



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

División de Ingeniería Mecánica e Industrial

FACULTAD DE INGENIERÍA

“Propuesta de un proceso estándar para
el diseño de componentes automotrices”

Tesis

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecánico

Presenta:

Tonatiuh López Ramírez

Director de Tesis:

Dr. Leopoldo Adrián González González



Cd. Universitaria, D. F. 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Introducción

General Motors con sede central en Michigan, E.U. aunque tiene a lo largo del mundo distintos centros dedicados a la producción en masa de unidades automotrices también cuenta con centros de ingeniería encargados del desarrollo de componentes automotrices de diferentes sistemas del automóvil.

GM cuenta con centros en Alemania, Corea, China, Brasil, India, México y Michigan, E.U.A., siendo este último el principal centro de ingeniería de GM a nivel mundial y el centro de ingeniería de México (TREC) el más avanzado en América Latina, base de la plataforma global de ingeniería y manufactura de GM .

GM en México comenzó sus operaciones con una planta localizada en la ciudad de México, la cual solo contaba tan solo con 222 empleados y producía 10 unidades diarias. Posteriormente en 1965 se fundó la planta de motores y fundición de General Motors de México ubicada en Toluca, Estado de México y finalmente en 1995 inicia operaciones el Centro Regional de Ingeniería Toluca (TREC - Toluca Regional Engineering Center).

Dentro del Centro Regional de Ingeniería de Toluca (TREC) de General Motors (GM) se desarrollan componentes de diferentes subsistemas automotrices y cada uno corresponde a un área específica.

El área de Door Trim se enfoca al diseño de componentes de la zona de interiores, específicamente en la zona de la puerta; la cual al ser una zona de contacto directo con el usuario lleva la obligación de tener condiciones de seguridad, confort, apariencia, entre otras, de tal forma que el ocupante tenga una experiencia única y por ende la importancia tan considerable de este departamento.

Para el desarrollo de componentes en esta área se tiene un calendario previamente diseñado con el cual se rigen todos los programas vehiculares y como se puede comprender es necesario respetar para el adecuado funcionamiento de todos los equipos de trabajo involucrados a través de los subsistemas del automóvil, de tal forma que se cuentan con avances primarios como pueden ser secciones y empaquetamientos, especificaciones técnicas y de materiales requeridos para el desarrollo de la parte. Posterior a estos avances los demás equipos con sus respectivos subsistemas o análisis relacionados pueden comenzar a trabajar.

Cabe mencionar que posterior a la etapa de diseño del componente, es decir, después de haber liberado el diseño aún es posible realizar modificaciones a la parte siempre con la justificación correspondiente para dar un mejor desempeño durante la vida del programa vehicular (etapa productiva).

Como es posible apreciar, todo el desarrollo de un componente va llevado de la mano por todos aquellos conocimientos de ingeniería obtenidos durante la carrera, de tal forma que me parece necesaria la mención de algunas de las materias de ingeniería aplicada que resultaron cruciales para un correcto desarrollo del trabajo, el caso de asignaturas como Vibraciones Mecánicas, Ingeniería de Diseño, Mecánica de materiales, Ciencia de materiales, Ergonomía vehicular, materiales no metálicos, Ingeniería automotriz, claro sin perder de vista las asignaturas de ciencias básicas que de una u otra forma van implicadas y que contribuyen de manera importante.

Este trabajo muestra a grandes rasgos el desarrollo de un estándar de trabajo para el desarrollo de tres componentes vehiculares del subsistema puerta en el área de interiores desarrollado dentro del departamento de Door Trim en el Centro de Ingeniería de Toluca (TREC) de General Motors.

Resulta esencial entender que este estándar de trabajo se centra principalmente en el desarrollo y modelado virtual de los componentes, por ende el documento formal que se presentó a las ingenieros de diseño no contiene todos los antecedentes de ingeniería incluidos en el desarrollo de la parte, además de que este proceso estándar es solo uno de los requerimientos a seguir en la etapa de diseño ya que durante dicha etapa es necesario el desarrollo de pruebas, análisis, manejo de prototipos, el llenado de un formato de DFMEA, la entrega de secciones o dibujos previo al diseño, análisis dimensionales por parte del área correspondiente, etcétera.

ÍNDICE

CAPITULO 1: Consideraciones generales	1
Antecedentes y Necesidad	1
Necesidad:.....	1
Definición de problema	2
Objetivo	2
Diagrama de proceso	2
Factores de ruido	2
Factores de control	3
- Estándares de trabajo de componentes	4
- Consideraciones para solución del problema	4
CAPÍTULO 2: Desarrollo del proceso estándar	5
Descripción del proceso estándar	5
Diagrama de flujo del proceso	7
Estructura del proceso de diseño	8
Antecedentes de Ingeniería	8
CAPITULO 3: Pruebas y modelado virtual	10
Pruebas virtuales	10
Pruebas físicas	10
Modelado virtual	10
CAPITULO 4: Aplicación del proceso estándar	11
CASO 1 - SOUND ABSORBER	11
Aplicación del proceso y diseño del componente	11
Antecedentes de Ingeniería	12
Versión Plana	33
Producción.....	38
Modelos y Prototipos	39
Otras consideraciones	39
CASO 2: KNEE PAD.....	40
Antecedentes de Ingeniería	40

Definición del componente.....	40
Descripción del componente	41
Benchmarking de materiales	42
Benchmarking de materiales	43
Manufactura y acabados	43
Proceso de inyección.....	43
Proceso de Corte y Cosido	44
Proceso de MIC	45
Acabados	46
Benchmarking de componentes.....	46
Componentes circundantes	47
Secciones del componente.....	48
Especificaciones Dimensionales.....	48
Mejores Prácticas	49
Pruebas.....	49
- Pruebas Virtuales	49
- Pruebas Físicas	50
Modelado virtual	51
- Prerrequisitos	51
- Estructura del archivo	51
- Etapa de modelado	52
Versión Base.....	52
Modelos y Prototipos	65
Otras consideraciones	65
CASO 3 - SWITCH PLATE	66
Antecedentes de Ingeniería.....	66
Definición del componente.....	66
Descripción del componente	67
Benchmarking de Materiales	68
Manufactura y acabados	68
Proceso de inyección.....	68
Acabados	69

Benchmarking de componentes.....	70
Componentes circundantes	71
Secciones del componente.....	72
Especificaciones Dimensionales.....	73
Mejores Prácticas	74
Pruebas.....	74
Pruebas Virtuales	74
Pruebas físicas	75
Modelado virtual	77
Producción.....	86
Modelos y Prototipos	86
Otras consideraciones	86
Resultados y conclusiones:	87
Referencias:	88

CAPITULO 1: Consideraciones generales

Antecedentes y Necesidad

A lo largo de la historia del área de Door Trim se ha procurado por la estandarización como medio para alcanzar la excelencia. Con la nueva estrategia de GM a nivel global, en el centro regional de ingeniería Toluca y en particular en el área de Door Trim México, la carga de trabajo ha aumentado significativamente por lo que se ha dado un enfoque aún más enérgico hacia la estandarización para crear componentes de alta calidad y excelencia según la visión de la empresa. De tal forma que el proceso y los costos del proceso de diseño deben ser reducidos pero sin afectar la calidad de las partes, sino en sentido inverso mejorarlas significativamente no solo involucrando a personal de GM sino de proveedores y servidores relacionados con el negocio.

Estas nuevas estandarizaciones se llevaran a cabo como primera etapa en el centro de ingeniería local para posteriormente ser implementados en otros centros de ingeniería del mundo dentro de GM, de tal manera que todos trabajen bajo una misma dirección, los costos se reduzcan y la plusvalía de la compañía se incremente con el tiempo.

Previamente se han desarrollado metodologías de trabajo para algunos componentes pero estos no se mantenían actualizados, no contenían la información requerida ni tenían una forma estandarizada dentro de su estructura, de tal forma que no eran seguidos por todos los ingenieros encargados de dicha parte. En este nuevo proceso de estandarización se optó por tomar de base parte de ese trabajo y llevarla a un formato mucho más amigable con el usuario, este formato toma en cuenta la experiencia del ingeniero de diseño de manera tal que a pesar de ser principiante en el diseño del componente este encuentre las herramientas necesarias para el desarrollo de la parte.

Necesidad:

La empresa tiene la necesidad de llevar a cabo el diseño y modelado 3D de una gran cantidad de componentes de manera simple y consistente con los principios de ingeniería de la empresa, con el fin de aumentar la eficiencia y productividad, además de brindarles a los diseñadores una guía para hacer el modelado virtual más sencillo de editar, más ligeros, robustos y apegados a un estándar mucho más funcional que el usado anteriormente.

Definición de problema

Desarrollar una propuesta de un proceso estándar para el diseño de componentes automotrices del subsistema puerta con el que se optimicen los recursos, se disminuyan las acciones y el tiempo durante el proceso de modelado virtual.

Objetivo

Desarrollar un proceso de diseño basado en técnicas de modelado avanzado que sirva como criterio para el diseño de componentes automotrices.

Diagrama de proceso

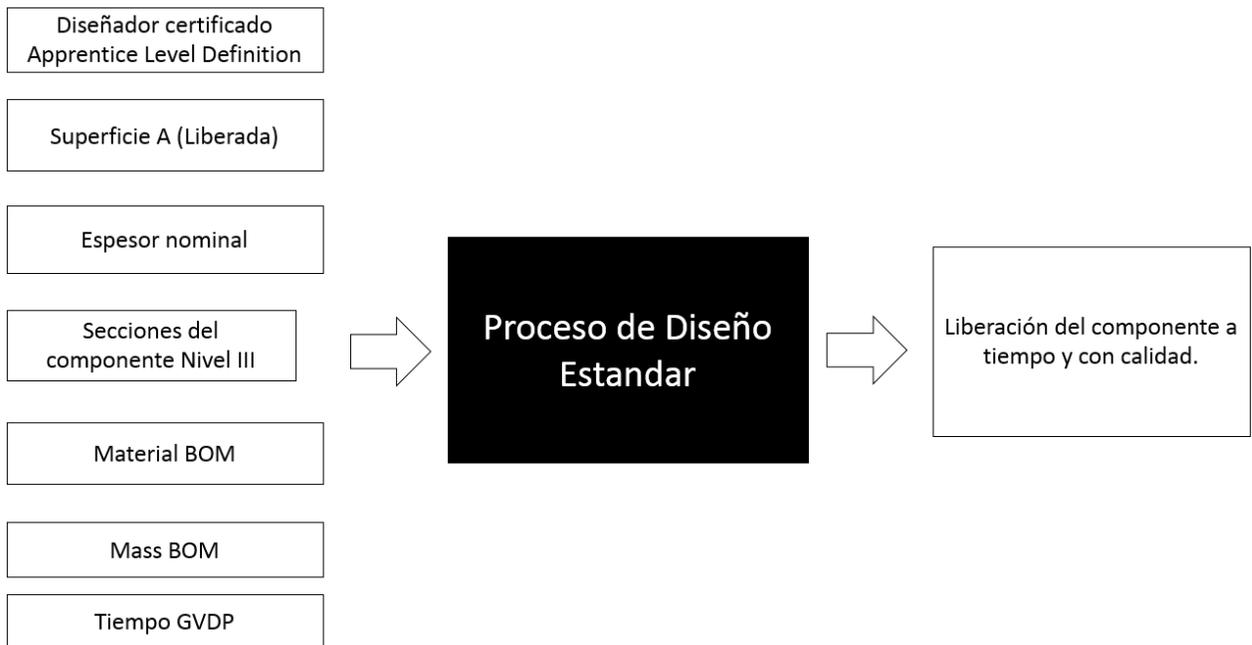


Diagrama 1: Diagrama de proceso

Factores de ruido

Algunos factores de ruido que se pueden oponer para la correcta aplicación o uso de estas metodologías son:

1. La “Vieja escuela” o la mentalidad de que las mejores metodologías eran las de años pasados.

2. Resistencia a una nueva estrategia y estandarización de los procesos pensando en que el trabajo está bien como se ha estado realizando sin interés por la actualización o mejora continua.
3. Ingenieros de diseño sin las habilidades y aptitudes requeridas para desempeñar las funciones.
4. Métodos de trabajo no organizados que solo obstaculizan el proceso de diseño.
5. Desactualización de los documentos de soporte que cuentan con las experiencias previas de diseño.

Factores de control

Para poder llevar a cabo de forma eficaz el proceso de diseño con la metodología propuesta existen algunos factores de control que se deben de tener en cuenta:

6. Seguir las recomendaciones de los expertos del área y requerimientos plasmados en los documentos de experiencias previas de diseño (Best Practice).
7. Seguir los requerimientos del Global Design Infobook, en el que se establecen las normas a seguir para el desarrollo del proceso.
8. Asistir a todos los cursos de entrenamiento para mantener actualizados los conocimientos y técnicas referentes a ingeniería y diseño.
9. Realizar continuamente análisis de la geometría diseñada examinando puntos críticos para tener certeza del correcto desarrollo del proceso.
10. Asistir a las juntas que abordan problemas de cada componente diseñado en el área, según corresponda.
11. Asistir a las revisiones de diseño de su componente y de su respectivo programa vehicular.
12. Realizar un correcto benchmark de los componentes anteriormente diseñados, tanto de la compañía como de la competencia.
13. Tener una comunicación clara con las demás áreas en común el componente para generar acuerdos eficientes.
14. Controlar el ambiente de trabajo de modo que no se torne tenso o de forma negativa para el correcto desempeño de las funciones del ingeniero.

- Estándares de trabajo de componentes

Los componentes para los cuales se desarrollara la metodología serán:

1. Sound absorber
 2. Knee pad
 3. Switch plate
- Consideraciones para solución del problema

Es importante que para la asimilación de la información de manera progresiva por parte del ingeniero de diseño se debe de ir introduciendo a la definición del componente, las funciones principales o secundarias que pueda tener así como tener nociones generales de los métodos actuales de producción del componente o en dado caso de algún método alternativo que pudiera utilizarse, es decir, en términos generales darle al ingeniero un panorama general de lo que está por diseñar.

A través del conocimiento previo de diferentes metodologías de diseño usadas para componentes de ingeniería se tiene que el planteamiento de las necesidades y objetivos deben de estar claramente establecidos, de manera que estos mismos deben de ser claros para el ingeniero y que pueda plasmarlos en su modelo, de igual forma la estructura del procedimiento es clave para el entendimiento del mismo ya que de ahí será la forma de abordar el problema y resultara en efectos convenientes o inconvenientes.

Para evitar posibles complicaciones durante el proceso de diseño de cada componente es necesario tener siempre en mente la función y condiciones adyacentes de este y entender que cada programa vehicular y consecuentemente cada componente tendrá diferentes requerimientos, situaciones y un trasfondo particular.

Los conocimientos previos de ingeniería y diseño plasmados en documentos de soporte son constantemente actualizados para adecuarse a las tecnologías y nuevos procesos existentes, la incorporación de estos a la noción del ingeniero resulta fundamental para el óptimo desempeño de este.

Dependiendo de la complejidad de la parte, el desarrollo del componente dentro del software NX Unigraphics requerirá más técnicas y comandos a utilizar, que consiguientemente requerirá más habilidad del ingeniero, es por ello que uno de los requerimientos para tomar un componente es la certificación del nivel de manejo del

software NX, los cuales van desde un nivel de principiante o “NX Apprentice Level Definition”, un nivel intermedio o “NX Journeyman Level Definition” y finalmente un nivel avanzado o “NX Master Level Definition”, este último a expensas de las necesidades del área para el desarrollo del trabajo.

A través de la ejecución de diferentes procesos de estandarización dentro del área de Door Trim se han encontrado ciertas dificultades al momento de implementar los trabajos de tal forma que si bien son usados no lo son por todos los integrantes del área o no lo utilizan de la manera adecuada ni en su totalidad, es por ello que es necesario abordar este tipo de problemática y considerar cuales serían los factores de ruido o posibles problemáticas que pueden derivar del intento de aplicación de las metodologías las cuales en su mayoría provienen de una mentalidad negativa por parte del personal, aunado a esto es también necesario el conocimiento de los factores de control con los que la metodología será llevada a la práctica de manera óptima, esto conjuntando las habilidades y conocimientos técnicos, mentalidad proactiva y compromiso por parte de los ingenieros de diseño.

CAPÍTULO 2: Desarrollo del proceso estándar

Descripción del proceso estándar

Con el fin de abordar todos los aspectos necesarios durante el proceso de diseño de algún dispositivo y con base en el conocimiento de varias metodologías de diseño usadas actualmente en la industria se decidió que además de contar con un recordatorio de los requerimientos iniciales y objetivos de la metodología, el estándar de trabajo se dividiera en cuatro partes fundamentales para su adecuado entendimiento y seguimiento por parte del diseñador lo cual contribuirá a una reducción en el tiempo de análisis de las condiciones involucradas para el componente respectivo. A partir de efectuar este análisis de mejor forma no serán necesarios tantos prototipos ni estudios que usualmente se solicitan para validar condiciones no tan aplicables a la parte, de tal manera que se optimizaran recursos.

Las 4 partes fundamentales en que se dividirá el trabajo son:

En primer lugar los Antecedentes de Ingeniería los cuales a su vez comprenden las funciones principales, materiales, procesos de manufactura usados para su construcción y sus acabados, benchmarking, componentes circundantes, las secciones de diseño que muestran los requerimientos del componente, los requerimientos técnicos específicos para la parte y el conocimiento de los documentos de mejores prácticas basadas en experiencias previas, entre mejor sea

el entendimiento de todos estos aspectos nuestro proceso será más capaz para dar solución al diseño del componente.

En segundo lugar se tienen las Pruebas y Análisis tanto físicas como virtuales a las cuales se somete el componente para evaluar su desempeño y con ello tener la seguridad de que la parte cumple con los requerimientos y expectativas del cliente lo cual nunca se debe de perder de vista a lo largo de las etapas de diseño, de tal forma que el conocimiento de estas pruebas resulta crucial durante el proceso.

En tercer lugar se tiene la etapa de Modelado virtual en el que con base en las técnicas de modelado avanzado aprendidas en el cursos de certificación del software NX se desarrollará el componente, procurando minimizar las acciones dentro del proceso de modelado, así como disminuir el tiempo y el tamaño de los modelos matemáticos de los componentes para que al momento de realizar los subensambles virtuales sean de fácil manejo en los equipos de cómputo. Se contara con un Modelo Maestro que represente las técnicas y usadas y la metodología propuesta con la que el diseñador se pueda apoyar para la elaboración propia de su componente.

Finalmente la cuarta etapa es la representación de la etapa de Producción, es decir, el entendimiento de los requerimientos de manufactura y ensamble para llevar a la parte de la manera más sencilla a la etapa productiva, esto con ayuda de prototipos y o modelos de prueba para realizar algunos ejercicios representativos.

Es importante destacar que este documento debe ser un documento “vivo”, es decir, un documento que se esté constantemente actualizando y abierto a mejoras con un ingeniero responsable de él, ya que fungirá como material de apoyo para los ingenieros de diseño que se encarguen del componente respectivo.

Todo lo anterior con el claro objetivo de construir con la más alta calidad posible dentro de un periodo de tiempo adecuado y perfectamente establecido previamente.

Diagrama de flujo del proceso

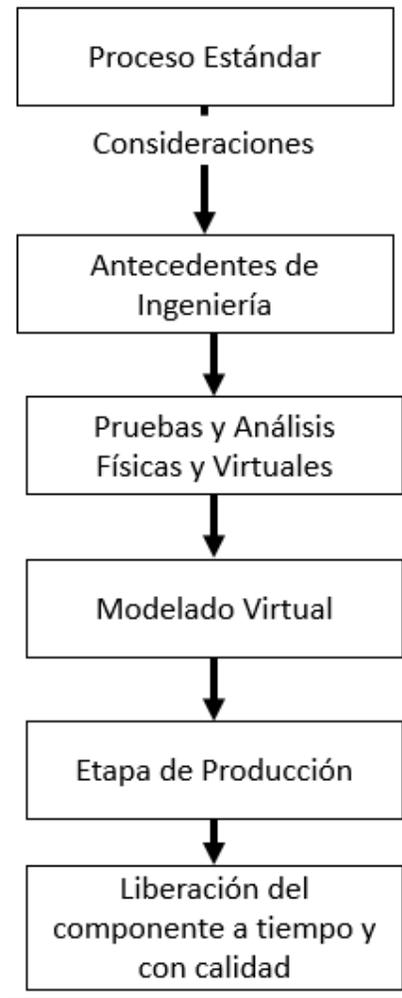


Diagrama 2: Diagrama de flujo del proceso estándar.

De tal modo, esta metodología será implementada para tres componentes vehiculares del subsistema puerta dentro del área de interiores y tendrá una estructura como la siguiente:

Estructura del proceso de diseño

1. Antecedentes de Ingeniería
 1. Definición del componente
 2. Descripción del componente
 3. Benchmarking de materiales
 4. Manufactura y acabados
 5. Benchmarking de componentes
 6. Componentes circundantes
 7. Secciones del componente
 8. Mejores Prácticas

2. Pruebas y modelado virtual
 1. Pruebas virtuales
 2. Pruebas físicas
 3. Modelado virtual

Descripción de la estructura del proceso de diseño

A continuación se desarrollará cada punto de lo que conforma la estructura del proceso de diseño para tener en claro que es lo que se pretende obtener de información de cada componente y de esta forma desarrollar de mejor manera el proceso.

Antecedentes de Ingeniería

En este apartado se describen los principales puntos a considerar para tener un panorama lo suficientemente amplio para poder diseñar un componente vehicular.

Definición del componente

Previo a comenzar a diseñar es necesario entender cómo se define el componente, cuáles serán sus funciones primarias y/o funciones secundarias que debe de desempeñar, los requerimientos de uso que tendrá y desde luego su posición dentro del vehículo, con esto se tendrá suficiente información para comenzar a visualizar el componente en cuestión.

Descripción del componente

En este apartado se describirá con mayor detalle todas las funciones tanto primarias como secundarias que debe de desempeñar el componente, así como brindar

información sobre métodos usuales de sujeción y componentes circundantes que estarán directamente relacionados con el desempeño de nuestro componente.

Benchmarking de materiales

Aunado a los procesos de manufactura se requiere realizar un benchmarking de los materiales comúnmente utilizados para la elaboración del componente, de tal forma que al analizar los requerimientos y condiciones a las cuales se sujetara el componente se efectuó una selección suficientemente adecuada para satisfacer las necesidades del diseño.

Manufactura y acabados

Durante la etapa de reconocimiento resulta necesario tener un entendimiento de los procesos de manufactura usados para la elaboración del componente diseñado, así como los acabados necesarios para su correcto funcionamiento.

Benchmarking de componentes

Tener en cuenta las diferentes versiones del componente a través de diversos programas vehiculares, observar el tipo de ejecución seguida para cada uno de ellos, el empaquetamiento y distribución de elementos de sujeción siempre resulta muy ilustrativo, de modo que teniendo en cuenta estas variantes se puede optar por un diseño que reúna las mejores características y evite las posibles complicaciones que sufrieron diseños anteriores para seguir el camino de la mejora continua.

Componentes circundantes

Es importante tener en cuenta cuales son los componentes con los que tendrá contacto directo o indirecto nuestro diseño ya que como podemos entender cada componente forma parte de un subsistema y este a su vez conformara a otro subsistema, de tal forma que si no se diseña en contexto, se podrían ocasionar condiciones problemáticas en cadena que podrían comprometer el funcionamiento de componentes críticos y consecuentemente poner en riesgo la seguridad del usuario.

Secciones del componente

Si bien ya se ha mencionado que factores deben ser considerados para el diseño del componente es necesario el plasmarlos de una manera entendible para todos los que estén en contacto con este, de manera que las secciones del componente integrarán todas aquellas características como empaquetamiento, espesor nominal del material, tolerancias, interacciones con componentes circundantes, acabados especiales del diseño, entre otras características necesarias para el correcto ensamble del componente con su correspondiente subsistema.

Mejores Prácticas

Existe una base de datos dentro de GM que permite consultar información acerca de ciertos requerimientos y restricciones con los que debe cumplir el componente diseñado, tales son resultado del estudio de diversos casos que reúnen las experiencias previas al momento de diseñar, esto para evitar futuros problemas o malas condiciones de funcionamiento y reuniendo las mejores características apreciadas en diseños anteriores, siendo así un paso más hacia la estandarización.

CAPITULO 3: Pruebas y modelado virtual

Pruebas virtuales

El diseño de un componente nunca debe de perder de vista las distintas evaluaciones virtuales que debe de satisfacer, es decir, a pesar de que el componente cumpla con todos los requerimientos estipulados siempre se corrobora su funcionamiento de manera inicial por medio de análisis virtuales que simulan requerimientos internacionales de seguridad, funcionalidad, entre otros.

Es así que dependiendo del componente se tendrán diferentes validaciones virtuales a superar para su aprobación y su consecuente liberación.

Pruebas físicas

Al igual que con las pruebas virtuales, las pruebas físicas simulan o replican diferentes condiciones a las cuales se puede ver sometido el componente final, por ello es necesario que aunque se hayan aprobado las simulaciones virtuales se verifique la funcionalidad del diseño por medio de estas evaluaciones físicas. Es así que durante el proceso de diseño se debe tener en cuenta todos esos requerimientos necesarios que avalaran el diseño.

Modelado virtual

Todo el proceso de diseño se va desarrollando de manera simultánea con el modelado virtual del componente, es decir, el modelo virtual comenzará a tomar forma desde el establecimiento de las diferentes secciones de cada componente y se irán integrando cada vez más características hasta cumplir con los requerimientos necesarios, esto por medio del software NX Unigraphics.

Se debe de destacar la importancia del correcto modelado virtual, ya que en este van plasmadas las características de nuestro componente que será validado

virtualmente y que será llevado posteriormente a su manufactura y ensamble final con ayuda de este modelo matemático.

CAPITULO 4: Aplicación del proceso estándar

Ahora se procederá a aplicar la metodología propuesta a cada una de los tres componentes que se han indicado previamente, esto dividido en tres casos en el orden siguiente:

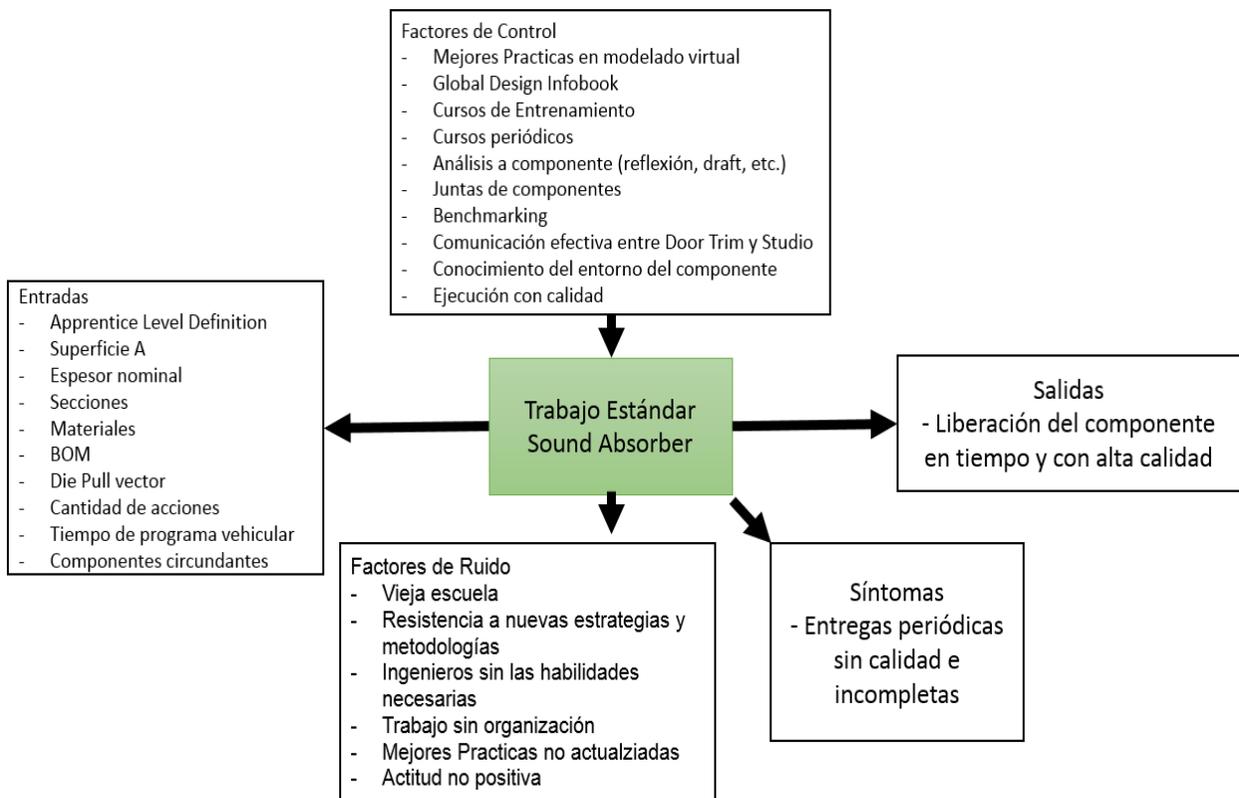
Caso 1: Sound Absorber

Caso 2: Knee Pad

Caso 3: Switch Plate

CASO 1 - SOUND ABSORBER

Aplicación del proceso y diseño del componente



Antecedentes de Ingeniería

Definición del componente

Componente localizado en la parte trasera de la puerta o panel interior (Parte no visible). La principal función es proveer un aislamiento acústico y proveer una barrera contra el ruido exterior del vehículo de tal forma que genere una interacción agradable para el usuario.



Figura 1: Ejemplo Sound Absorber

Descripción del componente

Absorbe ruidos del exterior del vehículo provenientes de las ruedas en contacto con el pavimento, aerodinámica del automóvil, ruidos del motor, transmisión y otros mecanismos ubicados en la zona motora del automóvil además del ruido ambiental externo. En caso de algún impacto o choque del vehículo este componente funge como una barrera la cual atrapa partículas que puedan llegar a ser expedidas a causa del siniestro.

Otra de las funciones es que provee la retención de polvo y humedad que pueden llegar a afectar componentes interiores de la puerta, tales como reguladores mecánicos y switches eléctricos de las ventanas, rayudaras en el cristal de la ventana, oxidación de partes metálicas de la carrocería del auto y tornillería de aseguramiento.

Una función directamente relacionada con el confort del usuario es el aislamiento térmico que provee del calor exterior y no solo eso sino un aislamiento en caso de incendio o alguna condición de fuego. Por último es también usado como protección del contacto entre componentes de la puerta metálica y la puerta plástica de tal forma que no puedan ser afectados ninguno de los dos subensambles.

Este tipo de componente es sumamente estudiado debido a que es una parte importante en varias zonas del vehículo y se hace estudios extenuantes para encontrar la estructura precisa para la máxima disipación y espesor, masa y menor costo posible, es así que existe un área específica igualmente para el diseño de este tipo de componentes, complementaria al área de investigación en materiales.

Las consideraciones que se toman para poder construir uno de estos materiales es de inicio la física del problema relacionada con la función principal del componente, en este caso las ondas de presión en el aire, que para este caso serán el ruido y que impactaran en el componente, este actuando como barrera física, tal y como se muestra en la figura 2.

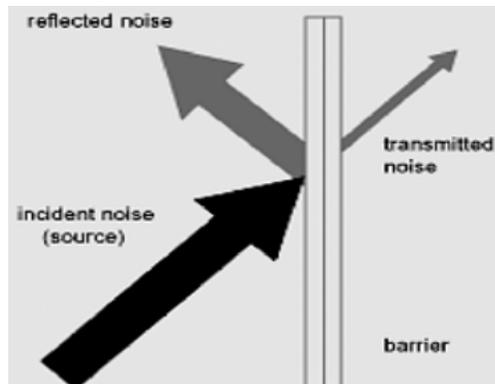


Figura 2: Ondas incidentes/transmitidas/reflejadas.

Lo que se ha observado y se han determinado factores cruciales para el diseño de este tipo de componentes son:

- Espesor del material usado
- Coeficiente de absorción del material
- Coeficiente de transmisión del material
- Frecuencias del ruido incidente
- Densidad del material
- Porosidad del material
- Superficie de contacto
- Reverberación
- Compactación

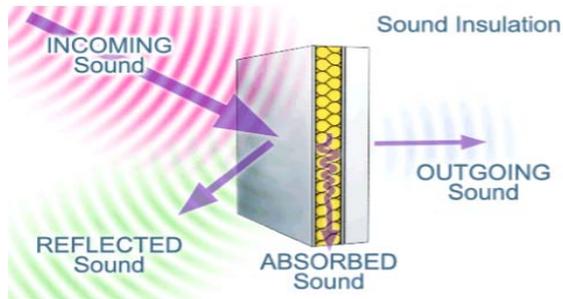


Figura 3: Ondas incidentes/transmitidas/reflejadas 2.

Benchmarking de materiales

Es preciso realizar un benchmarking de la diversidad de materiales empleados para la construcción del componente diseñado, en este caso para el sound absorber tenemos materiales como:

- Viniles espumas



Figura 4: Materiales 1 - Sound Absorber.

- Fibras textiles y plasticas



Figura 5: Materiales 2 - Sound Absorber. Fibra de vidrio fibras de polipropileno Fibras textiles Capas de Aluminio Capas Plasticas

- Materiales combinados



Figura 6: Materiales 3 - Sound Absorber. Materiales combinados

Actualmente General Motors cuenta con una librería de materiales clasificados específicamente para cada tipo de aplicación, dentro de esta lista se encuentran los materiales antes mencionados pero con las características específicas requeridas para las condiciones que se presentan en cada zona del vehículo. Para este caso se debe de seleccionar el material apropiado dentro de la gama correspondiente al tipo de segmento al cual pertenece el automóvil.

Esta librería está precargada en el software NX para poder asignar el material dentro del modelo virtual y posteriormente realizar los análisis y estudios correspondientes.

De tal manera que se ha llegado al uso de algunos materiales tales como:

- Fibra de polipropileno
- Fibra de vidrio
- Fibras textiles
- Capas de aluminio
- Capas plásticas
- Materiales combinados

Será disposición del ingeniero el asignar el material siempre y cuando cumpla los requerimientos de GM en cuanto a composición, y características en general para el diseño.

Manufactura y acabados

Los procesos de manufactura son muy variados y dependen evidentemente del tipo de material seleccionado. Para el fin de este trabajo no resulta relevante realizar la explicación de todos estos métodos usados pero se incluirá una breve explicación de los procesos más comunes para la manufactura de este componente asumiendo igualmente el material más usado por GM y en la industria automotriz.

Para ser conformado el Sound Absorber típicamente se somete a un proceso llamado Termosellado (Heat Sealed) y otro conocido como troquelado por cizalla (Die Cut), siendo estos usados para fibras de polipropileno y fibras de vidrio.

- Termosellado

En este proceso de manufactura se utiliza un sellador el cual se utiliza con materiales termoplásticos aplicando calor. Esto puede ser con monocapas uniformes de termoplásticos o con materiales que tienen varias capas, siendo al menos uno termoplástico.

El termosellado puede unir dos materiales similares entre sí o pueden unirse a materiales distintos, uno de los cuales tiene una capa termoplástica, este proceso de sellado de un termoplástico a otro se efectúa usando calor y presión.

El método de contacto directo utiliza un troquel calentado constantemente o una barra de sellado para aplicar calor en un área específica de contacto o camino para sellar o soldar los termoplásticos. El sellado por calor se utiliza para muchas aplicaciones, incluyendo conectores de sellado, adhesivos activados térmicamente, medios de comunicación, película de plástico o papel de aluminio sellado.

Termosellado de productos con adhesivos térmicos se utiliza para mantener claras las zonas de aplicación en donde el sellado por soldadura o por ultrasonido no son una opción tan confiable debido a los requerimientos de diseño de los componentes u otras consideraciones de montaje.

Una barra caliente se calienta como herramienta y se mantiene a una temperatura constante (también conocido como Contacto Directo) para que unas planchas o matrices que están en contacto con el material, caliente la interface y se genere un enlace. Las planchas y troqueles tienen diferentes configuraciones y se pueden cubrir con una capa de liberación o utilizando diversos materiales mediadores para evitar que se pegue a la herramienta caliente.

Las bandas de selladores de calor utilizan correas en movimiento sobre los elementos de calefacción.



Figura 7: Manufactura 1 – Termosellado.

- Troquelado por cizalla

Es el proceso en el que se usa un troquel para cizallar bandas de materiales de baja resistencia, como el caucho, distintos tipos de fibras, papel de aluminio, tela, papel, cartón, plástico, cintas adhesivas sensibles a la presión, espuma, entre otras. Este tipo de troquelado comenzó como un proceso de corte de cuero para la industria del calzado y actualmente es lo suficientemente sofisticados como para cortar a través de una sola capa de un laminado, por lo que ahora se utiliza en distintos tipos de capas de fibras, sellos y materiales relacionados.

Este tipo de corte se puede realizar en cualquiera tipo de prensas planas o rotativas, este troquelado se usa a menudo en línea con la impresión. La principal diferencia entre el corte de troquel giratorio y el corte de troquel plano es que en la superficie plana no es tan rápido el corte pero las herramientas son más baratas. Este proceso se presta a las corridas de producción más pequeñas donde no es tan fácil absorber el costo adicional de un troquel rotativo.

Este tipo de máquinas se agrupan en diferentes estaciones y en cada una de estas estaciones se encuentran una serie de herramientas orientadas o cilindros de corte, en el que algunas máquinas utilizan el registro automático de ojos para asegurarse de que los recortes están alineados unos con otros cuando se requieren tolerancias más altas.



Figura 8: Manufactura 2 – Troquelado por cizalla.

Acabados

En cuanto a los acabados del componente en este caso se componen de una piel o cubierta aislante, fuera de esta cubierta el sound absorber no requiere algún otro tipo de proceso para el acabado, además teniendo en cuenta que no será un componente visible para el usuario, es decir, se localiza en la zona B del subensamble puerta, no requiere algún post proceso para hacerlo más atractivo a la vista.

Benchmarking de componentes

Previo a comenzar con el desarrollo del diseño se debe de realizar una búsqueda de las configuraciones actuales del componente que se encuentran en el mercado, con lo que se comprenderán más sus características funcionales. Esta búsqueda se tiene que realizar dentro de los productos previamente elaborados por GM y en productos desarrollados por los competidores, analizarlos y discernir entre las diferentes ejecuciones existentes para obtener información acerca de aspectos favorables, desfavorables o no aplicables para nuestro diseño.

Apoyarse en datos estadísticos que puedan soportar las decisiones o consideraciones realizadas resulta fundamental, de tal modo que en caso de tener acceso a estos sería conveniente realizar un análisis detallado para alcanzar el mejor ejercicio de nuestra parte y que de tal manera no solo cumpla correctamente su función, sino que su desempeño este por encima de los demás componentes encontrados en el mercado.

Algunas de las variantes físicas encontradas se presentan a continuación en la figura 9 y 10:



Troquelado por cizalla



Termosellado



Troquelado por cizalla



Termosellado

Figura 9: Benchmarking 1 - Variantes físicas Troquelado por cizalla / Termosellado.



Sound Absorber de
Aislante de aluminio



Sound Absorber de
fibras de polipropileno

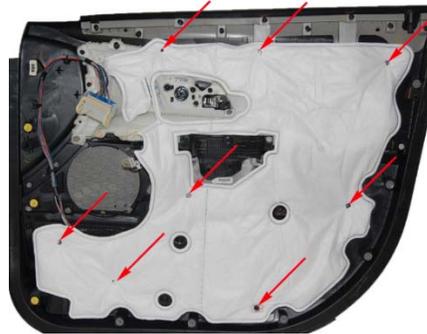
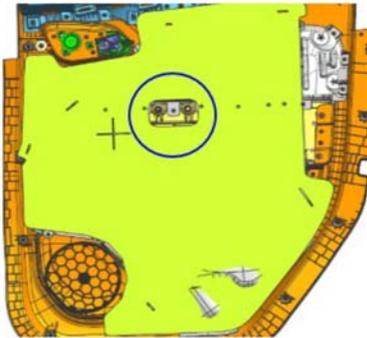
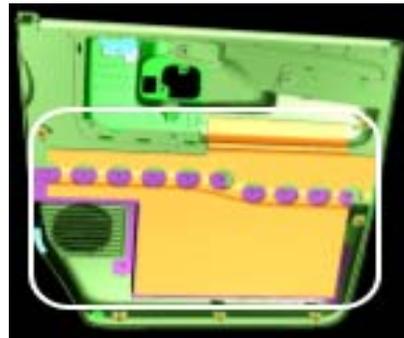


Figura 10: Benchmarking 2 – sound absorber

Algunas de las variantes virtuales encontradas se presentan a continuación en la figura 11 y 12:



Chevrolet Equinox
Die Cut



Avalanche
Die Cut

Figura 11: Benchmarking 3 – Variantes virtuales - sound absorber



Cadillac XTS Troquelado
por cizalla



Chevrolet Malibu
Troquelado por cizalla

Figura 12: Benchmarking 3 – Variantes virtuales - sound absorber

Componentes circundantes

El diseño del Sound Absorber y de cualquier componente debe de adecuarse a las condiciones circundantes que estén presentes en el subensamble, estas condiciones estarán ligadas directamente a los componentes que lo rodean y que de una u otra forma tienen interacción con el componente a diseñar, realizando estas consideraciones se asegurará un ajuste óptimo entre los componentes de manera que interactuaran amigablemente.

Para este caso nuestro componente interactúa con casi todos los componentes del subensamble puerta y otros componentes del subensamble de exteriores, se mencionaran algunos de ellos para un mejor entendimiento:

- Panel metalico de la puerta
- Main Carrier
- Bolster
- Belt Bracket
- Map Pocket
- Armrest
- Speaker Grille
- Isrh
- Water Deflector

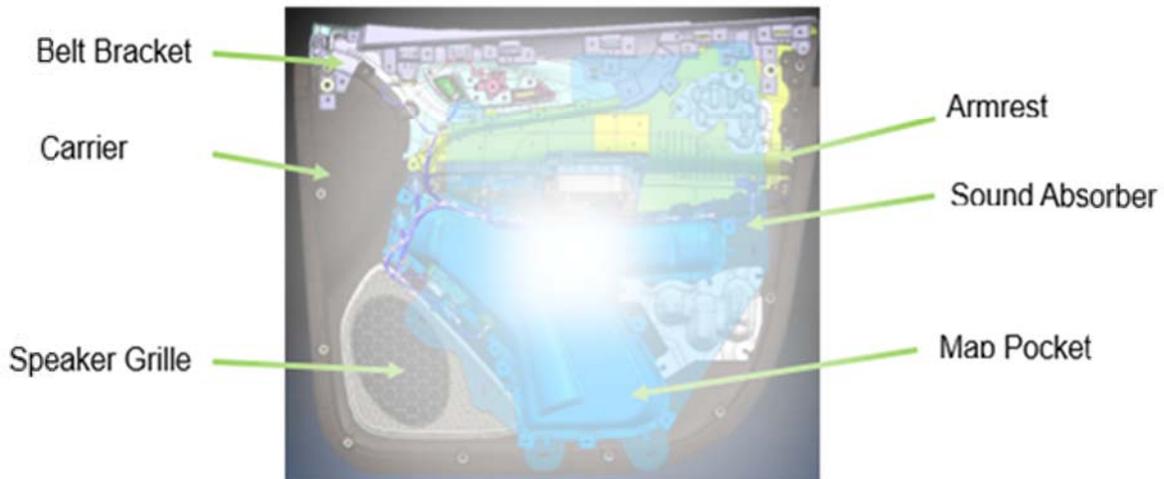


Figura 13: Componentes circundantes - sound absorber

Secciones del componente

Las secciones en cualquier componente variarán dependiendo de la complejidad de este, su localización dentro del subensamble, su geometría, el tipo de interface que tenga con otros componentes y todos los requerimientos que restrinjan al componente (empaquetamiento, seguridad, masa, materiales, etc.).

Para este tipo de componente las secciones resultan cruciales ya que hace interface con componentes tanto del panel como de la parte metálica de la puerta lo cual al tener que interactuar estos dos subsistemas implican directamente al sound absorber que se encuentra en medio de estos dos y por consiguiente este podría afectar en el funcionamiento de algunos dispositivos en la puerta, mecánicos y eléctricos.

Algunas de las secciones usuales que se utilizan para este componente se muestran en la figura 14 con líneas en color verde:



Figura 14: Secciones para ejecución de diseño - sound absorber

Especificaciones Dimensionales

Las secciones para ejecución de diseño mencionadas en el apartado anterior deben de considerar las llamadas especificaciones técnicas dimensionales o DTS (por sus siglas en inglés) proveídas por el equipo encargado del programa vehicular. Estos llamados en las secciones especifican dimensiones críticas o particulares en áreas donde los componentes tienen una interface diferente con los demás componentes. Para nuestro componente sound absorber no se tiene ninguna DTS asociada, de modo que no es necesario detallar más información al respecto.

Mejores Prácticas

Como ya se ha mencionado anteriormente las mejores prácticas es un conjunto de documentos que registran requerimientos y criterios con base en experiencias previas en el desarrollo de componentes, algunos de los aspectos que cubren incluyen las alertas de diseño en las áreas en las que anteriormente se han tenido problemas tales como rasgaduras en el componente al momento de instalar o de dar mantenimiento a subsistema puerta, puntos específicos a cumplir para la seguridad del ocupante como la capacidad de retención de partículas al momento de un siniestro, dimensiones específicas en alguna característica del componente tales como una tolerancia para evitar que el sound absorber interfiera con los elementos de sujeción de otros componentes, criterios en las secciones que se deben de cumplir para ensamble y desempeño de la parte, entre otros.

Estos documentos son demasiados y en ciertos casos muy extensos dependiendo del componente y del tipo de información que se desee especificar de tal forma que ubicar en este trabajo todos los documentos que se involucran para el desarrollo del componente resulta poco práctico.

Pruebas

Para cada componente se realizan una serie de pruebas tanto físicas como virtuales necesarias para validar diferentes tipos de condiciones, características y requerimientos.

Pruebas Virtuales

Para el caso del Sound Absorber no se le realiza ninguna clase de validación virtual por medio de CAE ya que no se considera necesario, esto aunado al factor de que

resulta muy complicado simular el comportamiento del material de este componente debido a sus características geométricas y estructurales y los resultados que se obtienen no ayudan significativamente.

Pruebas Físicas

En este caso al no realizarse pruebas virtuales son más que requeridas las pruebas físicas para validar el correcto desempeño del componente, debido a sus funciones tan particulares, su ubicación y el posible efecto en caso de emergencias que puede tener. Estas son algunas de las pruebas a las cuales se somete el componente:

- Flamabilidad
- Adhesión (si aplica)
- Olor
- Servicio
- Impacto lateral
- Ruidos y rechinos
- Contacto entre componentes
- Tensión
- Compresión

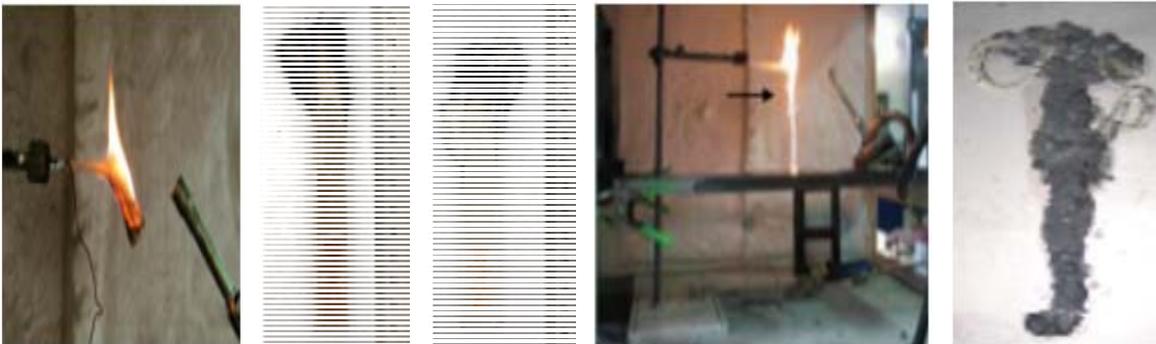


Figura 15: Pruebas físicas - Flamabilidad - sound absorber



Figura 16: Pruebas físicas - Tensión - sound absorber

Se debe de tomar en cuenta que estas pruebas no solo son realizadas en las etapas de pre modelado sino en toda la fase de diseño del componente, es decir, si alguna característica saliera no favorable tendría que ser cambiada para su correcta entrega en tiempo y forma.

Modelado virtual

- Prerrequisitos

Certificación como: NX Apprentice Level Definition

Asistencia a Cursos de aprendizaje continuo

Asistencia a revisiones de diseño para cada componente

Asistencia a revisiones de diseño del programa vehicular

Haber leído las mejores practicas

Haber leído el infobook

- Estructura del archivo

La estructura en el navegador de partes dentro del software NX y durante el proceso de modelado virtual debe de estar correctamente organizado demostrando el dominio de las técnicas de modelado y con el fin de hacer al modelo 100% editable para futuras modificaciones que puedan resultar de las pruebas o en la etapa de lanzamiento.

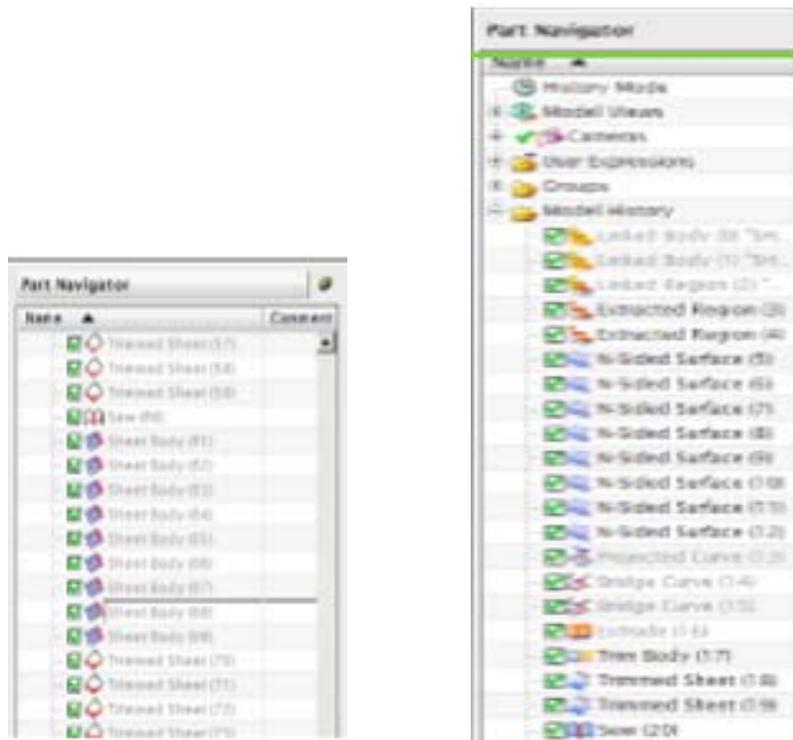


Figura 17: Estructura del archivo.

Etapa de modelado

En esta etapa se describirá a grandes rasgos los pasos necesarios para dibujar el componente diseñado, el objetivo principal de este procedimiento es trasladar con precisión todos los requerimientos y características necesarias en el componente a un medio que pueda ser utilizado en análisis y pruebas virtuales y para que posteriormente pueda llegar a la producción regular sin mayores complicaciones, esto en el tiempo establecido y con la calidad necesaria.

Para este componente se desarrollaran dos procedimientos de modelado virtual que van ligados entre sí, ya que un modelo resultara útil para la visualización y adición al ensamble general, el caso de la versión “Límites de zona” y la otra versión conocida como “Plana” nos ayudara como propuesta hacia el proveedor que se encargue de la manufactura de este componente.

- Versión “Límites de zona”

Paso 0: Control del contexto

En este paso se debe de crear el ambiente en el que se ve envuelto nuestro componente diseñado agregando los siguientes componentes y subensambles:

- Subensamblado de exteriores
- Subensamblado de interiores

Estos nos ayudaran a no perder de vista el objetivo de para que se está diseñando.



Figura 18: Paso 0 – Control del contexto.

Se debe de ver agregados los nombres o claves de los componentes o subensambles en el navegador de partes o ensambles según sea el caso.

Paso 0: Control del contexto

Seleccionar el subensamblado de interiores y todos los componentes del subensamblado de exteriores exceptuando la puerta metálica y situarlos en modo no visible de tal forma que solo se visualice este último componente (Figura 19).

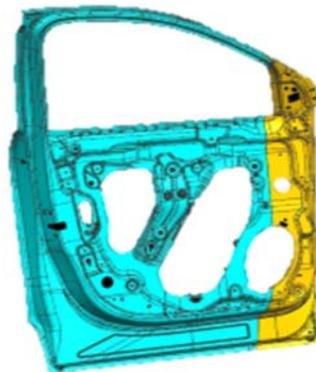


Figura 19: Paso 0 – Control del contexto.

Se debe de observar una atenuación en los nombres de los componentes no visibles.

Paso 1: Extraer región tangente

En este paso se utilizarán las funciones necesarias en NX aprendidas dentro de las técnicas de modelado de tal forma que a partir de la superficie de la puerta metálica se genere una región tangente a esta donde refleje su geometría en su generalidad. Esta región tangente debe de contener la menor cantidad de orificios posibles para que la operación subsecuente se realice con mayor facilidad.



Figura 20: Paso 1 – Extraer región tangente..

Dentro del navegador en el historial de operaciones deberá aparecer un cuerpo como región.

Paso 2: Cerrar orificios

Usando la técnica adecuada para generar una superficie tangente es necesario cerrar todos los orificios resultantes en la operación anterior de forma que la superficie quede totalmente cerrada sin ningún tipo de superficie no uniforme.

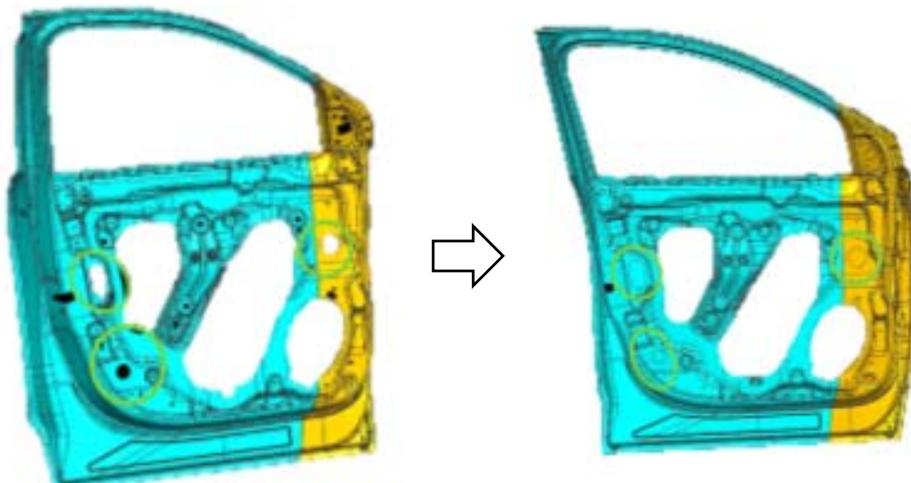


Figura 21: Paso 2 – Cerrar orificios.

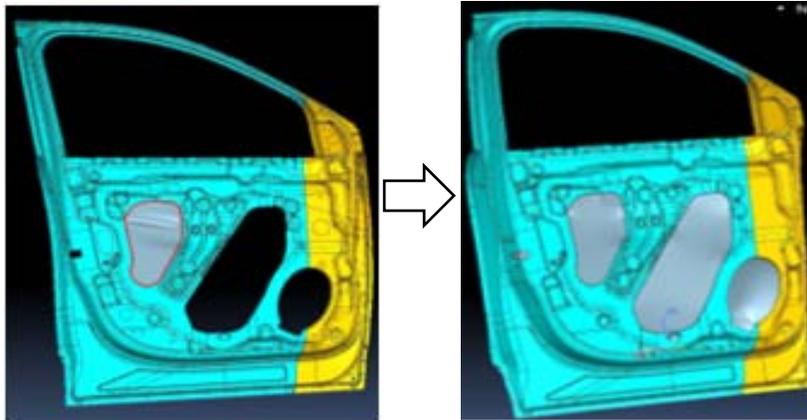


Figura 22: Paso 2 – Cerrar orificios 2.

Las operaciones para la creación de las superficies deben verse reflejadas en el navegador de historial de operaciones.

Paso 3: Extraer y delimitar área objetivo

Teniendo en cuenta los límites máximos de cobertura y espaciamiento que rigen a nuestro componente es necesario realizar una acción para asegurar que estos lineamientos se cumplan.

Seleccionar con base en la superficie tangente creada anteriormente los ejes necesarios para definir a grandes rasgos el contorno de nuestro componente.

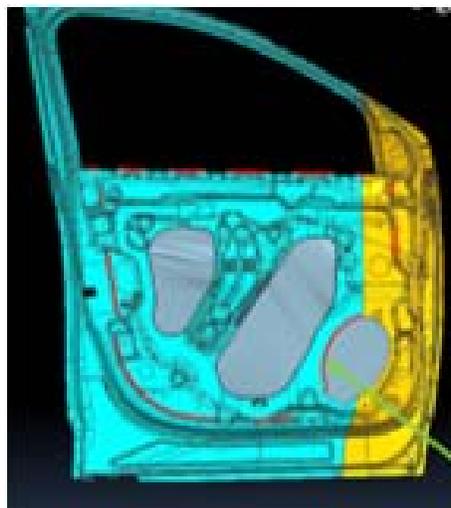


Figura 23: Paso 3 – Extraer y delimitar área objetivo.

Este paso se puede llevar a cabo extrayendo las curvas de los ejes seleccionados.

Paso 3: Extraer y delimitar área objetivo

Proyectar las curvas obtenidas en el paso anterior sobre un plano paralelo y cerrar el contorno semidefinido de manera que queden unidas todas las curvas sobre el nuevo plano (Figura 24), se pueden usar distintos comandos para esta operación como extender las curvas, generar nuevas curvas rectas o con curvatura, cortar los excesos, generar esquinas, entre otros.

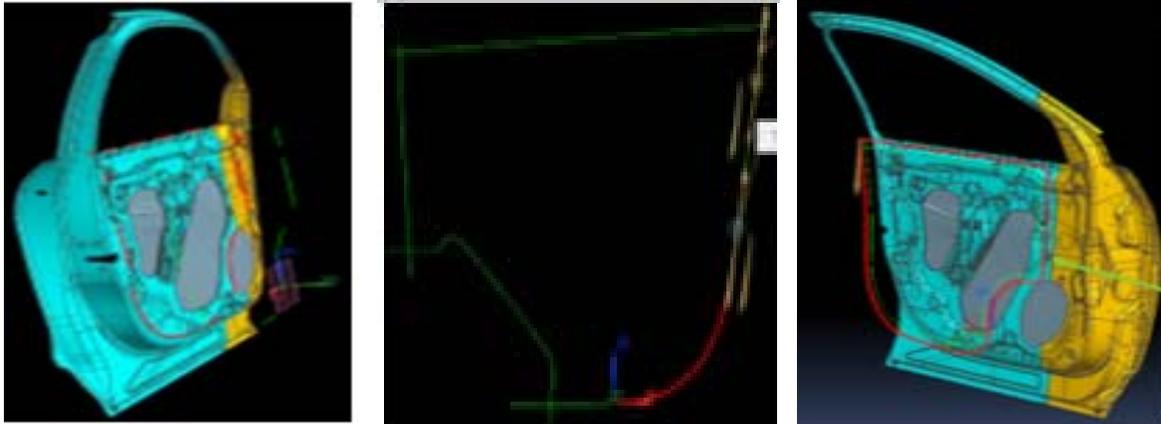


Figura 24: Paso 3 – Extraer y delimitar área objetivo.

Paso 4: Extruir fronteras

Ya con el contorno bien definido y completamente cerrado se procederá a extruir la curva generada en sentido de la superficie tangente, de tal modo que se crucen por completo las dos superficies. Seleccionando las opciones adecuadas se generará la superficie que determina las fronteras de nuestro componente.

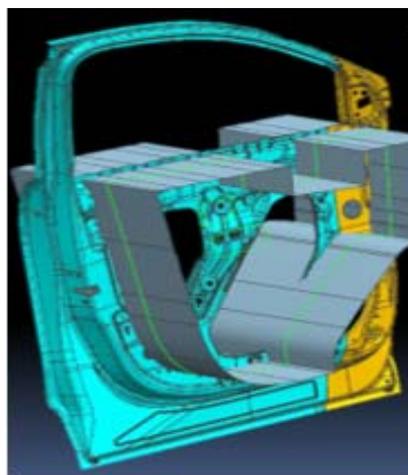


Figura 25: Paso 4 – Extruir fronteras.

Paso 5: Seccionar con fronteras

Seleccionar el comando necesario para cortar la superficie tangente generada al inicio usando como herramienta de corte la nueva superficie frontera.

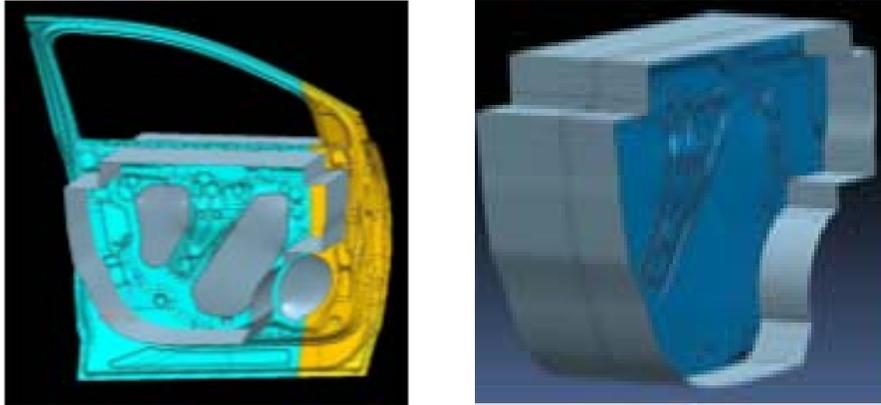


Figura 26: Paso 5 – Seccionar fronteras.

Se agregara en el historial la operación del comando usado y visualmente quedará solo la superficie frontera y la superficie tangente cortada con la silueta requerida.

Paso 6: Espesor

Con los comandos adecuados realizar las siguientes acciones:

- Enviar la superficie frontera a una “capa” específica de herramientas y situarlo como objeto oculto.
- Generar una superficie idéntica a la superficie tangente resultante del corte, esta superficie deberá quedar alejada de la anterior la magnitud del espesor determinado para el componente.



Figura 26: Paso 6 – Espesor.

Paso 7: Cerrar cuerpo

Usando la “capa” asignada de herramientas creada con anterioridad reaparecer la superficie frontera y usar los comandos adecuados para cortar dicha superficie y ajustarla a las superficies tangentes de modo que quede un cuerpo cerrado por completo.



Figura 27: Paso 7 – Cerrar cuerpo.

Paso 8: Ajustar a requerimientos

Realizar los ajustes apropiados a la parte, tales como orificios para otros componentes, elementos de sujeción del mismo y el detalle de dimensión.

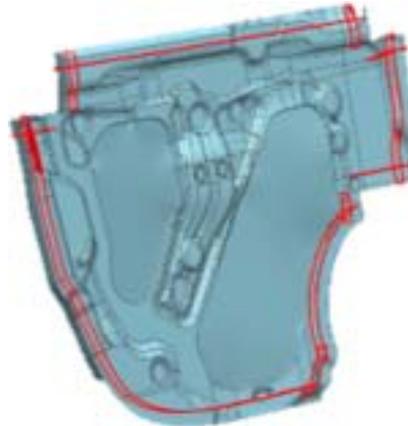


Figura 28: Paso 8 – Ajustar a requerimientos.

Paso 9: Cosido

Finalmente se debe de realizar un cosido de las superficies para generar un cuerpo solido en su totalidad ya que hasta los pasos anteriores solo era un cuerpo hueco conformado por superficies de frontera.

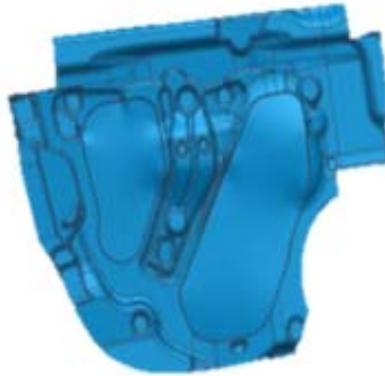


Figura 29: Paso 9 – Cosido.

Con este último paso se obtendrá el componente final de la versión “límites de zona” el cual se adecua perfectamente al espaciamiento entre el subensamble puerta de exteriores e interiores.



Figura 30: Paso 9 – Cosido – Componente Final.

Paso 10: Examinar geometría

Este paso es usado en general para cualquier componente y se refiere a realizar un examen a la parte dibujada virtualmente. En este examen se verifica que no contenga inconsistencias geométricas como picos en superficies, aberturas pequeñas menores a la tolerancia establecida, entre otras características.

Todo esto con el fin de que el componente quede preparado para los siguientes análisis y posible liberación para producción.

Es preciso hacer hincapié en que dentro de la base de datos de GMM existe un modelo maestro que muestra el método descrito anteriormente de una forma académica, es decir, que el ingeniero de diseño sea capaz de entender con facilidad.

Versión Plana

Paso 0: Control del contexto

En este paso se debe de crear el ambiente en el que se ve envuelto nuestro componente diseñado agregando los siguientes componentes y subensambles:

- Subensamblado de exteriores
- Subensamblado de interiores

Estos nos ayudaran a no perder de vista el objetivo para lo que se está diseñando.

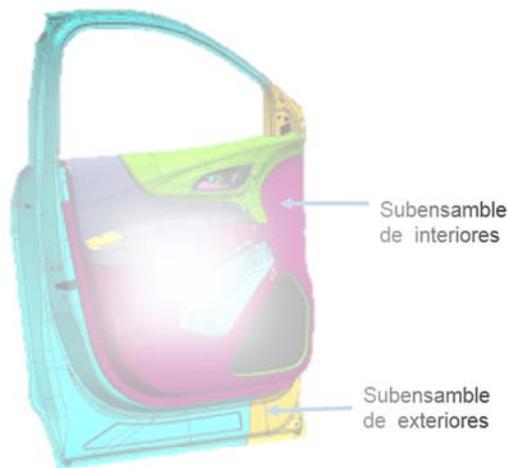


Figura 31: Paso 0 – Control del contexto.

Se deben de ver agregados los nombres o claves de los componentes o subensambles en el navegador de partes o ensambles según sea el caso.

Seleccionar el subensamblado de exteriores y situarlo en una capa en modo no visible de tal forma que solo se visualice el subensamblado de interiores de la puerta, es decir, el panel. Se debe de observar una atenuación en los nombres de los componentes no visibles.

Paso 1: Delimitar área objetivo

Teniendo en cuenta el área de cobertura requerida y los espacios que se debe de dejar libres para la interacción entre otros componentes, se debe de definir los límites de nuestro componente, esto se puede hacer seleccionando los ejes formados por el componente Carrier y el componente Belt bracket que son los que nos delimitan también las fronteras de nuestro panel. Posteriormente proyectar estos ejes en forma de curvas en un plano paralelo.

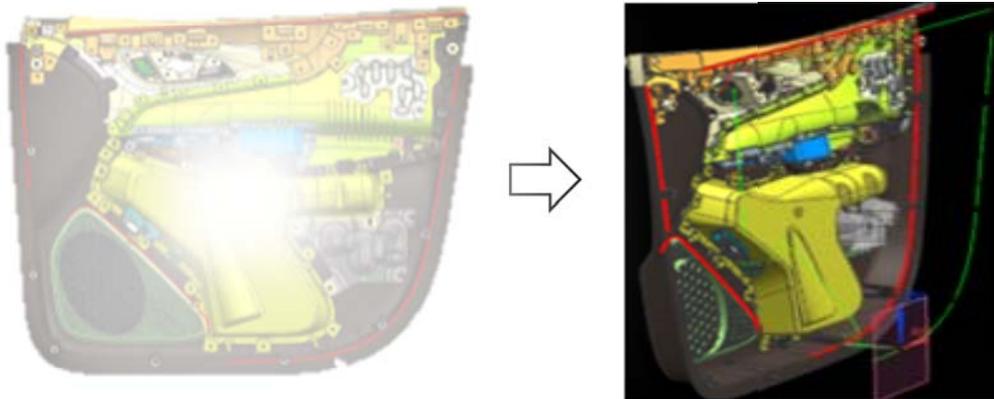


Figura 32: Paso 1 – Delimitar área objetivo.

Ya con las curvas de los ejes proyectados proceder a unir dichas curvas de forma que se genere una curva totalmente cerrada que conformara los límites iniciales de nuestra área objetivo (Figura 33).

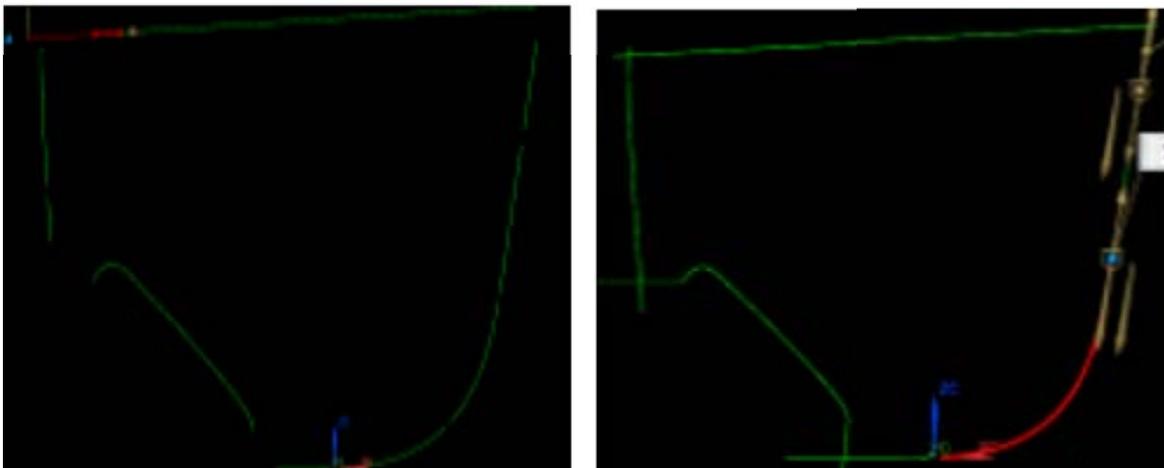


Figura 33: Paso 1 – Delimitar área objetivo.

Paso 2: Área objetivo

A partir de la curva perfectamente cerrada es necesario ajustar esta área respecto a ciertos requerimientos establecidos en etapas anteriores del método y sin perder de vista las expectativas del componente.

Realizar un offset a la curva generada de tal modo que cumpla con la restricción de respetar el espacio entre los bordes del sound absorber y las características de otros componentes que interactuarán con el subsistema de exteriores de la puerta, tal y como se establece en una de las mejores prácticas. Aunado a esto es preciso hacer los ajustes correspondientes respecto a posibles agujeros que puedan realizarse al componente para una mejor interacción entre los subsistemas interiores y exteriores.

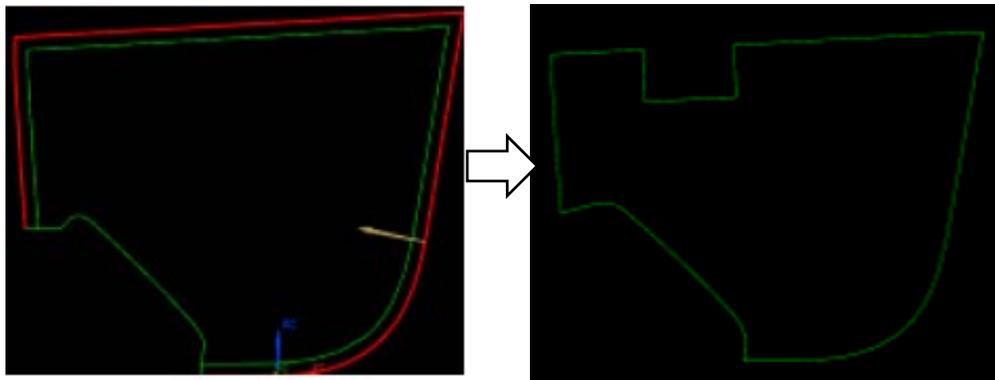


Figura 34: Paso 2 – Área objetivo.

Todos los cambios anteriores estarán definiendo el área objetivo, en porcentaje de cobertura y aproximación a los requerimientos del componente.

Paso 3: Métodos de sujeción

Es necesario adecuar el medio por el cual el componente se sujetará al panel de la puerta, para esto es necesario tener presente el método de manufactura que se empleara para fabricar la parte, ya que algunos se tendrán que fijar manualmente y otros será necesario emplear una maquina con un proceso térmico, esto para los métodos anteriormente descritos y recordando que son los más típicos para la parte.

Recordar que las geometrías adicionales al dibujo de la parte para la sujeción, tendrán que estar validadas o aprobadas para su uso en el componente, siempre respetando las recomendaciones de los expertos del área.

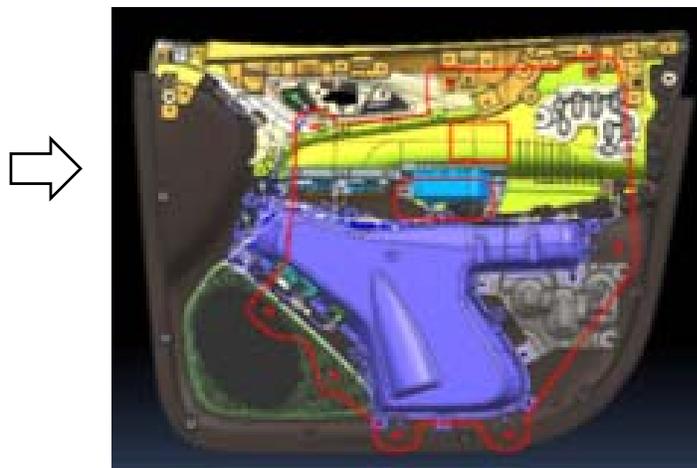
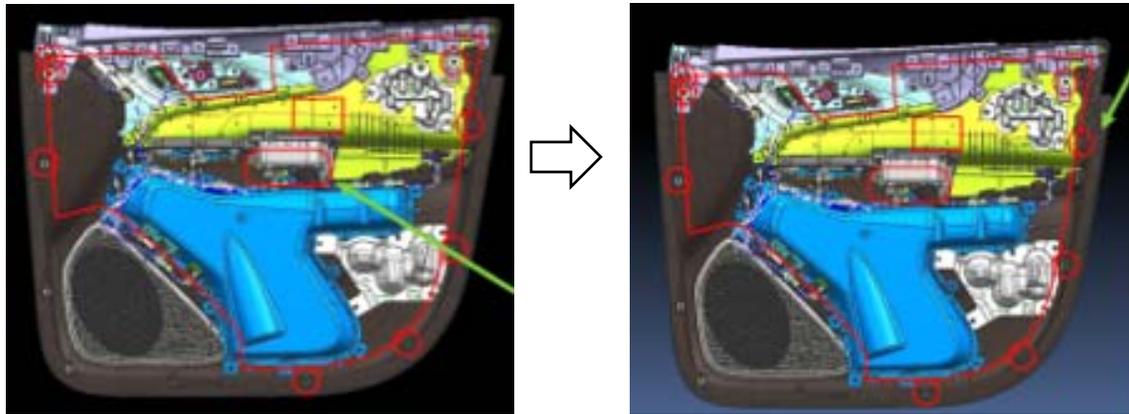


Figura 35: Paso 3 – Métodos de sujeción.

Paso 4: Generar parte solida

Finalmente para terminar con el dibujo de la parte para esta versión Flat se debe de extruir la curva de tal forma que se generara un cuerpo solido que ya se podrá manipular como cualquier otro componente dentro del subsistema puerta.



Figura 36: Paso 4 – Generar parte sólida.

Paso 5: Verificación del contexto

En este paso es requerido realizar una verificación de que el componente dibujado se adecue perfectamente a las posiciones requeridas, como posición de los elementos de sujeción, agujeros para interacción de otros componentes, espacios de tolerancia hacia otros componentes, tensión necesaria del componente, entre otras.

Para esta verificación se optara por las habilidades del ingeniero para elaborar herramientas suficientemente eficientes para demostrar que su componente cumple con las especificaciones.



Figura 37: Paso 5 – Verificación del contexto.

Paso 6: Crear patrón propuesta

Como se mencionó, parte del proceso de diseño del componente incluye la elaboración de una propuesta de patrón de corte que será enviada a proveedor para facilitar la manufactura del componente y así optimizar en gastos y tiempos de espera.

En primera instancia se debe de generar el área simbólica donde se situaran los patrones del sound absorber, las dimensiones y características del patrón serán dadas por el proveedor.

Para generar el patrón se deben de copiar las curvas límites de nuestro componente y moverlas de tal manera que se adecuen lo mejor posible al área propuesta, esto tratando de dejar los menores espacios vacíos par que el desperdicio de material sea el menor posible y de igual manera optimizar costos de producción.

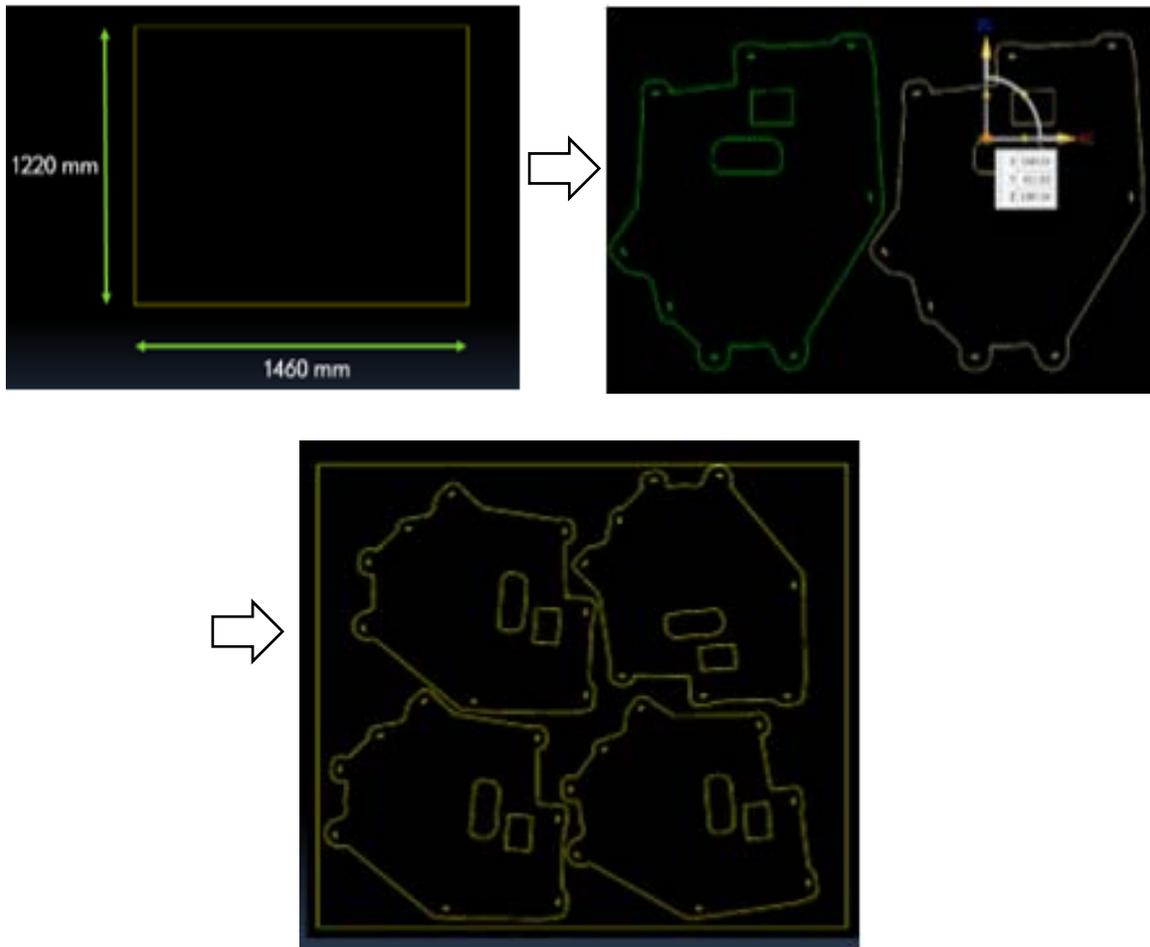


Figura 38: Paso 6 – Crear patrón propuesta.

Producción

Ya realizado el modelo virtual con todas sus consideraciones previas es necesaria una serie de pruebas tanto físicas como virtuales, tal y como ya se ha mencionado.

En este caso al no realizarse pruebas virtuales por el nivel de complejidad de simulación en materiales (en este componente) solo se realizan verificaciones visuales por parte de personal especializado y las demás validaciones se realizan con modelos y prototipos construidos por el ingeniero responsable de la parte; estos modelos pueden ser de materiales reales del componente o parecidos que sirvan para el fin de representación de alguna función, incluso son utilizados modelos provenientes de impresiones 3D y estereolitografías que nos muestran con mayor precisión las formas o geometría del componente.

Modelos y Prototipos



Figura 39: Modelos y prototipos – sound absorber – material original.

Esta serie de evaluaciones servirán para que por ultima instancia puedan ser llevados a la producción regular, es importante mencionar que todas las pruebas físicas, análisis virtuales, creación de prototipos y liberaciones de diseño tienen sus tiempos perfectamente establecidos respecto a una planeación global del proceso, de modo que el desarrollo completo del vehículo se entregue para liberar a producción en el tiempo establecido y con los requerimientos y expectativas cumplidas.

Otras consideraciones

Es importante mencionar que una parte fundamental dentro de todo este proceso de diseño, pruebas y liberación de la parte, existen colaboradores que están directamente relacionados con el proceso estos son conocidos como líderes del equipo de diseño y los ingenieros de liberación de diseño o con sus siglas en inglés “DLT” y “DRE” respectivamente, y este último encargado también de dar seguimiento al proceso de lanzamiento de la plataforma de vehículos diseñados con lo que estará brindando retroalimentación a los ingenieros de diseño sobre las áreas de oportunidad o de las ejecuciones bien realizadas.

CASO 2: KNEE PAD

Aplicación del proceso estándar

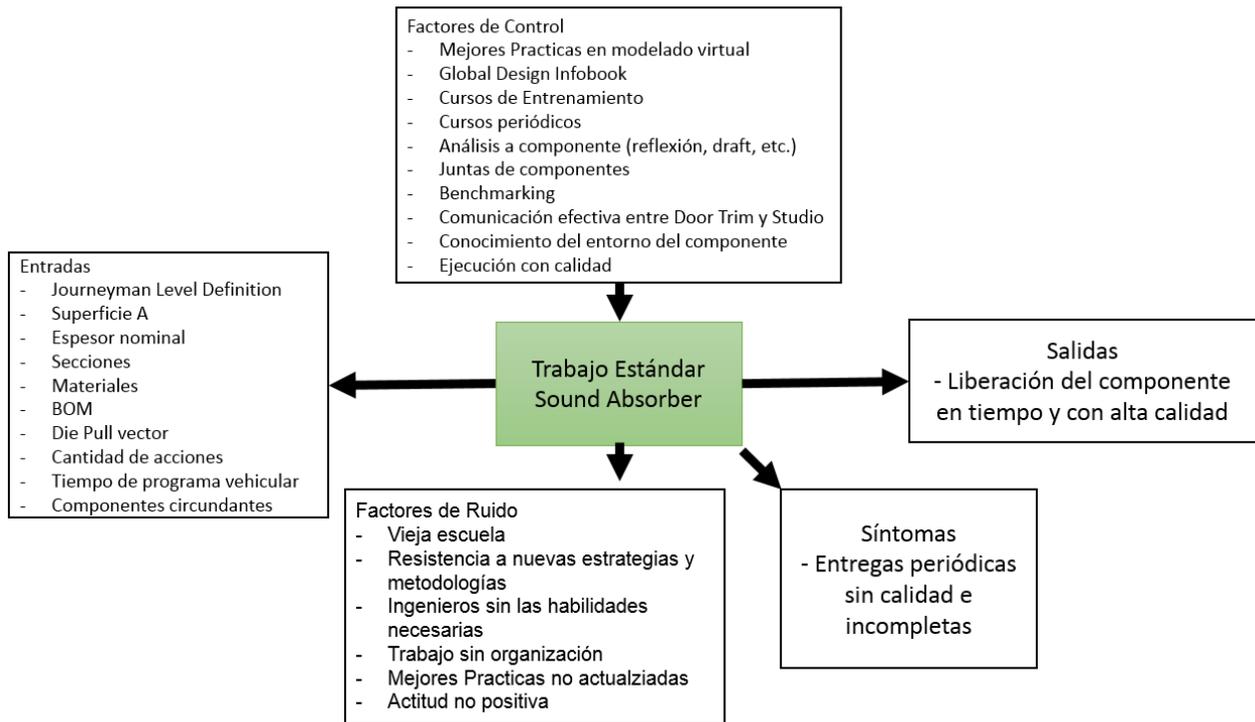


Diagrama 4: Diagrama de proceso para Knee Pad

Antecedentes de Ingeniería

Definición del componente

Componente localizado en la porción media baja de la puerta, su principal función es proveer una amigable interacción entre el usuario y el panel de la puerta. Es usado como una estructura de descanso y de apoyo para la rodilla implementado en automóviles deportivos premium. Aunado a esto también provee un toque más atractivo en la apariencia, ya que forma parte del tema vehicular.

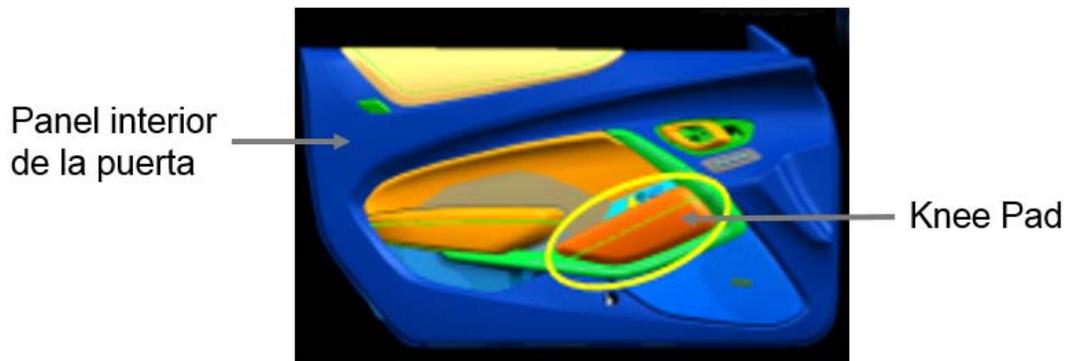


Figura 40: Ejemplo Knee Pad

Descripción del componente

Es un componente con poca historia en la industria automotriz, solo pocas compañías utilizan como medio de confort para el usuario y a pesar de que algunos sitúan este componente del lado del panel intermedio de instrumentos, en GM se está implementando del lado de la puerta ya que es exactamente esa pierna la que más se descansa durante el periodo de conducción. Es así como este componente al ser una división del panel interior y debido a su ubicación dentro de este, necesita cubrir más requerimientos que algunos otros componentes, en cuestión de seguridad del ocupante, esto por los posibles accidentes en impacto lateral que puedan presentarse ya que las fuerzas de reacción que se presentan en esta porción de la puerta son mucho mayores al de otras zonas y por tanto las condiciones de resistencia y fuerza de retención resultan críticas.

Además de sus funciones de confort este componente adquiere un papel importante para el efecto visual del interior de la puerta ya que llama mucho la atención para el público, de aquí la importancia de los acabados, que deberán estar acorde al tema del auto y que reflejen la calidad que GM desea para sus clientes y aunque quizá suene sencillo, para ingeniería reunir estos requerimientos estructurales y de apariencia no siempre lo son.

Es importante mencionar que se cuenta con dos variantes de este componente, una versión para autos premium y un componente para autos con equipamiento más básico. La diferencia entre estos se describirá en los siguientes apartados de materiales, manufactura y acabados.

Benchmarking de materiales

Como se ha mencionado se cuenta con dos modelos del componente los cuales manejan diferentes materiales que incluyen piezas inyectadas combinadas con textiles o espumas que son termo formadas también, aunque en su parte estructural terminan usando el mismo polímero, es decir, solo variaran para su aspecto visual sin descuidar su funcionalidad de seguridad.

Para la parte del soporte y sustrato es utilizado uno de los materiales más usados en la industria automotriz tanto para componentes interiores como para exteriores, siendo este el ABS y TPO, los cuales son utilizados para piezas inyectadas con o sin recubrimiento.

El rasgo más importante del ABS es su gran tenacidad, incluso a bajas temperaturas (-40 ° C), además es duro y rígido, con baja absorción de agua y por lo tanto buena estabilidad dimensional y una muy buena resistencia a la abrasión.

En caso del TPO recordemos que es copolimero compuesto por PP (polipropileno) y PE (polietileno) proporcionándole rigidez, estabilidad dimensional, elasticidad y resistencia al impacto, además se incluyen otros aditivos para mejorar sus propiedades mecánicas como pueden ser talcos, plastificantes, antioxidantes, aditivos para evitar la auto ignición.

Es importante mencionar que el material empleado en este componente también dependerá de los materiales de las partes circundantes ya que si no se hace una buena elección quizá se cumplan los requerimientos mecánicos pero existen otros factores que impactarán al confort del usuario como lo son los chirridos y rechinos, que en muchas ocasiones se omiten y resultan realmente incomodos para los pasajeros.

En el caso de la versión del Knee Pad premium se cuenta con un sustrato que es elaborado con ABS y construido por medio del proceso de inyección, este posee una cubierta manufacturada por medio de un proceso de corte and cocido ya que es un forrado de vinil que proporcionará a la parte el máximo confort de la pieza y hacia el usuario. La determinación del material muchas veces es restringida desde la selección del tema vehicular, ya que las texturas y acabados que pueden llegar a obtener los componentes deben concordar con los propuestos por diseño.

Para la versión básica del componente se tiene un sustrato el cual es manufacturado por medio del proceso de MIC el cual nos proveerá el color referente al tema vehicular sin requerir un forrado posterior y en el caso del bracket que como sabemos será la parte estructural se producirá por medio de una inyección.

Benchmarking de materiales

En la mayoría de las compañías automotrices se producen los componentes interiores de los mismo materiales quizá variando únicamente en su composición en cuestión de proporciones de aditivos o mezcla de otros plásticos, pero los más predominantes son: ABS, TPO, PP, PC, PC/ABS, PVC/ABS.



Figura 41: Benchmarking materiales - Knee Pad

Manufactura y acabados

Proceso de inyección

El proceso de inyección es un proceso que consiste en inyectar un polímero fundido a través de un conducto y hacia un molde cerrado cuyas características particulares son el manejo de la presión y tiempo de enfriamiento. Dentro del molde el material inyectado se solidificara tomando la forma del mismo. Esta es una de las técnicas más usadas en la actualidad ya que se adecua más para la producción de gran consumo además de que se pueden obtener piezas con geometrías complicadas pero sin descuidar el factor de economía, involucrando este el número de piezas por unidad de tiempo.

Los beneficios de este proceso es que las piezas se obtienen en una sola etapa y se requiere realmente poco trabajo final sobre la pieza obtenida, aunado a esto podemos decir que el que el proceso sea automatizable al cien por ciento nos facilitara y creara las condiciones ideales para la fabricación de fácil reproducibilidad y con buena calidad. El proceso consta a grandes rasgos de los siguientes pasos:

1. Cierre del molde
2. Llenado
3. Mantenimiento de presión

4. Dosificación y enfriamiento
5. Apertura de molde y expulsión de la pieza



Figura 42: Proceso de inyección - Knee Pad

Proceso de Corte y Cosido

Este proceso es algo similar a los procesos de procesamiento de telas y prendas de vestir, se trata del manejo de materiales muy flexibles que nos brinden acabados de alta calidad para las partes que tendrán un contacto continuo y directo con el usuario, además de que brindan una interacción suave con el usuario, también contribuyen con la apariencia del automóvil en el ambiente interior.

Para nuestro caso el proceso de corte and cosido se realiza moldeando las partes de vinil y adoptándolo a la superficie del componente que será forrado, posterior a esto se le aplica un proceso de cosido para asegurar la unión perfecta de la capa de vinil y el sustrato forrado, este cosido no siempre es solo con algún tipo de hilo, sino también se compone de grapas que mantienen tensa la capa de vinil.

Para que esta unión de sustrato y vinil se efectúe de manera óptima, se le aplica una capa de adhesivo a la parte posterior del vinil para que asegure el contacto y no se generen burbujas que posteriormente puedan resultar en una mala apariencia y comportarse de una forma totalmente adversa o contraria a las expectativas de diseño, es decir, que genere incomodidades al usuario.

Una alternativa de este proceso es la adición de costuras al vinil, ya sean ficticias o reales, las cuales le darán un plus a la apariencia de nuestro componente.

Es importante que dependiendo del proveedor este proceso contara con cierto grado de automatización o será meramente manual. Ya que el control para la realización de este trabajo resulta muy complicado de manejar la mayoría de los proveedores del servicio procesan los componentes de una manera artesanal, es decir, manualmente.



Figura 43: Proceso de Cut and Sew - Knee Pad

Proceso de MIC

Para la parte de Mold In Color tenemos que es un proceso muy similar al proceso de inyección, sin embargo se le agrega un paso al inicio que es el proceso o la fase de agregación de los pellets con el color hacia la tolva para generar la mezcla con el color adecuado. Las cantidades de pellets que se deben de verter para realizar la mezcla son previamente determinados dependiendo del acabado y función de la pieza.



Figura 44: Proceso de MIC - Knee Pad

Acabados

Para componentes suaves el acabado está dado por la capa de vinil con el que se ha forrado el sustrato, de manera que será la interface directa entre la parte y el usuario, este vinil se hallará del color correspondiente al tema del vehículo.

Para la porción plástica dura el knee pad tiene un acabado que abarca grano y superficies brillantes que lo hacen ver atractivo hacia el cliente y que igualmente brinda una sensación de comodidad en el usuario. El tamaño de grano se especificó previamente de acuerdo con el tema y acabados del programa vehicular.

Benchmarking de componentes

Previo a comenzar con el desarrollo del diseño se debe de realizar una búsqueda de las configuraciones actuales del componente que se encuentran en el mercado, con lo que se comprenderán más sus características funcionales. Esta búsqueda se tiene que realizar dentro de los productos previamente elaborados por GM y en productos desarrollados por los competidores, analizarlos y discernir entre las diferentes ejecuciones existentes para obtener información acerca de aspectos favorables, desfavorables o no aplicables para nuestro diseño.

Apoyarse en datos estadísticos que puedan soportar las decisiones o consideraciones realizadas resulta fundamental, de tal modo que en caso de tener acceso a estos sería conveniente realizar un análisis detallado para alcanzar el mejor ejercicio de nuestra parte y que de tal manera no solo cumpla correctamente su función, sino que su desempeño este por encima de los demás componentes encontrados en el mercado.

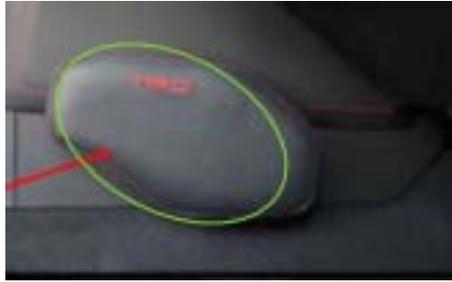


Scion FR-S 2014



Audi

Figura 45: Benchmarking - Knee Pad



Scion FR-S 2008



Toyota

Figura 46: Benchmarking - Knee Pad

Componentes circundantes

El diseño del Knee Pad y de cualquier componente debe de adecuarse a las condiciones circundantes que estén presentes en el subensamble, estas condiciones estarán ligadas directamente a los componentes que lo rodean y que de una u otra forma tienen interacción con el componente a diseñar, realizando estas consideraciones se asegurará un ajuste óptimo entre los componentes de manera que interactuaran amigablemente.

Para este caso nuestra parte interactúa con los siguientes componentes del subensamble puerta:

- Switch Plate
- Main Carrier
- Deco Trim
- Pull Strap
- Pull Cup

Los últimos dos componentes situados en la porción trasera de la puerta y no son visibles, conforman parte estructural de la puerta.

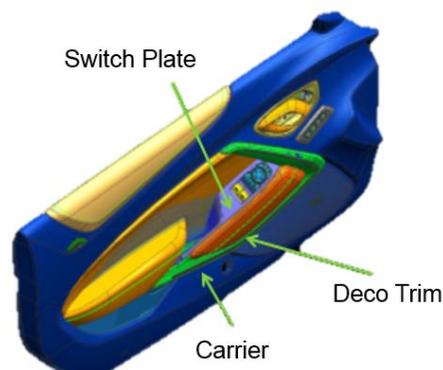


Figura 47: Componente circundantes - Knee Pad

Secciones del componente

Las secciones en cualquier componente variarán dependiendo de la complejidad de este, su localización dentro del subensamble, su geometría, el tipo de interface que tenga con otros componentes y todos los requerimientos que restrinjan al componente (empaquetamiento, seguridad, masa, materiales, etc.).

Para este tipo de componente las secciones resultan cruciales ya que hace interface con componentes estructurales y de altas exigencias para el subensamble. De la misma forma como se comentó, debido a su ubicación dentro de este, necesita cubrir requerimientos de empaquetamiento, proceso de ensamble, seguridad del ocupante y de separación muy particulares, igualmente recordando las condiciones de mayor esfuerzo que se presentan en esta zona.

Algunas de las secciones usuales que se utilizan para este componente se muestran a continuación con las líneas en color blanco:

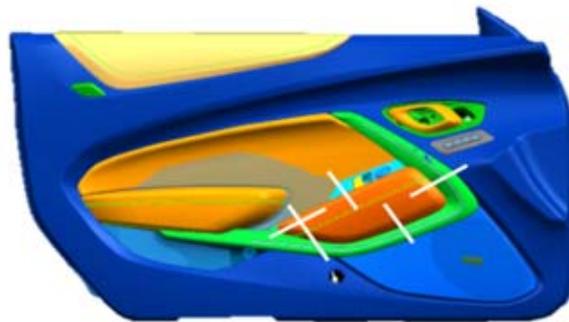


Figura 48: Secciones para ejecución de diseño - Knee Pad

Especificaciones Dimensionales

Las secciones para ejecución de diseño mencionadas en el apartado anterior deben de considerar las llamadas especificaciones técnicas dimensionales o DTS (por sus siglas en inglés) proveídas por el equipo encargado del programa vehicular. Estos llamados en las secciones especifican dimensiones críticas o particulares en áreas donde los componentes tienen una interface diferente con los demás componentes.

Para nuestro componente Knee Pad se tienen algunas DTS asociadas referentes al tipo de material con el que será manufacturado y relacionados con el tipo de interface con otros componentes circundantes, algunos ejemplos de estas son:

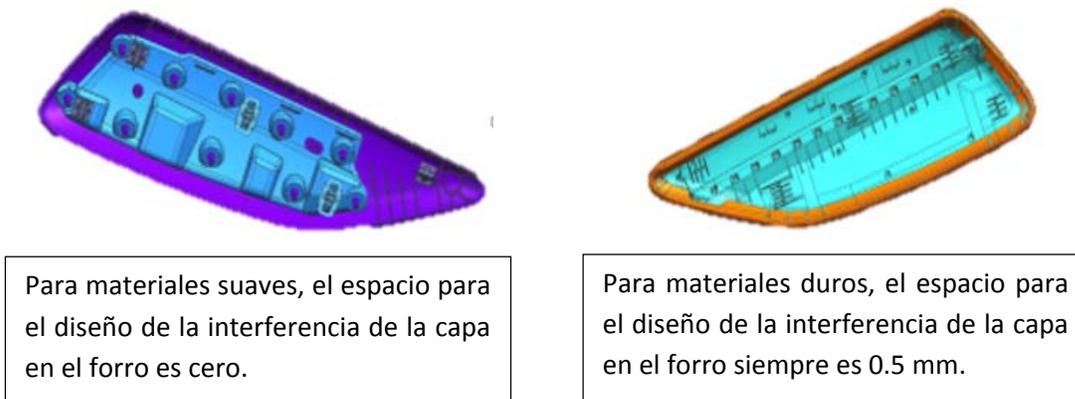


Figura 49: Especificaciones técnicas de diseño - Knee Pad

Mejores Prácticas

Como ya se ha mencionado las mejores prácticas es un conjunto de documentos que registran requerimientos y criterios con base en experiencias previas en el desarrollo de componentes, algunos de los aspectos que cubren incluyen las alertas de diseño en las áreas en las que anteriormente se han tenido problemas, puntos específicos a cumplir para la seguridad del ocupante, dimensiones específicas en alguna característica del componente, criterios en las secciones que se deben de cumplir para ensamble y desempeño de la parte, entre otros.

Estos documentos son demasiados y en ciertos casos muy extensos dependiendo del componente y del tipo de información que se desee especificar de tal forma que ubicar todos los documentos que se involucren para el desarrollo del componente resulta poco práctico, es por ello que se anexo una liga que conduce al sitio web dentro de la base de datos de General Motors para poder consultar la información requerida.

Pruebas

Para cada componente se realizan una serie de pruebas tanto físicas como virtuales necesarias para validar diferentes tipos de condiciones, características y requerimientos.

- Pruebas Virtuales

Las pruebas de CAE son utilizadas muy a menudo para este componente, ya que es evaluado para análisis de esfuerzos, deformaciones, fuerzas de reacción en sus dispositivos de sujeción bajo diferentes cargas representando situaciones o eventos

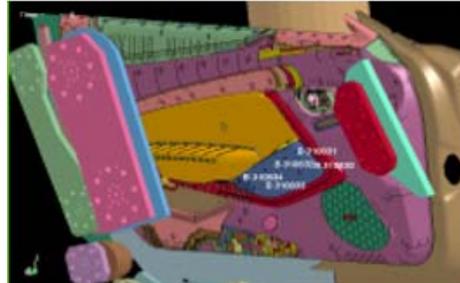
de funcionamiento cotidiano. Todas estas ocurren en un ambiente virtual el cual nos ahorra dinero y tiempo.

Algunas de las pruebas virtuales que son típicas para este componente son:

- Simulación de impacto frontal
- Simulación de impacto lateral
- Simulación de impacto lateral por impacto de poste
- Apertura de bolsa de aire
- Fuerza de apertura de bolsa de aire
- Velocidad de apertura de bolsa de aire
- Fuerzas de reacción en dispositivos de sujeción



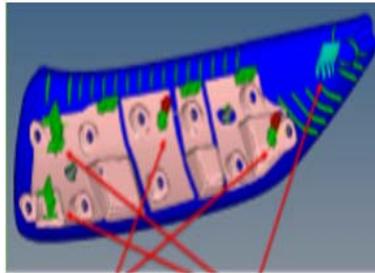
Apertura bolsa de aire



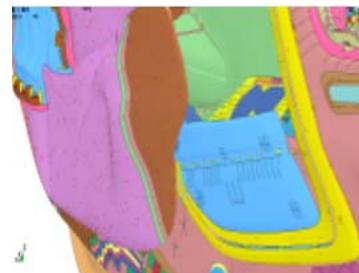
Simulación de impacto lateral (poste)



Fuerzas de reacción en sujeciones



Esfuerzos en sujeciones



Velocidad apertura bolsa de aire

Figura 50: Pruebas virtuales - Knee Pad

- Pruebas Físicas

Para el caso de las pruebas físicas son casi las mismas que para pruebas virtuales, ya que se busca validar las condiciones más críticas para la operación del componente y en general del panel interior, esto sin perder de vista que las pruebas físicas siempre serán necesarias para certificar el componente durante el proceso de diseño, si alguna prueba física no se aprueba, el componente no podrá ser liberado.



Impacto lateral



Impacto lateral

Figura 50: Pruebas físicas - Knee Pad

Modelado virtual

- Prerrequisitos

Certificación como: NX Apprentice Level Definition

Asistencia a Cursos de aprendizaje continuo

Asistencia a revisiones de diseño para cada componente

Asistencia a revisiones de diseño del programa vehicular

Haber leído las mejores practicas

Haber leído el infobook

- Estructura del archivo

La estructura en el navegador de partes dentro del software NX y durante el proceso de modelado virtual debe de estar correctamente organizado demostrando el dominio de las técnicas de modelado y con el fin de hacer al modelo 100% editable para futuras modificaciones que puedan resultar de las pruebas o en la etapa de lanzamiento.

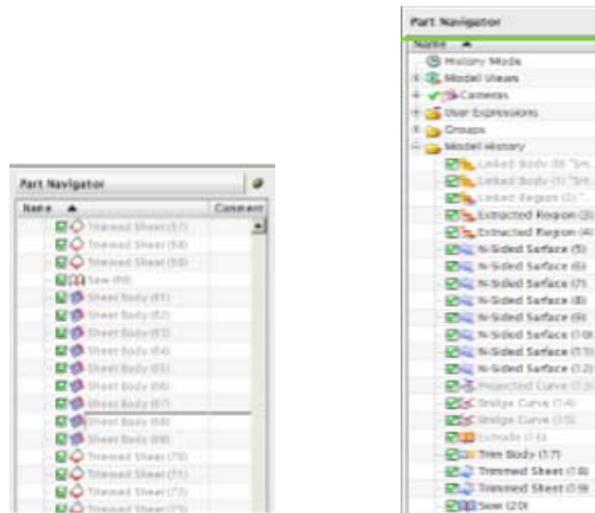


Figura 51: Estructura del archivo

- Etapa de modelado

En esta etapa se describirá a grandes rasgos los pasos necesarios para dibujar el componente diseñado, el objetivo principal de este procedimiento es trasladar con precisión todos los requerimientos y características necesarias en el componente a un medio que pueda ser utilizado en análisis y pruebas virtuales y para que posteriormente pueda llegar a la producción regular sin mayores complicaciones, esto en el tiempo establecido y con la calidad necesaria.

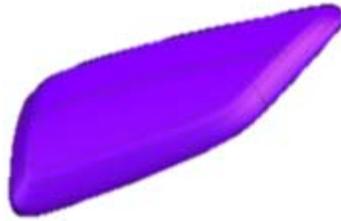
Para este componente a pesar de contar con dos versiones del componente solo se desarrollará un procedimiento de modelado virtual debido a que ambos procesos van ligados entre sí y son muy similares.

Para este tipo de componente es necesario realizar dos procesos de modelado, uno para el sustrato y otro para el soporte, como más adelante se describirá.

Versión Bási

BOM

El típico bill of materials (BOM) se compone de dos elementos como se había tratado con anterioridad, el primero es el sustrato y el segundo que conforma el elemento estructural es el soporte.



Sustrato



Soporte

Figura 52: Typical Bill Of Materials – Knee Pad

Modelado del Sustrato

Evaluación de superficie

Toda la superficie o área de los componentes apreciados por los clientes son clasificados como superficie A y esta misma superficie es diseñada y dibujada por diferentes áreas dentro de GM hasta que emiten la superficie A liberada que va a ingeniería para su completo diseño.

A pesar de que la superficie pasa por lo antes descrito es preciso realizar una evaluación de dicha superficie para corroborar que puede ser utilizada para el diseño de ingeniería ya que se han encontrado casos en los que la superficie no está conformada correctamente.

Para que la superficie A sea considerada como aceptable para ingeniería debe de cumplir con:

- Tener un draft para el graneado, en caso de que la pieza sea inyectada, y si llevara forro deberá de tener bien definida la costura.
- Si el componente llevara costura, esta debe de ir perfectamente indicada sobre la superficie A.
- La superficie A debe de seguir los criterios expresados en las secciones emitidas por ingeniería.
- La superficie debe de poder ser procesada dentro de la tolerancia establecida.
- La superficie deberá de aprobar la prueba de análisis de geometría.



Figura 53: Evaluación de la superficie

Paso 0: Control del contexto

En este paso se debe de crear el ambiente en el que se ve envuelto nuestro componente, agregando las siguientes partes y subensambles:

- Subensamble de interiores

Estos nos ayudaran a no perder de vista el objetivo de para que se está diseñando.

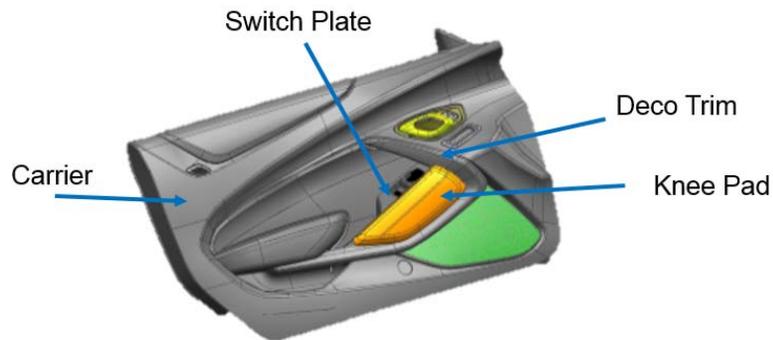


Figura 54: Control de contexto.

Se deben de ver agregados los nombres o claves de los componentes o subensambles en el navegador de partes o ensambles según sea el caso.

Paso 1: Aislamiento de superficie A

Para este paso y posterior al análisis aplicado a la superficie A se debe de aislar a la superficie del componente que será diseñado del resto de las superficies que compondrán al subensamble puerta de interiores.

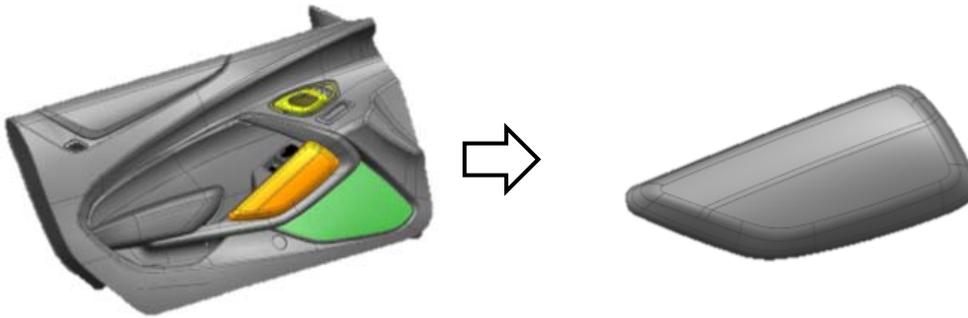


Figura 55: Aislamiento de superficie A.

Paso 2: Espesor nominal

Para comenzar a trabajar sobre los requerimientos reales en la pieza primero se debe de crear un cuerpo sólido, ya que hasta ahora solo se cuenta con una superficie, este cuerpo solido constituirá la base o el sustrato.

Para la construcción de este cuerpo solido se requiere aplicar las disposiciones presentadas en las secciones para la ejecución del diseño ya que como se ha tratado es ahí donde se encuentran plasmados los requerimientos para el componente.

Además de ser revisadas las secciones particulares del componente es necesario revisar continuamente el tipo de interface con los componentes circundantes para determinar cómo es que tiene que comportarse la parte en estas zonas.

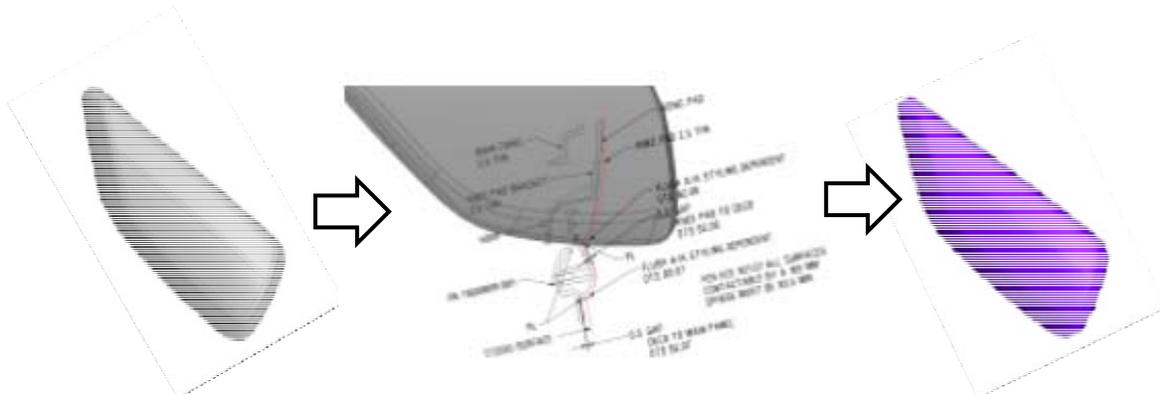


Figura 56: Espesor Nominal.

Para la creación de esta parte sólida es necesario el empleo de las técnicas aprendidas durante la certificación que en este caso requiere de un nivel intermedio como lo es el Journeyman NX para la aplicación del cosido de las superficies. Es preciso seguir las restricciones de los métodos y técnicas para que el modelo matemático se termine con las condiciones requeridas.

Paso 3: Hojas de interface

Para este paso es preciso seguir varias acciones las cuales se describen a continuación:

- Reaparecer los componentes circundantes a nuestro componente y revisar el tipo de interface que es requerida.
- Extraer algunas superficies auxiliares para determinar las fronteras con nuestro componente.
- Ya generadas las superficies se necesita generar un offset de la superficie A para que se vaya conformando el volumen con el espesor requerido, todo esto siguiendo las reglas de las técnicas de modelado virtual.
- Una vez creadas las superficies de frontera y del offset se procederá a unir las usando los comandos correspondientes para ello, de tal forma que se deje totalmente cerrado el volumen que conformará nuestro elemento sólido.

Paso 4: Operación de redondeo

Ya con los perfiles generados a través de las superficies de frontera se necesita aplicar una operación de redondeo para asegurar su adecuada interacción entre el sustrato y sus alrededores.

Recordar que estas operaciones de redondeo deben de optimizarse de forma que se usen la menor cantidad de operaciones además de que deberán de estar organizados según el estándar para el historial de operaciones.

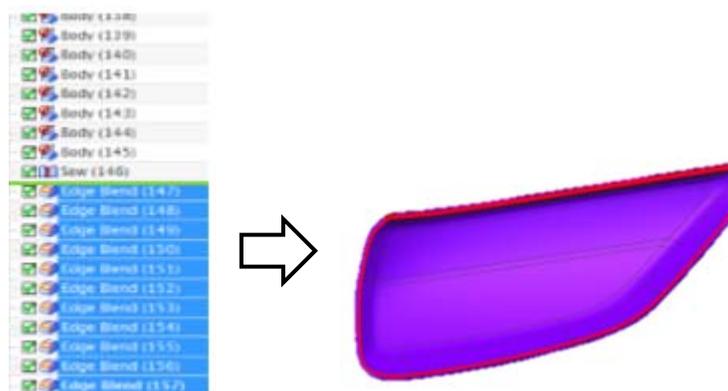


Figura 57: Operación de redondeo.

Paso 5: Agregar dispositivos de sujeción

Todos los componentes necesitan dispositivos para poder fijarse a los componentes del panel, para nuestro componente se utilizaran dos tipos de elementos de sujeción mostrados en las imágenes los cuales forman parte de la librería de GM para sus componentes.

Para este paso también se requiere de varios pasos que a continuación se describen:

- Buscar en la librería de elementos de sujeción los dispositivos que mejor se adaptan para nuestro componente, esto ya fue evaluado durante la etapa de elaboración de secciones y solo se necesita adecuar los elementos de acuerdo a las solicitaciones del componente.
- Insertar los dispositivos en la cantidad necesaria y posicionarlos de acuerdo a lo dispuesto.
- Extender las fronteras de los elementos de sujeción de forma que se intersecten por completo con el cuerpo del sustrato.
- Cortar los elementos de sujeción con la superficie exterior del sustrato para asegurar su contacto.

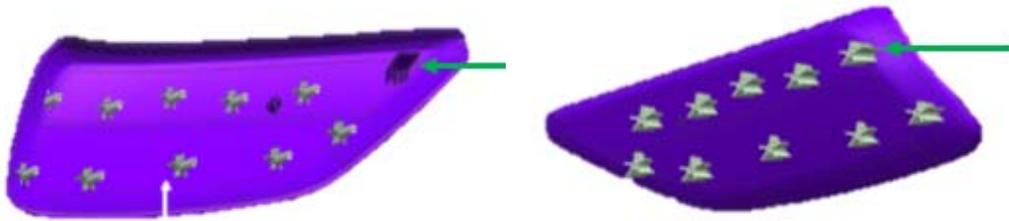


Figura 58: Agregar dispositivos de sujeción.

Paso 6: Agregar elementos estructurales

Para asegurar que nuestro componente no sufra deformaciones desde el proceso de manufactura, instalación y durante su vida funcional, se requiere agregar elementos que nos permitan asegurarlo. Para este caso hablamos de pequeños “ribs” que nos ayudaran a desempeñar esta función estructural.

Para agregar estos ribs el ingeniero de diseño con ayuda de su experticia determinará la ubicación, cantidad, espesor y geometría para satisfacer dichos fines. En cuanto a las técnicas de modelado virtual el ingeniero será libre de utilizar cualquier técnica que desee.

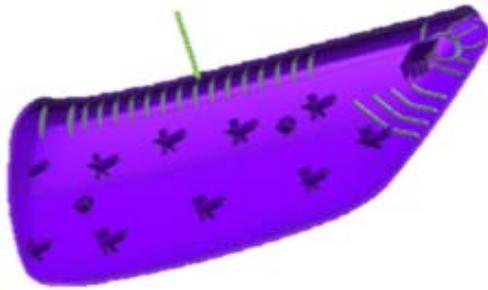


Figura 59: Agregar elementos estructurales.

Paso 7: Operaciones Booleanas

Realizar las operación booleanas requeridas, tanto de unión, sustracción o intersección. Para este componente se necesita únicamente la unión de los elementos de sujeción y los elementos estructurales añadidos durante el proceso.

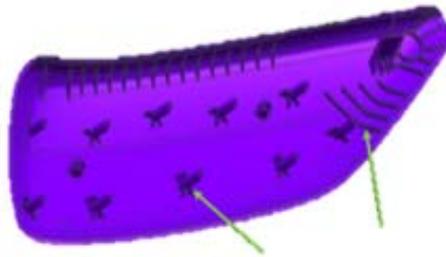


Figura 60: Operaciones booleanas.

Paso 8: Draft

Hay que recordar que por ser un proceso de desmolde se necesita tener un draft con cierto ángulo para que la pieza pueda ser extraída sin mayores dificultades, este ángulo variará dependiendo del tipo de elementos, el vector de la acción y el ángulo de desmolde, así como de la pieza diseñada.

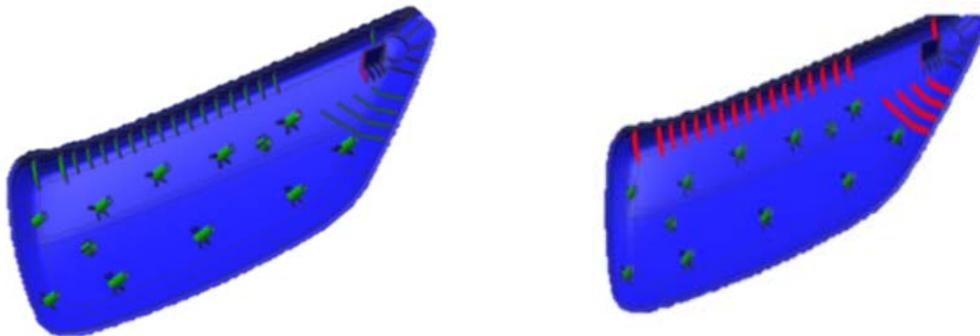


Figura 61: Draft.

Los Drafts se muestran en las partes de color rojo y verde representando la dirección de desmolde.

Paso 9: Segunda operación de redondeo

Para asegurar que la parte sea manufacturable se requiere agregar algunos redondeos en las esquinas, esto que en aspectos de ingeniería de moldes se traduce como un requerimiento para la inserción de la herramienta de desbaste y que el molde pueda ser producido.

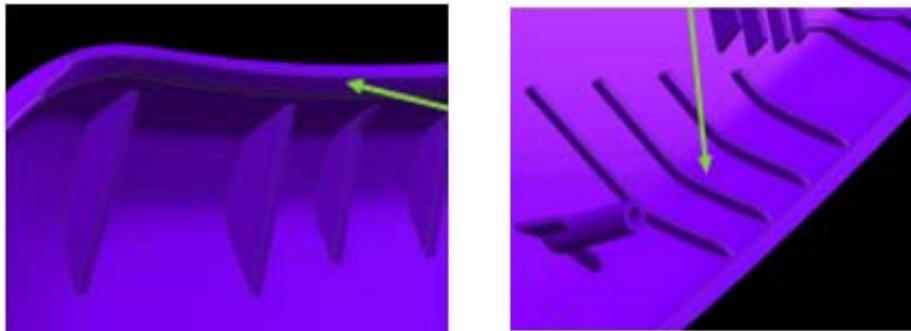


Figura 61: Segunda operación de redondeo.

Se recomienda utilizar la misma operación de redondeo en una sola secuencia para obtener grupos de características y optimizar en recursos de cómputo y sea más fácil su manejo posterior.

Finalmente se obtendrá el componente sustrato:

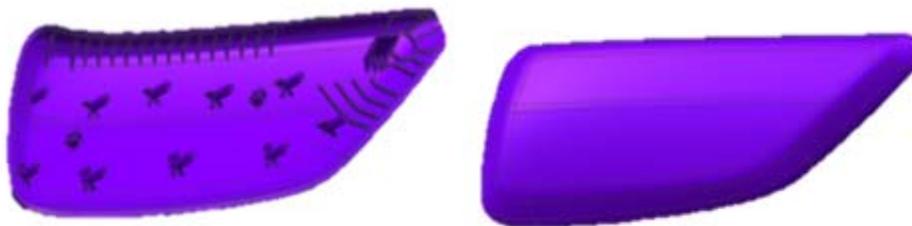


Figura 62: Componente final – Sustrato – Knee Pad.

Modelado del soporte

Paso 1: Creación de cajas

Para comenzar a caracterizar el soporte se procederá a generar algunas “cajas” ortogonales usando sólidos primitivos y haciendo referencia a los dispositivos de sujeción implementados para el sustrato.

Para este proceso se requerirán técnicas combinadas aprendidas como Journeyman NX y no tienen algún procedimiento definido para su desarrollo, es decir el ingeniero de diseño puede proceder según sea su facilidad.

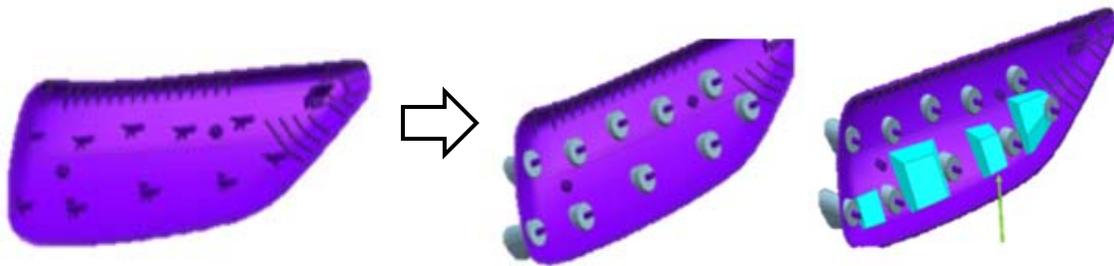


Figura 63: Creación de cajas.

Paso 2: Límites del soporte

En este paso se dibujarán los límites del soporte usando algunos comandos anteriormente utilizados, es decir, extrayendo las curvas de algunos ejes de las características geométricas del sustrato, esto sin perder de vista la función de soporte de nuestro sustrato y requerirá modificarse para el empaquetamiento y sollicitación de deformación para el sustrato.

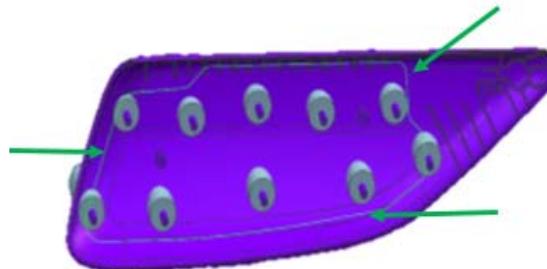


Figura 64: Límites de soporte.

Posterior a dibujar las curvas como límites del soporte se procederá a extruir la curva y formar un cuerpo sólido con el espesor previamente especificado en las secciones del componente.

Paso 3: Operaciones Booleanas

Realizar las operación booleanas requeridas, tanto de unión, sustracción o intersección. Para este componente se necesita únicamente la unión de los elementos de sujeción y los elementos estructurales añadidos durante el proceso.



Figura 65: Operaciones booleanas.

Paso 4: Operación de redondeo

Para asegurar que la parte sea manufacturable se requiere agregar algunos redondeos en las esquinas, esto que en aspectos de ingeniería de moldes se traduce como un requerimiento para la inserción de la herramienta de desbaste y que el molde pueda ser producido.

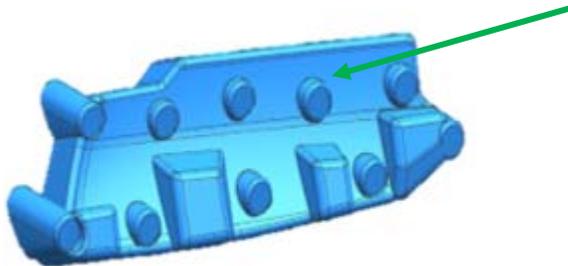


Figura 66: Operación de redondeo.

Se recomienda utilizar la misma operación de redondeo en una sola secuencia para obtener grupos de características y optimizar en recursos de cómputo y sea más fácil su manejo posterior.

Paso 5: Generación de caja

Realizar un Shell del cuerpo solido del soporte y posteriormente cortarlo con la superficie b del sustrato para asegurar el perfecto contacto del soporte con sustrato.

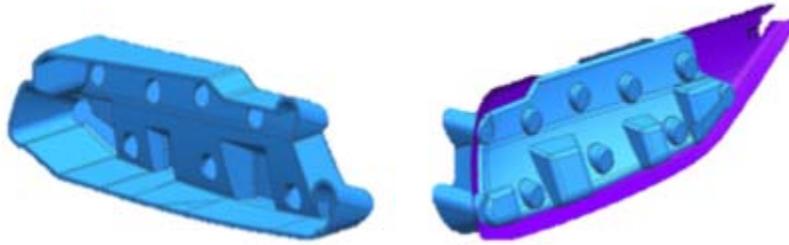


Figura 67: Generación de caja.

Paso 6: Agregar elementos de sujeción

Todos los componentes necesitan dispositivos para poder fijarse a los componentes del panel, para nuestro componente se utilizará un tipo de elemento de sujeción mostrado en las imágenes los cuales forman parte de la librería de GM para sus componentes.

Para este paso también se requiere de varios pasos que a continuación se describen:

- Buscar en la librería de elementos de sujeción los dispositivos que mejor se adaptan para nuestro componente, esto ya fue evaluado durante la etapa de elaboración de secciones y solo se necesita adecuar los elementos de acuerdo a las solicitaciones del componente.
- Insertar los dispositivos en la cantidad necesaria y posicionarlos de acuerdo a lo dispuesto.
- Extender las fronteras de los elementos de sujeción de forma que se intersecten por completo con el cuerpo del sustrato.
- Cortar los elementos de sujeción con la superficie exterior del sustrato para asegurar su contacto.

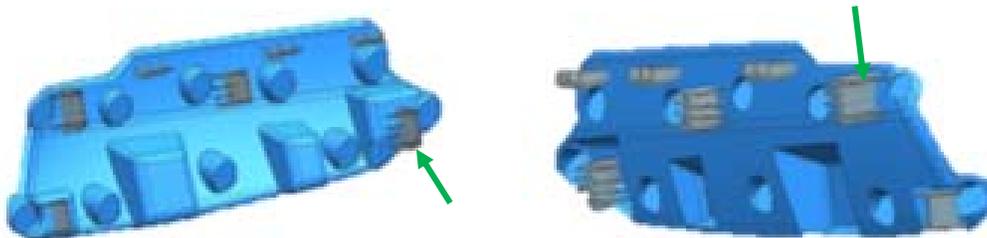


Figura 68: Agregar elementos de sujeción.

Paso 7: Segunda operación Booleana

Realizar las operación booleanas requeridas, tanto de unión, sustracción o intersección. Para este componente se necesita únicamente en este paso la sustracción de los elementos de sujeción por parte del sustrato, es decir, para su ensamble sustrato y soporte.



Figura 69: Segunda operación booleana.

Paso 8: Draft

Hay que recordar que por ser un proceso de desmolde se necesita tener un draft con cierto ángulo para que la pieza pueda ser extraída sin mayores dificultades, este ángulo variará dependiendo del tipo de elementos, el vector de la acción y el ángulo de desmolde, así como de la pieza diseñada.



Figura 69: Draft.

Los Drafts se muestran en las partes de color rosa y azul representando el ángulo y la dirección de desmolde.

Finalmente se obtendrá el componente diseñado:



Figura 70: Componente final Bracket – Knee Pad.

Paso 9: Examinar geometría

Este paso es usado en general para cualquier componente y se refiere a realizar un examen a la parte dibujada virtualmente. En este examen se verifica que no contenga inconsistencias geométricas como picos en superficies, aberturas pequeñas menores a la tolerancia establecida, entre otras características.

Todo esto con el fin de que el componente quede preparado para los siguientes análisis y posible liberación para producción.

Es preciso hacer hincapié en que dentro de la base de datos de GMM existe un modelo maestro que muestra el método descrito anteriormente de una forma académica, es decir, que el ingeniero de diseño sea capaz de entender con facilidad.

Producción

Ya realizado el modelo virtual con todas sus consideraciones previas es necesaria una serie de pruebas tanto físicas como virtuales, tal y como ya se ha mencionado.

En este caso para asegurar la parte productiva se debe de consultar con proveedor cuáles son sus capacidades para producir dicha parte ya que en muchas ocasiones este tipo de componente requiere varios pasos para su ensamble completo y se vuelve más complicada la parte de producción, es por ello que las partes de ingeniería y manufactura deben de llegar a un acuerdo para que los precios no se incrementen para ambas partes.

Las validaciones también se realizan con modelos y prototipos construidos por el ingeniero responsable de la parte; estos modelos pueden ser de materiales reales del componente o parecidos que sirvan para el fin de representación de alguna función, incluso son utilizados modelos provenientes de impresiones 3D y estereolitografías que nos muestran con mayor precisión las formas o geometría del componente.

Modelos y Prototipos



Figura 71: Modelos y prototipos – Knee Pad.

Esta serie de evaluaciones servirán para que por ultima instancia puedan ser llevados a la producción regular, es importante mencionar que todas las pruebas físicas, análisis virtuales, creación de prototipos y liberaciones de diseño tienen sus tiempos perfectamente establecidos respecto a una planeación global del proceso, de modo que el desarrollo completo del vehículo se entregue para liberar a producción en el tiempo establecido y con los requerimientos y expectativas cumplidas.

Otras consideraciones

Es importante mencionar que una parte fundamental dentro de todo este proceso de diseño, pruebas y liberación de la parte, existen colaboradores que están directamente relacionados con el proceso estos son conocidos como Líderes técnicos de diseño y los ingenieros de liberación de diseño o con sus siglas en inglés “DLT” y “DRE” respectivamente, y este último encargado también de dar seguimiento al proceso de lanzamiento de la plataforma de vehículos diseñados con lo que estará brindando retroalimentación a los ingenieros de diseño sobre las áreas de oportunidad o de las ejecuciones bien realizadas.

CASO 3 - SWITCH PLATE

Aplicación del proceso estándar

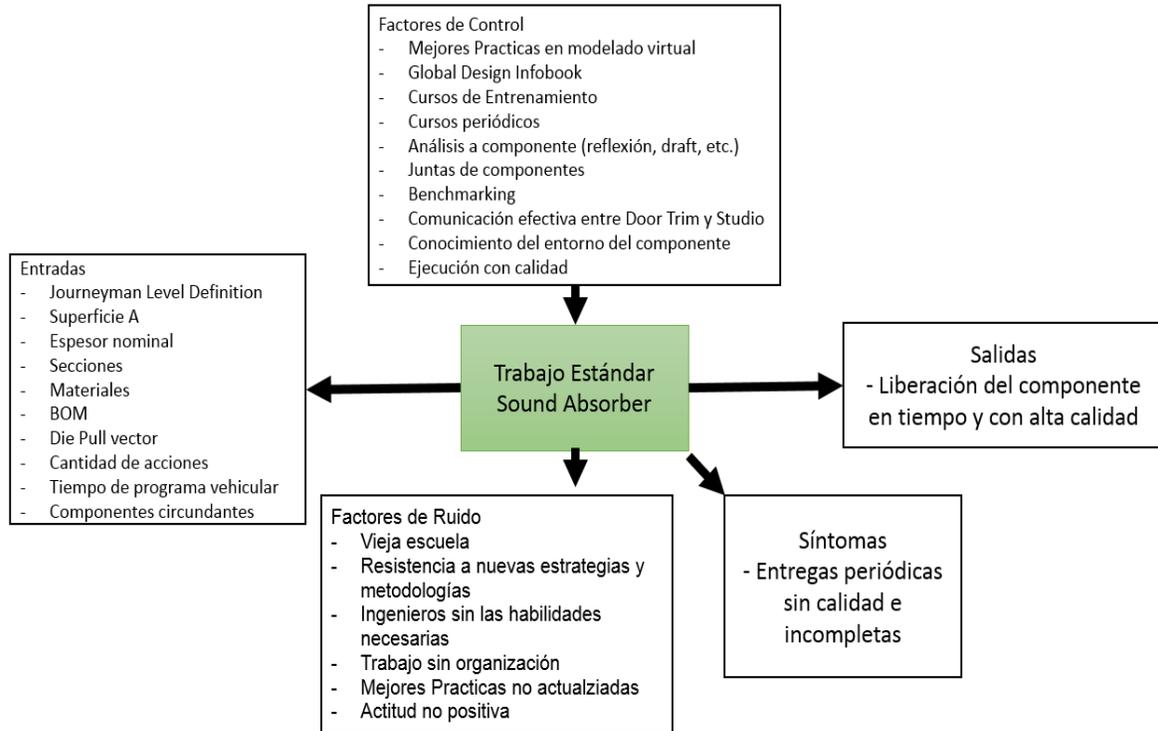


Diagrama 5: Diagrama de proceso para Switch Plate

Antecedentes de Ingeniería

Definición del componente

El switch plate es un componente ubicado en la porción media de la puerta que provee soporte para los controladores o interruptores del automóvil. Este componente es un elemento clave que contribuye a la operación y confort del usuario para operar los controladores además de que es una parte importante del tema vehicular.



Figura 72: Definición del componente – Switch Plate.

Descripción del componente

Este componente es una parte crucial para el desarrollo del panel interior, esto debido a que al encontrarse en la porción media de la puerta tiene interface con muchos componentes de ella, lo que provoca que no solo tenga que cubrir con los requerimientos propios como componente, sino que también debe adecuarse a las interfaces con los componentes circundantes como:

- Armrest
- Carrier
- Pull Cup
- Pull Strap
- Memory Switch
- Deco Trim

Además muchas condiciones de seguridad para el usuario recaen en este componente, algunos de estos requerimientos son:

- El espacio existente entre los botones o interruptores y la superficie del switch plate deben de estar controlados para que no se activen estos controladores y que accidentalmente provoquen algún tipo de lesión en el usuario.
- La presión ejercida sobre los botones debe de estar dentro de un rango definido para que de igual manera no se activen y provoquen alguna lesión.
- Contar con un sistema de drenado para la humedad y el posible derramamiento de líquidos sobre este componente y que tal forma no genere algún tipo de corto circuito u otros efectos.

Este tipo de consideraciones y otras es necesario cumplir para que el componente pueda ser liberado y validado en tiempo y forma.

Un aspecto al cual se le deposita mucha atención es a los acabados que recibirá esta parte, ya que como se mencionó conforma parte del tema vehicular con apariencias que pueden variar entre capas tipo fibra de carbono, madera, cromados, pintados, entre otros. Este tópico es de vital importancia ya que también influirá en el tipo de interface que tendrá con los componentes circundantes y algunas restricciones en cuanto a sus propiedades mecánicas y desempeño.

Benchmarking de Materiales

Para este componente es utilizado el termoplástico ABS como material de construcción y como se podrá observar también es muy usado en muchos otros componentes de la industria automotriz. Resulta importante hacer el énfasis en su uso debido a sus excelentes propiedades mecánicas, tales como su gran tenacidad, incluso a bajas temperaturas (-40°C), además es duro y rígido, con baja absorción de agua y por lo tanto posee buena estabilidad dimensional, además de una muy buena resistencia a la abrasión y es de bajo peso.



Figura 73: Materiales – Switch Plate.

Manufactura y acabados

Proceso de inyección

Para este componente y en común en la industria automotriz el proceso de inyección es un proceso sumamente común y que consiste en inyectar un polímero fundido a

través de un conducto y hacia un molde cerrado cuyas características particulares son el manejo de la presión y tiempo de enfriamiento. Dentro del molde, el material inyectado se solidificará tomando la forma del mismo. Esta es una de las técnicas más usadas en la actualidad ya que se adecua más para la producción de gran consumo además de que se pueden obtener piezas con geometrías complicadas pero sin descuidar el factor de economía, involucrando este el número de piezas por unidad de tiempo.

Los beneficios de este proceso es que las piezas se obtienen en una sola etapa y se requiere realmente poco trabajo final sobre la pieza obtenida, aunado a esto podemos decir que el que el proceso sea automatizable al cien por ciento nos facilitara y creara las condiciones ideales para la fabricación de fácil reproducibilidad y con buena calidad.

El proceso consta a grandes rasgos de los siguientes pasos:

6. Cierre del molde
7. Llenado
8. Mantenimiento de presión
9. Dosificación y enfriamiento
10. Apertura de molde y expulsión de la pieza



Figura 74: Proceso de inyección.

Acabados

Los acabados para esta parte abarcan los films, acabados en madera real, madera ficticia, simulación de fibra de carbono, fibra de carbono real, cromados, pintados en diferentes colores y diferentes tipos de brillos para adoptar el nivel del tema.

Benchmarking de componentes

Previo a comenzar con el desarrollo del diseño se debe de realizar una búsqueda de las configuraciones actuales del componente que se encuentran en el mercado, con lo que se comprenderán más sus características funcionales. Esta búsqueda se tiene que realizar dentro de los productos previamente elaborados por GM y en productos desarrollados por los competidores, analizarlos y discernir entre las diferentes ejecuciones existentes para obtener información acerca de aspectos favorables, desfavorables o no aplicables para nuestro diseño.

Apoyarse en datos estadísticos que puedan soportar las decisiones o consideraciones realizadas resulta fundamental, de tal modo que en caso de tener acceso a estos sería conveniente realizar un análisis detallado para alcanzar el mejor ejercicio de nuestra parte y que de tal manera no solo cumpla correctamente su función, sino que su desempeño este por encima de los demás componentes encontrados en el mercado.



Opel Astra

Switch plate con pull cup



Saab 9-4X Snorkel



VW Beetle

Switch plate incluido en bolster



Audi

Switch plate con pull cup



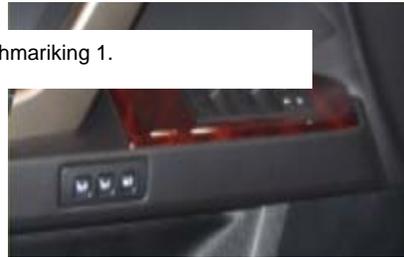
Acura ILX 2013



Lincoln MKZ 2013



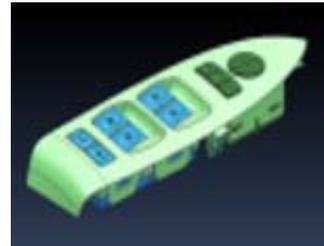
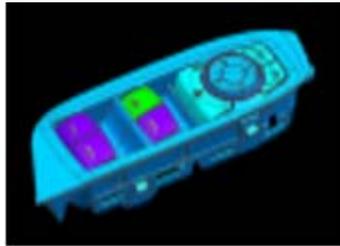
Buick Enclave 2012



Lexus GX 2009

Figura 75: Benchmarking 1.

Figura 76: Benchmarking 2.



Componentes virtuales

Figura 77: Benchmarking 3.

Componentes circundantes

El diseño del Switch plate y de cualquier componente debe de adecuarse a las condiciones circundantes que estén presentes en el subensamble, estas

condiciones estarán ligadas directamente a los componentes que lo rodean y que de una u otra forma tienen interacción con el componente a diseñar, realizando estas consideraciones se asegurará un ajuste óptimo entre los componentes de manera que interactuaran amigablemente.

Para este caso nuestro componente interactúa con casi todos los componentes del subensamble puerta y otros componentes del subensamble de exteriores, se mencionaran algunos de ellos para un mejor entendimiento:

- Armrest
- Bolster
- Carrier
- Pull Cup
- Pull Strap
- Memory Switch
- Harnesses
- Deco Trim

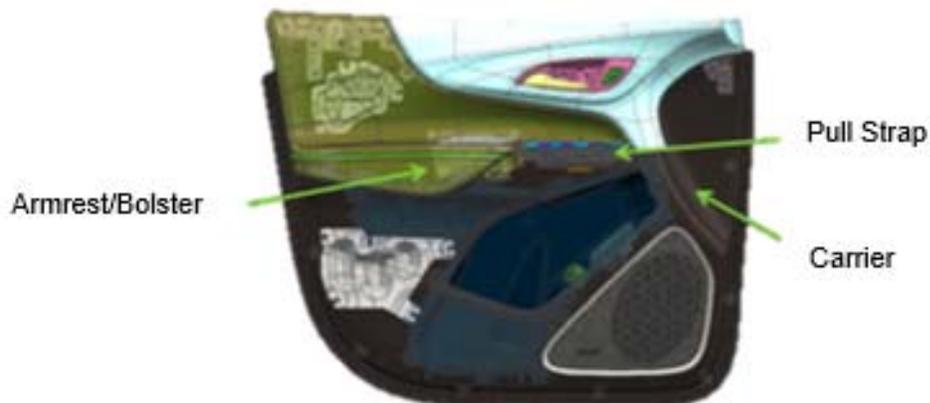


Figura 78: Componentes circundantes.

Secciones del componente

Las secciones en cualquier componente variarán dependiendo de la complejidad de este, su localización dentro del subensamble, su geometría, el tipo de interface que tenga con otros componentes y todos los requerimientos que restrinjan al componente (empaquetamiento, seguridad, masa, materiales, etc.).

Para este tipo de componente las secciones resultan cruciales ya que hace interface con componentes estructurales y de altas exigencias para el subensamble. De la misma forma como se comentó, debido a su ubicación dentro de este, necesita cubrir requerimientos de empaquetamiento, proceso de ensamble, seguridad del

ocupante y de separación muy particulares, igualmente recordando las condiciones de mayor esfuerzo que se presentan en esta zona.

Algunas de las secciones usuales que se utilizan para este componente se muestran a continuación con las líneas en color blanco:



Figura 79: Secciones para ejecución de diseño.

Especificaciones Dimensionales

Las secciones para ejecución de diseño mencionadas en el apartado anterior deben de considerar las llamadas especificaciones técnicas dimensionales o DTS (por sus siglas en inglés) proveídas por el equipo encargado del programa vehicular. Estos llamados en las secciones especifican dimensiones críticas o particulares en áreas donde los componentes tienen una interface diferente con los demás componentes.

Para nuestro componente Switch Plate se tienen algunas DTS asociadas referentes al tipo de material con el que será manufacturado y relacionados con el tipo de interface con otros componentes circundantes, algunos ejemplos de estas son:



Switch Bezel a Switch plate
Espaciamiento 0.5 mm

Figura 80: Especificaciones técnicas dimensionales.

Mejores Prácticas

Como ya se ha mencionado las mejores prácticas es un conjunto de documentos que registran requerimientos y criterios con base en experiencias previas en el desarrollo de componentes, algunos de los aspectos que cubren incluyen las alertas de diseño en las áreas en las que anteriormente se han tenido problemas, puntos específicos a cumplir para la seguridad del ocupante, dimensiones específicas en alguna característica del componente, criterios en las secciones que se deben de cumplir para ensamble y desempeño de la parte, entre otros.

Estos documentos son demasiados y en ciertos casos muy extensos dependiendo del componente y del tipo de información que se desee especificar de tal forma que ubicar todos los documentos que se involucren para el desarrollo del componente resulta poco práctico, es por ello que se anexo una liga que conduce al sitio web dentro de la base de datos de General Motors para poder consultar la información requerida.

Pruebas

Para cada componente se realizan una serie de pruebas tanto físicas como virtuales necesarias para validar diferentes tipos de condiciones, características y requerimientos.

Pruebas Virtuales

Las pruebas de CAE son utilizadas muy a menudo para este componente, ya que es evaluado para análisis de esfuerzos, deformaciones, fuerzas de reacción en sus dispositivos de sujeción bajo diferentes cargas representando situaciones o eventos de funcionamiento cotidiano. Todas estas ocurren en un ambiente virtual el cual nos ahorra dinero y tiempo. Algunas de las pruebas virtuales que son típicas para este componente son:

- Simulación de extracción de componente
- Simulación de cargas y fatiga
- Fuerzas de inserción

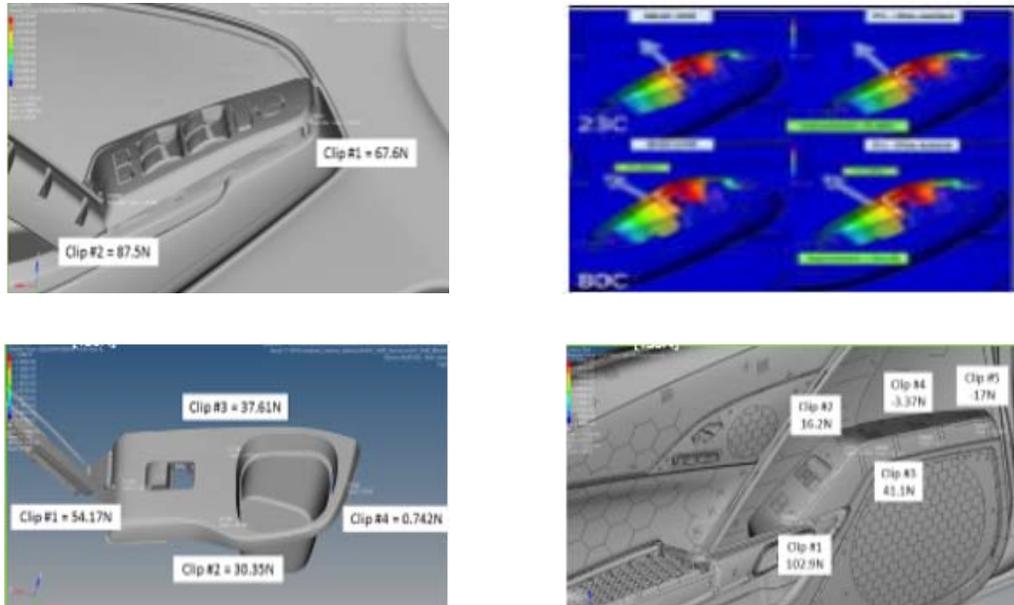


Figura 81: Pruebas virtuales.

Pruebas físicas

Ya que se busca validar las condiciones más críticas para la operación del componente y en general del panel interior se desarrollan una serie de pruebas que nos ayudaran a evaluar estas condiciones, estas pruebas pueden ser efectuadas con prototipos del componente diseñado a partir de cierta etapa, esto sin perder de vista que las pruebas físicas siempre serán necesarias para certificar el componente durante el proceso de diseño y si alguna prueba física no se aprobara, el componente no podrá ser liberado.

En el caso del Switch Plate las pruebas más usuales son:

- Desensamble del switch plate

Se inserta una herramienta en la interface del switch plate y algún componente circundante y se determina la fuerza necesaria para que el componente se libere de sus dispositivos de sujeción.



Figura 82: Pruebas físicas – Desensamble switch plate.

- Expulsión del componente

Se inserta una herramienta en la parte posterior del componente y se mide la fuerza requerida para el desensamble.



Figura 83: Pruebas físicas – Expulsion del componente - switch plate.

- Arrancar el componente

Se inserta un herramienta en algún orificio del switch plate y se jala de forma que se mida la fuerza requerida para su desensamble.



Figura 84: Pruebas físicas –Arrancar el componente - switch plate.



Figura 85: Pruebas físicas –Arrancar el componente - switch plate.

- Prueba de fatiga

Se inserta una herramienta en el switch plate en la zona del pull cup de modo que se evalúe la fatiga que puede padecer el componente.

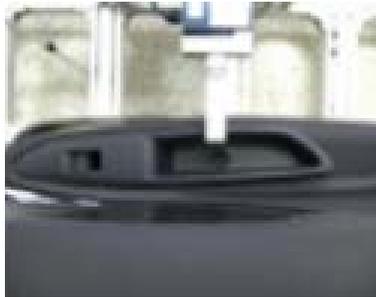


Figura 86: Pruebas físicas –Prueba de fatiga - switch plate.

Modelado virtual

- Prerrequisitos

Certificación como: NX Apprentice Level Definition

Asistencia a Cursos de aprendizaje continuo

Asistencia a revisiones de diseño para cada componente

Asistencia a revisiones de diseño del programa vehicular

Haber leído las mejores practicas

Haber leído el infobook

- Estructura del archivo

La estructura en el navegador de partes dentro del software NX y durante el proceso de modelado virtual debe de estar correctamente organizado demostrando el dominio de las técnicas de modelado y con el fin de hacer al modelo 100% editable para futuras modificaciones que puedan resultar de las pruebas o en la etapa de lanzamiento.

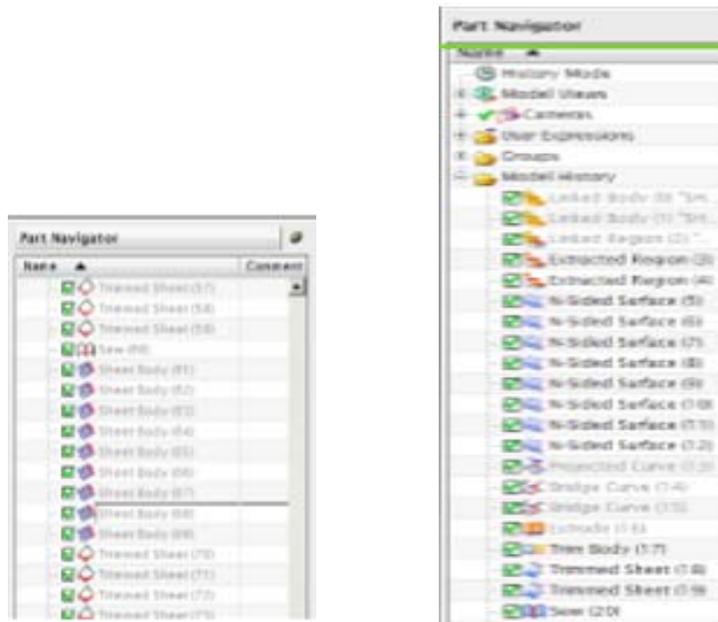


Figura 87: Estructura del archivo.

- Etapa de modelado

En esta etapa se describirá a grandes rasgos los pasos necesarios para dibujar el componente diseñado, el objetivo principal de este procedimiento es trasladar con precisión todos los requerimientos y características necesarias en el componente a un medio que pueda ser utilizado en análisis y pruebas virtuales y para que posteriormente pueda llegar a la producción regular sin mayores complicaciones, esto en el tiempo establecido y con la calidad necesaria.

- Evaluación de superficie

Toda la superficie o área de los componentes apreciados por los clientes son clasificados como superficie A y esta misma superficie es diseñada y dibujada por diferentes áreas dentro de GM hasta que emiten la superficie A liberada que va a ingeniería para su completo diseño.

A pesar de que la superficie pasa por lo antes descrito es preciso realizar una evaluación de dicha superficie para corroborar que puede ser utilizada para el diseño de ingeniería ya que se han encontrado casos en los que la superficie no está conformada correctamente.

Para que la superficie A sea considerada como aceptable para ingeniería debe de cumplir con:

- Tener un draft para el graneado, en caso de que la pieza sea inyectada, y si llevara forro deberá de tener bien definida la costura.
- Si el componente llevara costura, esta debe de ir perfectamente indicada sobre la superficie A.
- La superficie A debe de seguir los criterios expresados en las secciones emitidas por ingeniería.
- La superficie debe de poder ser procesada dentro de la tolerancia establecida.
- La superficie deberá de aprobar la prueba de análisis de geometría.

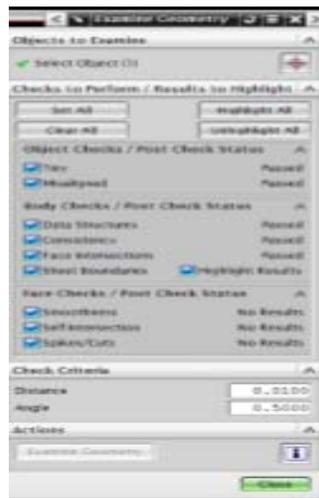


Figura 88: Evaluación de la superficie A.

Paso 0: Control del contexto

En este paso se debe de crear el ambiente en el que se ve envuelto nuestro componente, agregando las siguientes partes y subensambles:

- Subensamble de interiores

Estos nos ayudaran a no perder de vista el objetivo de para que se está diseñando.

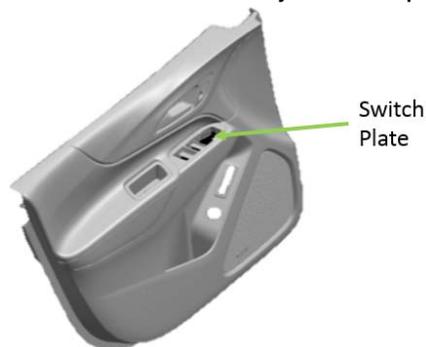


Figura 89: Control de contexto.

Se deben de ver agregados los nombres o claves de los componentes o subensambles en el navegador de partes o ensambles según sea el caso.

Paso 1: Aislamiento de superficie A

Para este paso y posterior al análisis aplicado a la superficie A se debe de aislar a la superficie del componente que será diseñado del resto de las superficies que compondrán al subensamble puerta de interiores.

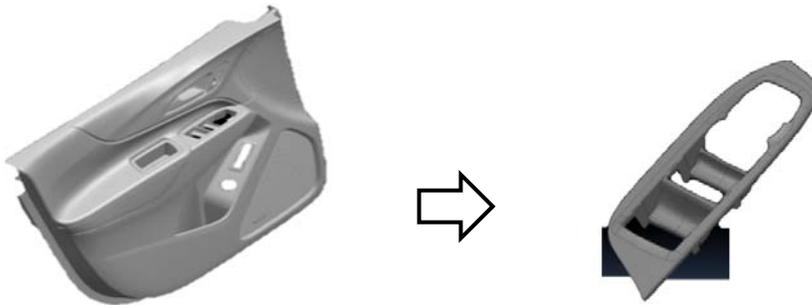


Figura 90: Aislamiento de superficie A.

Paso 2: Espesor nominal

Para comenzar a trabajar sobre los requerimientos reales en la pieza primero se debe de crear un cuerpo sólido, ya que hasta ahora solo se cuenta con una superficie, este cuerpo solido constituirá la base o el sustrato.

Para la construcción de este cuerpo solido se requiere aplicar las disposiciones presentadas en las secciones para la ejecución del diseño ya que como se ha tratado es ahí donde se encuentran plasmados los requerimientos para el componente. Además de ser revisadas las secciones particulares del componente es necesario revisar continuamente el tipo de interface con los componentes circundantes para determinar cómo es que tiene que comportarse la parte en estas zonas.



Figura 91: Espesor Nominal.

Para la creación de esta parte sólida es necesario el empleo de las técnicas aprendidas durante la certificación que en este caso requiere de un nivel intermedio como lo es el Journeyman NX para la aplicación del cosido de las superficies. Es preciso seguir las restricciones de los métodos y técnicas para que el modelo matemático se termine con las condiciones requeridas.

Paso 3: Hojas de interface

Para este paso es preciso seguir varias acciones las cuales se describen a continuación:

- Reaparecer los componentes circundantes a nuestro componente y revisar el tipo de interface que es requerida.
- Extraer algunas superficies auxiliares para determinar las fronteras con nuestro componente.
- Ya generadas las superficies se necesita generar un offset de la superficie A para que se vaya conformando el volumen con el espesor requerido, todo esto siguiendo las reglas de las técnicas de modelado virtual.
- Una vez creadas las superficies de frontera y del offset se procederá a unir las usando los comandos correspondientes para ello, de tal forma que se deje totalmente cerrado el volumen que conformará nuestro elemento sólido.

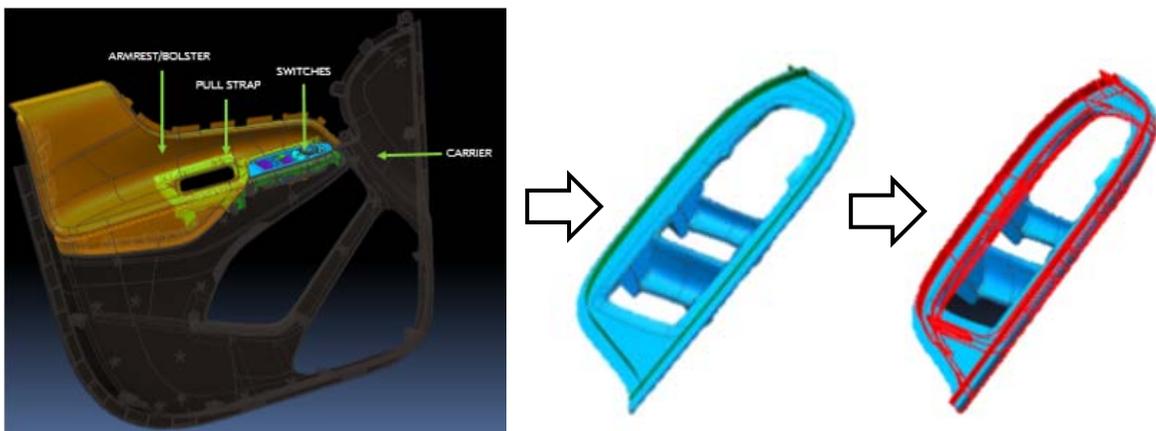


Figura 92: Hojas de interface.

Paso 4: Generación de jaula

En este paso se genera una caja que servirá como base para asegurar el switch plate al componente estructural pull strap y los interruptores o botones al propio switch plate. Para esto se requiere usar algunas curvas o ejes que rodeen a toda la caja de circuitos de los botones, es decir, se tendrá que reaparecer el componente

del memory switch para ajustarlo adecuadamente a su interface y generar una extrusión que funja como paredes de la caja o jaula.



Figura 93: Generación de jaula.

Paso 5: Agregar ventanas y parches

Ya habiendo elaborado la caja o jaula para el switch plate ahora se requiere ajustar esta geometría a ciertos requerimientos de sujeción y otras necesidades del componente. Para ello se requerirán distintas técnicas a desarrollar de tal modo que se optimicen las operaciones tanto como sea posible; se debe de tomar en cuenta que estas operaciones pueden ser realizadas por medio de superficies o con cuerpos sólidos, es decir, con operaciones booleanas, pero se recomienda para acortar el tiempo de modelado atacar el diseño aplicando esta última opción mencionada.

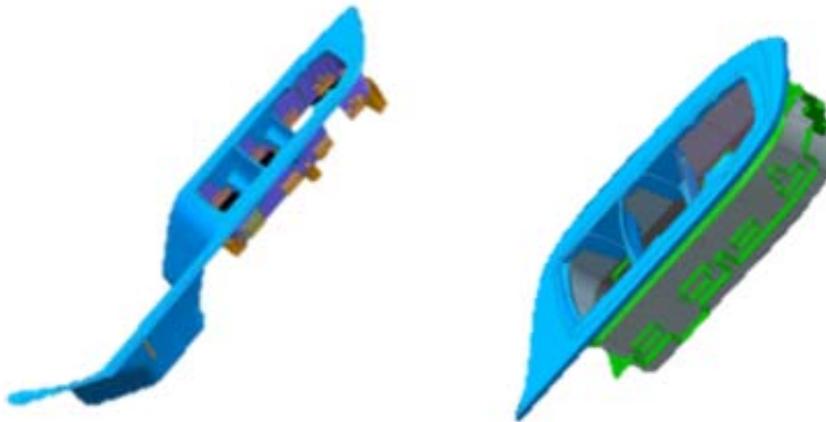


Figura 94: Agregar ventanas y parches.

Paso 6: Agregar dispositivos de sujeción

Todos los componentes necesitan dispositivos para poder fijarse a los componentes del panel, para nuestro componente se utilizaran dos tipos de elementos de sujeción mostrados en las imágenes los cuales forman parte de la librería de GM para sus componentes.

Para este paso también se requieren varias acciones que a continuación se describen:

- Buscar en la librería de elementos de sujeción los dispositivos que mejor se adaptan para nuestro componente, esto ya fue evaluado durante la etapa de elaboración de secciones y solo se necesita adecuar los elementos de acuerdo a las solicitaciones del componente.
- Insertar los dispositivos en la cantidad necesaria y posicionarlos de acuerdo a lo dispuesto.
- Extender las fronteras de los elementos de sujeción de forma que se intersecten por completo con el cuerpo del sustrato.
- Cortar los elementos de sujeción con la superficie exterior del sustrato para asegurar su contacto.

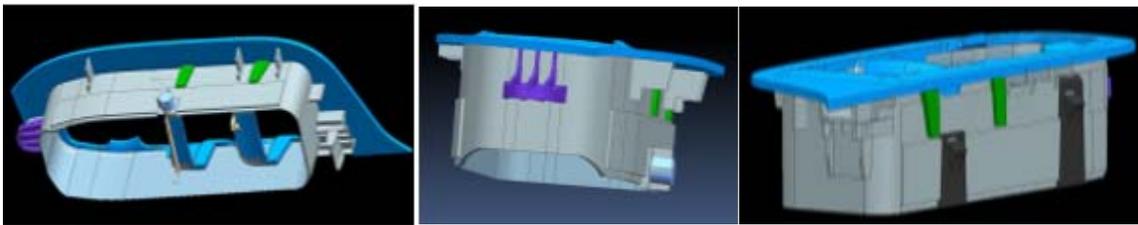


Figura 95: Agregar dispositivos de sujeción.

Paso 7: Operaciones booleanas

Después de haber generado todos los cuerpos solidos necesarios para las características geométricas requeridas por la parte, en este paso se procederá a sustraer estos cuerpos solidos del solido que conforma a la caja o jaula, es decir, se llevaran a cabo las operaciones booleanas tanto de sustracción como de unión.





Figura 96: Operaciones booleanas.

Paso 8: Draft

Hay que recordar que por ser un proceso de desmolde se necesita tener un draft con cierto ángulo para que la pieza pueda ser extraída sin mayores dificultades, este ángulo variará dependiendo del tipo de elementos, el vector de la acción y el ángulo de desmolde, así como de la pieza diseñada.

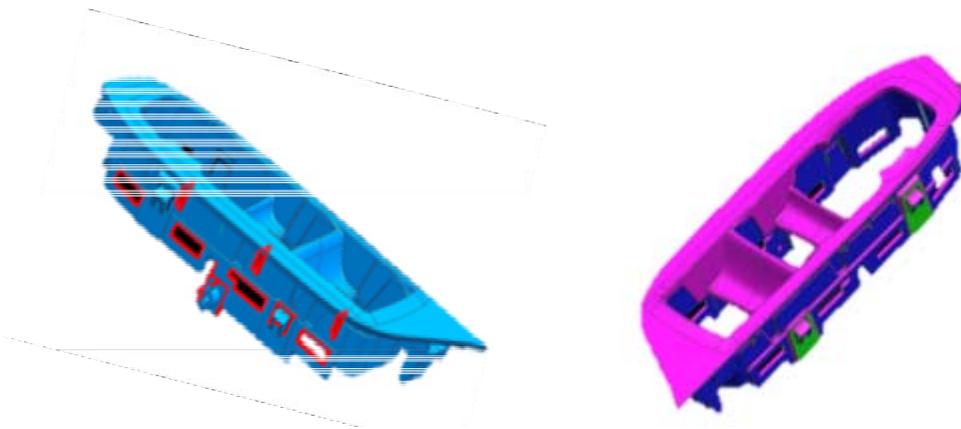


Figura 97: Draft.

Los Drafts se muestran en las partes de color verde, azul y rosa representando la dirección de desmolde.

Paso 9: Operación de redondeo

Para asegurar que la parte sea manufacturable se requiere agregar algunos redondeos en las esquinas, esto que en aspectos de ingeniería de moldes se traduce como un requerimiento para la inserción de la herramienta de desbaste y que el molde pueda ser producido.

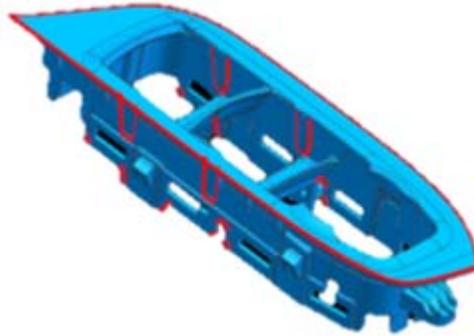


Figura 98: Operación de redondeo.

Se recomienda utilizar la misma operación de redondeo en una sola secuencia para obtener grupos de características, optimizar en recursos de cómputo y que sea más fácil su manejo posterior.

Finalmente se obtendrá el componente:



Figura 99: Componente final – Switch Plate.

Paso 10: Examinar geometría

Este paso es usado en general para cualquier componente y se refiere a realizar un examen a la parte dibujada virtualmente. En este examen se verifica que no contenga inconsistencias geométricas como picos en superficies, aberturas pequeñas menores a la tolerancia establecida, entre otras características.

Todo esto con el fin de que el componente quede preparado para los siguientes análisis y posible liberación para producción.

Es preciso hacer hincapié en que dentro de la base de datos de GMM existe un modelo maestro que muestra el método descrito anteriormente de una forma académica, es decir, que el ingeniero de diseño sea capaz de entender con facilidad.

Producción

Ya realizado el modelo virtual con todas sus consideraciones previas es necesaria una serie de pruebas tanto físicas como virtuales, tal y como ya se ha mencionado.

En este caso para asegurar la parte productiva se debe de consultar con proveedor cuáles son sus capacidades para producir dicha parte ya que en muchas ocasiones este tipo de componente requiere varios pasos para su ensamble completo y se vuelve más complicada la parte de producción, es por ello que las partes de ingeniería y manufactura deben de llegar a un acuerdo para que los precios no se incrementen para ambas partes.

Las validaciones también se realizan con modelos y prototipos construidos por el ingeniero responsable de la parte; estos modelos pueden ser de materiales reales del componente o parecidos que sirvan para el fin de representación de alguna función, incluso son utilizados modelos provenientes de impresiones 3D y estereolitografías que nos muestran con mayor precisión las formas o geometría del componente.

Modelos y Prototipos

Esta serie de evaluaciones servirán para que por ultima instancia puedan ser llevados a la producción regular, es importante mencionar que todas las pruebas físicas, análisis virtuales, creación de prototipos y liberaciones de diseño tienen sus tiempos perfectamente establecidos respecto a una planeación global del proceso, de modo que el desarrollo completo el vehículo se entregue para liberar a producción en el tiempo establecido y con los requerimientos y expectativas cumplidas.

Otras consideraciones

Es importante mencionar que una parte fundamental dentro de todo este proceso de diseño, pruebas y liberación de la parte, existen colaboradores que están directamente relacionados con el proceso estos son conocidos como Lideres técnicos de diseño y los ingenieros de liberación de diseño o con sus siglas en inglés “DLT” y “DRE” respectivamente, y este último encargado también de dar seguimiento al proceso de lanzamiento de la plataforma de vehículos diseñados con lo que estará brindando retroalimentación a los ingenieros de diseño sobre las áreas de oportunidad o de las ejecuciones bien realizadas.

Resultados y conclusiones:

En la industria automotriz el diseño del producto se lleva a cabo de manera muy rápida y con fechas de entrega bien definidas por lo que introducir procesos estandarizados como esta propuesta resultará en un incremento en la productividad del área en la que se aplique, ya que en áreas de diseño donde los procesos suelen ser meticulosamente seguidos si se llegan a violar los tiempos de entrega pueden llegar a causar pérdidas importantes e incluso poner en mal el nombre de la empresa retrasando el trabajo de otras áreas y proveedores.

El objetivo fue alcanzado desarrollando las tres propuestas de metodologías de diseño e implementándolas en el área correspondiente al subsistema puerta en la parte de interiores y será constantemente evaluado para que se valide en otros centros de ingeniería de GM de diferentes países.

Uno de los aspectos claves para que la propuesta de metodología de diseño tenga efectos positivos y que sea aceptada es la correcta exposición de esta, es decir, el expositor debe dominar todos los tópicos expuestos en el trabajo y desarrollarlos de una forma entendible para los demás ingenieros ya que si no se realiza de esta forma se menospreciará el trabajo realizado y no será seguido de la mejor manera.

Este trabajo como ya se ha mencionado es un paso importante para una estandarización de los procesos dentro de GM de México, en este caso implementado en el TREC desde una etapa inicial dentro del diseño de ingeniería, por lo cual tendrá que seguir mejorando cada vez más conforme a la mejora continua.

Destacar toda la labor de investigación que se realizó durante el desarrollo de la metodología, ya que para desarrollarla se requirió el conocimiento en particular para cada componente, sus procesos, funciones y demás información involucrada y resumida en un tiempo de desarrollo muy corto, por tanto era preciso tener un entendimiento del componente para poder soportar todo con la claridad necesaria. Además, hacer hincapié en que el tener bien presentes los antecedentes de ingeniería siempre generará un mejor desarrollo de cualquier producto o proceso ya que se comprenderán mejor las funciones y factores de falla que los envuelven.

Finalmente mencionar que el rol del ingeniero mecánico dentro de este ámbito de diseño es crucial para optimizar los recursos con los que se cuentan tomando como base todos sus conocimientos técnicos y de experiencia para generar componentes eficientes y de alto desempeño, de tal forma que el ingeniero se constituya como un elemento de excelencia para la compañía; he aquí la importancia de la preparación académica.

Referencias:

- Dieter-George Ellwod, Schmidt- Linda, *Engineering design*, 3rd edition, New York, McGraw-Hill, 2013.
- Cross-Nigel, *Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos*, 2a edición, México, Limusa, 1997.
- Balachandran-Balakumar Edward, *Vibraciones Mecánicas*, México, Thomson, 2006.
- Askeland- Donald, *Ciencia e ingeniería de los materiales*, 3ra edición, México, Thomson, 2004.
- GMM, Fortaleciendo el Orgullo GM
- People Finder – Organization 1st Level Report [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2015]
- http://issuu.com/dano_rcd/docs/general_motors[Fecha de consulta: 5 de octubre de 2015]
- https://es.wikipedia.org/wiki/General_Motors[Fecha de consulta: 5 de octubre de 2015]
- http://issuu.com/dano_rcd/docs/general_motors[Fecha de consulta: 15 de octubre de 2015]
- <http://www.gm.com.mx/innovacion/onstar/>[Fecha de consulta: 15 de octubre de 2015]
- http://serviciostermoaislantes.mex.tl/1188138_Productos.html[Fecha de consulta: 5 de noviembre de 2015]
- <http://www.industrialnoisecontrol.com/noise-control-products.htm>[Fecha de consulta: 5 de noviembre de 2015]