B vehicles.

Represented as contours in a side view, the 2D manikin is created in accordance with the recommendations of the SAE J833 and J826 standard. In addition to occupancy

considerations, the manikin can be used for performing basic posture checking with an integrated posture checker.

Seat Lines The Seat Lines Assistant is used during early stages of vehicle development to create seat position lines and to determine the length and position of horizontal seat travel. As a design tool, the assistant makes it easy to determine the level of accommodation provided by proposed seat tracks. As a checking tool, it implements SAE J1516 and J1517 standards describing where drivers position their adjustable seats.

Seat Belt Anchorage This tool provides design recommendations for determining the anchorage location for vehicle seat belt restraint systems. The option is useful when performing occupant packaging studies to determine anchorage locations for restraint systems that conform to the guidelines of SAE.

Output includes the acceptable anchorage zone for the pelvic restraint system, the upper torso restraint system and the top tether for child restraint devices. The anchorage point for the pelvic restraint can be located on the vehicle structure or on the seat assembly.

This function follows the recommendations of SAE J383 (June 1995) and SAE J1369 (October 1997). For SAE J383, it creates a closed curve representing the acceptable zone for the anchorage point of the pelvic restraint system. A closed curve is also created for the acceptable zone of the upper torso restraint system. For SAE J1369, it creates a sheet body representing the enclosed volume in which to locate the anchorage point for the top tether strap of a child restraint system.

Driver Control Reach This tool can be used to estimate the extent of a driver's hand control reach. Hand control reach is the maximum reach of drivers in a simulated driving situation, with the nonreaching hand on the steering wheel and the right foot on the accelerator pedal.

The software creates 3D surfaces forming envelopes representing the hand reach capability for a specified proportion of the

driver population and torso restraint system. The function follows the recommendations of SAE J287 (June 1988).

Eyellipse The Eyellipse wizard helps certify vehicles for compliance with various regulatory standards. The wizard graphically depicts the location of the driver's eyes for specified population percentiles, creating an elliptical model representing driver eye locations in the vehicle and also creates features representing head contours and EEC vision points. These are used in other NX General Packaging tools, including Instrument Panel Visibility Assistant, Windshield Vision Zones Assistant and Mirror Certification Assistant. The eyellipse is also integrated within the Hip Point Design and Vehicle Packaging tools.

The Eyellipse wizard creates features that comply with a selection of standards, including SAE J941 (September 2002, June 1997 or October 1985) for eyellipses, SAE J1052 (August 2002 or April 1997) for head position contours and the EEC Vision Points 77/649 standard.

Instrument Panel Visibility The Instrument Panel Visibility wizard lets you calculate the visible and nonvisible areas of an automotive instrument panel which can be limited by the steering wheel and smart switch levers. Designers can use this wizard to determine early in the vehicle development process if the shape of the steering wheel with its smart switch levers meets the recommendations of SAE J1050a, which describes the driver's view of the instrument panel.

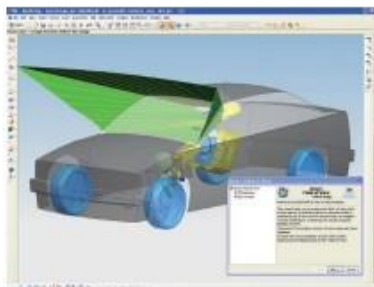
Once the designer creates or selects the geometry representing the instrument panel location, steering wheel rim and hub and smart switches, the wizard can analyze and report steering wheel obstruction, steering wheel vision faces, smart switches/levers obstruction and smart switches/levers vision faces.

Windshield Vision Zones The Windshield Vision Zones wizard lets you verify the conformance of a windshield and wiper system design to established vehicle standards. You can generate test areas on a windshield based on SAE and ECE

(European) standards. The program creates the actual windshield wiped area and calculates the percentile of the actual wiped area and checks it against the standard.

The designer specifies the vehicle class, eyellipse, hip point, windshield and wiper system details with step-by-step guidance from the wizard. With this input, the wizard calculates the wiped area and test areas A, B and C and checks whether the results meet the requirements of the standard.

Direct Field of View The Direct Field of View function can be used early in the vehicle development process to calculate the ambinocular vision regions of an individual driver or a group of drivers and to evaluate whether the vision angles are within an acceptable range.



Direct Field of View.

The user can limit the vision region by either defining the eye/head rotation or by specifying a window boundary. The regions are dependent on the eye points or an eyellipse (the eyellipse takes into account the vehicle type and the driver population percentile). The software creates a geometric feature representing the direct field of view and can also perform quick checks on the up, down, left and right angle values of that field of view.

A-Pillar Obscuration American and European automotive standards define the limits by which a driver's field of view may be obscured by the A-pillars of a vehicle. The A-Pillar Obscuration wizard measures this obscuration using the methods recommended by these standards, and reports whether the vehicle adheres to the

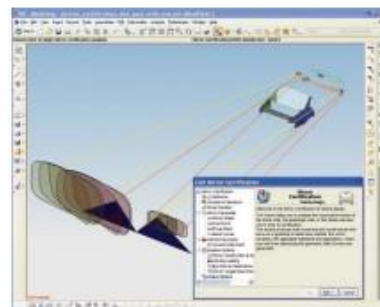
standard or violates it. You can also work in reverse and create criteria geometry (such as sight lines) for an A-pillar, given a target obstruction angle.

This function follows the recommendations of SAE J1050 Jan 2003 and EEC 77/649. By using A-Pillar Obscuration during visibility studies, designers can determine the right obstruction angle that conforms to the guidelines of SAE and EEC. The software can generate sight lines given a target obstruction angle and outboard or inboard point of the A-pillar.

Glazing Shade Bands NX General Packaging includes a tool that automates the creation of curves defining the driver glazing shade band. It aids in performing visibility design studies for vehicle packaging during automobile development. The output is curves that mark the shading boundaries.

A glazing shade band is the area immediately adjacent to and below the top edge of a vehicle's glazing. Light transmission and visibility through the shade band is less than what is required for normal driving. The software provides step-by-step guidance for creating the glazing shade bands. Recommendations in the standards SAE J100 January 2005 are supported.

Mirror Certification The Mirror Certification wizard performs analyses on automotive driver and passenger side outside and inside rearview mirrors before certification, or certifies the performance of an existing mirror design. The wizard generates vision rays and lines describing



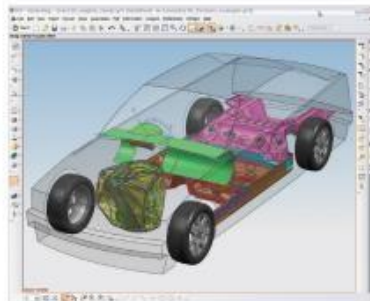
Mirror Certification.

the geometric field of vision of rearview mirrors. These vision rays and lines comply with national standards for inside and outside rearview mirrors for the following countries and regions:

- USA – Canada: FMVSS 111 – CMVSS 111
- Japan: Article 44/TRIAS 29/TRIAS 39
- Europe: 71/127/EEC (European Economic Community) – ECE R46.01 (Economic Commission for Europe)
- Saudi Arabia – Gulf States: SSA 770/771 – GS 421/422
- Australia: ADR 14/02

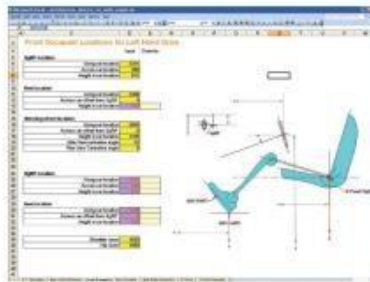
Reflection Data The Reflection Data wizard projects and creates the reflections of points or curves onto a face when viewed from a specific eye position. You can also use reflection data to create trace curves representing the path of the reflected light rays and to simulate reflections on a solid, transparent object, such as a sheet of glass (the refraction of light rays passing through the glass is considered). Automotive designers will find this tool useful to verify the reflection of interior components on the windshield of the automobile.

Engine Roll The Engine Roll wizard creates a feature envelope containing the full range of an engine's motion. Although the engine in an automobile is generally treated as a stationary object, the mounts do allow the engine to move slightly as a result of acceleration, braking and cornering of the vehicle. This movement may be sufficient to cause collisions with adjacent components.



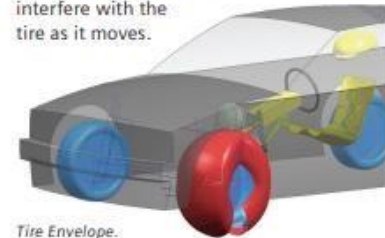
Engine Roll.

Designers can also use the Engine Roll wizard to study interferences between the engine and adjacent components and after the detailed design is complete to verify whether the engine compartment has been packaged correctly.



Functional requirements stored within Microsoft Excel spreadsheets can associatively drive the NX General Packaging tools.

Tire Envelope The Tire Envelope wizard creates a feature envelope that contains the full range of a tire's motion. This is useful during the body design process to ensure that designed parts – for example, BIW, exterior trim or ancillary drivetrain components – do not interfere with the tire as it moves.



Tire Envelope.

The wizard provides step-by-step guidance and comes with standard suspension templates for short long arm (SLA), MacPherson strut and five-link suspension and tire profile templates.

Contact
Siemens PLM Software
Americas 800 498 5351
Europe 44 (0) 1276 702000
Asia-Pacific 852 2230 3333

www.siemens.com/nx

© 2011 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. All rights reserved. Siemens and the Siemens logo are registered trademarks of Siemens AG. D-Cubed, Femap, Geolus, GO PLM, I-deas, Insight, JT, NX, Parasolid, Solid Edge, Teamcenter, Tecnomatix and Velocity Series are trademarks or registered trademarks of Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. or its subsidiaries in the United States and in other countries. All other logos, trademarks, registered trademarks or service marks used herein are the property of their respective holders.

X3 4086 1/11 B

Glosario

CAD: Computer Aided Design, traducido a Diseño Asistido por Computadora

CAM: Computer Aided Manufacture traducido a Diseño Asistido por Computadora

CAE: Computer Aided Engineering traducido a Diseño Asistido por Computadora

SUV: Sport Utility Vehicle traducido a Camioneta deportiva

ECU: Electronic Control Unit o Unidad Electrónica de Control.

Envelope: Nombre con el que se adaptó al conjunto de partes móviles que se aíslan para hacer un análisis dinámico.

Recall: Acción ejecutada por una compañía automotriz donde llama a un grupo de vehículos con un fallo de terminado para poder corregirlos.