



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**REPORTE DE ACTIVIDADES
PROFESIONALES DE LA EMPRESA
FORD MOTOR COMPANY**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A

Luis Alfredo Servín Garduño

ASESOR DE INFORME

Dr. Jesús Manuel Dorador González



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

Índice

Introducción.....	4
Capítulo I: Descripción de la empresa Ford Motor Company.....	5
Ford Motor Company.....	5
Historia	5
Ford en México.....	6
Misión	7
Visión.....	7
Valores	8
Principios Guía	8
Estrategia de negocio	8
One Ford	9
Desarrollar productos de excelencia.....	10
Llevar la innovación a cada una de las partes que integran nuestro negocio.....	10
Organigrama.....	11
Perfil del puesto	13
Capítulo II: Descripción del puesto de trabajo Ingeniero de Diseño, Ford Motor Company.....	15
Programa Trainees	15
Áreas funcionales	16
Responsabilidades de un Ingeniero de Diseño	17
Capítulo III: Actividades Realizadas y Resultados	20
Diseño de Tapetes Ford Escape	20
Aisladores de Ruido y Calor.	24
Proyecto de Innovación Generación automática de superficies tangentes a líneas de aire acondicionado.....	29
Capítulo IV: Conclusiones	33
Referencias	34

Índice de imágenes

Fig. 1 Ford Motor Company Logo	5
Fig. 2 Descripción de los tres elementos principales que componen el modelo ONE FORD	9
Fig. 3 Tendencia en el número de plataformas utilizadas por Ford.....	10
Fig. 4 Mapa mental que muestra la mentalidad objetivo de Ford Motor Company	11
Fig. 5 Organigrama simplificado de la posición "Design Engineer" en Ford Motor Company México. Octubre 2016.....	12
Fig. 6 Tapete de alfombra para el Ford Fiesta	21
Fig. 7 Tapete de hule utilizado en el modelo Ford Fiesta ST	22
Fig. 8 Tapete de hule de paredes altas utilizado en el modelo Ford F350 Super Duty .	22
Fig. 9 Ford Escape 2017	23
Fig. 10 Zonas típicas en las cuales se llega a tener un aislador de ruido [10]	24
Fig. 11 Ejemplo de Dash Insulator comercializado por la empresa Molded Acoustical Products of Easton, MAP of Easton, Inc.	26
Fig. 12 Esquema básico de un proceso de termoformado mecánico.....	28
Fig. 13 Esquema básico de un proceso de corte de agua.	29
Fig. 14 Ej. 1 Posible caso de acomodo de líneas aire acondicionado	30
Fig. 15 Ej. 2 Posible caso de acomodo de líneas aire acondicionado	30
Fig. 16 Ej. 3 Posible caso de acomodo de líneas aire acondicionado	31
Fig. 17 Ej. 4 Posible caso de acomodo de líneas aire acondicionado	31

Introducción

El objetivo del presente trabajo es reportar las actividades realizadas durante mi estancia en Ford Motor Company, durante el periodo comprendido a partir del 31 de agosto de 2016 al día presente. Dichas actividades fueron realizadas principalmente en el centro de ingeniería y diseño de la empresa en la Ciudad de México, ubicado en Guillermo González Camarena 1500.

Dentro del corporativo se desarrollan una gran cantidad de actividades que van desde el diseño, optimización y simulación, manufactura, costos y finanzas, ventas, publicidad, relaciones públicas, entre otros. Describiré las distintas áreas o sistemas que se desarrollan dentro del área de diseño, así como la interacción que se tiene con otros equipos.

En mi caso personal describiré las actividades que desarrollé como ingeniero de diseño en los distintos equipos en los cuales tuve la oportunidad de colaborar. Mi principal actividad fue el diseño de elementos automotrices a través del software CATIA. Además, tuve la oportunidad de desarrollar herramientas de software que tuvo como resultado procesos más eficientes.

Capítulo I: Descripción de la empresa

Ford Motor Company

Ford Motor Company

Ford Motor Company es una empresa multinacional estadounidense. Su matriz principal se encuentra en Dearborn, Michigan, Estados Unidos, además cuenta con una gran cantidad de centros de manufactura y plantas de ensamble alrededor del mundo, convirtiéndola en una empresa global.



Fig. 1 Ford Motor Company Logo

Historia

Dentro de los primeros pasos de Henry Ford en el mundo del automóvil se encuentra la construcción de un cuadriciclo en el año de 1896 el cual era impulsado por un motor que tenía la fuerza de cuatro caballos, de ahí el término de “motor de cuatro caballos de fuerza.

Ford Motor Company fue fundada en 1903 por Henry Ford y 12 inversionistas, con ello comienza el desarrollo, producción y comercialización del modelo A, el cual absorbe casi la totalidad de la inversión inicial [1].

Gracias a las buenas ventas alcanzadas por el modelo A en 1908 se introduce el Ford Modelo T, el cual es uno de los modelos más icónicos y famosos de Ford. Dicho modelo logra alcanzar ventas por hasta 15 millones de unidades hasta el cese de su producción en mayo de 1927.

Como parte de las innovaciones logradas durante este periodo se encuentra la introducción de un nuevo sistema de producción basado en una línea de ensamble en movimiento. Dicho cambio logró reducir el tiempo de ensamble del chasis de 12.5 a 1.5

horas, proponiendo una revolución a los sistemas de manufactura utilizados en ese tiempo. Además de alcanzar una reducción notable en el costo de producción.

Aunado a las mejoras durante la etapa de producción, en 1914 es introducido el famoso "\$5 Day". Este proponía doblar el pago promedio que recibía un trabajador durante una jornada laboral completa en una fábrica, además de reducir dicha jornada de nueve a ocho horas. Provocando que los propios empleados de Ford tuvieran acceso a la compra de los autos que producían. Ello incrementó su calidad de vida y sentó las bases de la creación de la clase media americana.

Ford en México

El día martes 23 de junio de 1925 comienza la construcción de la primera armadora de Ford en México, con lo cual se convierte en la primera automotriz en instalarse en el país. Actualmente México es el cuarto mayor productor de vehículos de la marca para abastecer a los clientes globales, tan solo detrás de Estados Unidos, China y Alemania.

A continuación, se muestra un resumen de los principales centros de ingeniería y producción con los que cuenta Ford en México [2].

Localidad	Descripción
<i>Cuautitlán, Edo. México</i>	<p>En 1962 se comienza la construcción de este complejo plantas de fundición, motores, centro de ingeniería de producto, laboratorios de control de calidad y una pista de pruebas.</p> <p>Después de una remodelación es reinaugurada en 2010 debido a los planes de producción del Ford Fiesta. Estas unidades están destinados principalmente a los mercados de Canadá, Estados Unidos, Colombia, Argentina, Brasil, así como el mercado interno. Dicho modelo involucra a la mayor cantidad de ingenieros mexicanos en el desarrollo de cada uno de sus componentes y partes.</p> <p>Gracias a lo anterior mencionado se han generado alrededor de 2 mil empleos directos, y 6 mil indirectos, incentivando además toda una cadena de proveedores.</p>
<i>Hermosillo, Son</i>	<p>En 1986 se inaugura oficialmente la planta de estampado y ensamble. Actualmente dentro de dicho complejo se producen los modelos Ford Fusion y Lincoln MKZ, así como las versiones híbridas de los mismo. Dichas unidades son principalmente para el mercado norteamericano.</p> <p>Entre sus principales actividades se encuentra el estampado y construcción de carrocerías, pintura, ensamblado, pre-entrega y embarque.</p>

	Se estima que dicha planta generó un total de mil empleos directos, así como 3 mil indirectos.
<i>Chihuahua, Chih</i>	Comienza sus operaciones en 1983 con la producción de motores de cuatro cilindros tanto para consumo nacional como exportación. Se cuenta con cinco líneas de maquinado de motor, que se componen de cigüeñal, árbol de levas, biela, cabezas y monoblock; un par de líneas de sub-ensamble de biela pistón, y ensamble final. Dentro del catálogo actual se encuentran los motores: <ul style="list-style-type: none"> • Diésel Power Stroke 6.7L V8, presente en los modelos Fx50 • Diésel 4.4L dirigido al mercado europeo. • Gasolina 2.0L y 2.5L
<i>San Luis Potosí, SLP</i>	Anunciada en 2015, con una inversión total de 1,600 millones de dólares se planea la construcción de una nueva planta de vehículos compactos. Se prevé que inicie operaciones en 2018 con una capacidad estimada de 500 mil unidades duplicando con ello la producción anual de 433 mil unidades de 2015, además de generar un total de 2 mil 800 empleos directos.
<i>Irapuato, Gto</i>	Anunciada igualmente en 2015, con una inversión de mil 200 millones de dólares se plantea la construcción de una planta de producción de transmisiones en el Parque Tecnológico Castro del Río, Irapuato, Gto. Se prevé que inicie operaciones en 2017 con una capacidad instalada de 800 mil unidades, provocando con ello la generación de 2 mil empleos directos.
<i>Santa Fe, CDMX</i>	Se trata del centro de ingeniería y diseño más grande de Ford en México. Dentro de este complejo se desarrollan todo tipo de actividades relacionadas con la línea de desarrollo de un automóvil. Realizando actividades que van desde gestión, diseño, simulación, manufactura, finanzas, etc. Actualmente se emplean alrededor de 1, 250 ingenieros de las principales universidades del país.

Misión

Ford Motor Company es líder mundial en productos y servicios automotrices, y financieros. Nuestra misión es mejorar continuamente nuestros productos y servicios a fin de satisfacer las necesidades de nuestros clientes, lo que nos permite prosperar como negocio y proporcionar utilidades razonables a nuestros accionistas quienes son propietarios de nuestro negocio. [3]

Visión

“Una buena compañía ofrece excelentes productos y servicios, una gran empresa, además, se preocupa por hacer nuestro mundo un mejor lugar donde vivir”

William Clay Ford Jr. [3]

Valores

La manera como cumplimos nuestra misión es tan importante como la misión misma. Los siguientes valores básicos son fundamentales para el éxito de la compañía.

- *Gente* – Nuestra gente es la fuente de nuestra fuerza. Ellos proporcionan nuestra inteligencia corporativa y determinan nuestra reputación y vitalidad. El involucramiento y trabajo en equipo son la esencia de nuestros valores humanos.
- *Productos* – Nuestros productos son el resultado final de nuestros esfuerzos, y deben ser los mejores para servir a nuestros clientes en todo el mundo. Así como nuestros productos son vistos, así somos vistos nosotros.
- *Utilidades* – Las utilidades son la medida final de cuán eficientes somos al proveer a nuestros clientes con los mejores productos para satisfacer sus necesidades. Las utilidades son necesarias para sobrevivir y crecer.
- *Los concesionarios y los proveedores son nuestros socios* – La compañía debe mantener relaciones de mutuo beneficio con distribuidores, proveedores y con nuestros demás asociados comerciales.
- *La integridad nunca es comprometida* – La conducta de nuestra compañía alrededor del mundo debe seguirse de una manera que sea socialmente responsable, requiriendo respeto por su integridad y por sus contribuciones positivas a la sociedad. Nuestras puertas están abiertas para hombres y mujeres de la misma manera sin discriminación y sin considerar origen étnico o creencias personales. [3]

Principios Guía

- *La calidad es primero* – Para lograr la satisfacción de nuestros clientes, la calidad de nuestros productos y servicios debe ser nuestra prioridad número uno.
- *Los clientes son el centro de todo lo que hacemos* – Nuestro trabajo debe estar hecho y pensado en nuestros clientes, proporcionando mejores productos y servicios que nuestra competencia.
- *El mejoramiento continuo es esencial para nuestro éxito* – Debemos esforzarnos por la excelencia en todo lo que hacemos: en nuestros productos, en su seguridad y valor, y en nuestros servicios, nuestras relaciones humanas, nuestra competitividad y nuestra rentabilidad.
- *El involucramiento personal es nuestra forma de vida* – Somos un equipo. Debemos tratarnos unos a otros con confianza y respeto. [3]

Estrategia de negocio

La visión de Ford expresada a través de nuestra ruta de creación de valor es: [4]

“Gente trabajando junta como una empresa global en busca del liderazgo de la industria”

Dicho liderazgo es medido a través de la satisfacción de nuestros clientes, empleados, inversionistas, vendedores, proveedores y la comunidad en general.

Trabajamos para alcanzar nuestra misión a través de construir:

- Grandes productos, una familia entera de vehículos – pequeños, medianos y grandes; coches, transportes utilitarios y camiones – con la mejor calidad en su clase, eficiencia de combustible, seguridad y basados en un diseño eficiente.
- Fortalecer el negocio, balanceando nuestro portafolio de productos con nuestra presencia global.
- Buscar un mejor mundo, alcanzable a través de una estrategia sustentable.

Para lograrlo nos enfocamos en tres prioridades estratégicas:

- Acelerar nuestro progreso de nuestro plan “One Ford”
- Desarrollar productos de excelencia.
- Llevar la innovación a cada una de las partes que integran nuestro negocio.

One Ford

La estrategia One Ford ha sido fundamental para alcanzar nuestras metas en los años recientes, además de que será nuestro pilar esencial en la búsqueda por mejorar nuestro desempeño futuro.



Fig. 2 Descripción de los tres elementos principales que componen el modelo ONE FORD

Desarrollar productos de excelencia

Nuestros productos son el alma de nuestro negocio. Esto nos ha llevado a tener la mejor línea de vehículos hasta ahora, guiados por nuestra estrategia One Ford.

Buscamos hacer uso de plataformas globales para desarrollar de manera rápida y eficiente programas orientados en nuestros consumidores en los mercados globales.

Dentro de nuestros principales objetivos buscamos para 2016 reducir el número de plataformas a un total de nueve, las cuales formen la base del 100% de nuestros vehículos. Además, planteándonos como meta a futuro contar con solo ocho plataformas. Esto nos permitirá hacer más eficiente nuestro negocio, y con ello mejorar nuestro margen de ganancias.



Fig. 3 Tendencia en el número de plataformas utilizadas por Ford

Llevar la innovación a cada una de las partes que integran nuestro negocio

Dado que nuestra industria evoluciona de manera muy rápida, teniendo las nuevas tecnologías un impacto significativo en nuestro negocio.

Nuestro enfoque se basa en emplear una actitud innovadora, lograda gracias a hacer las preguntas correctas, desafiar las costumbres establecidas y con ello tomar riesgos de manera inteligente. La innovación es impulsada tanto por individuos como por equipos en busca de encontrar nuevas formas de resolver problemas existentes que nos lleven a hacer de nuestro mundo un mejor lugar para vivir.

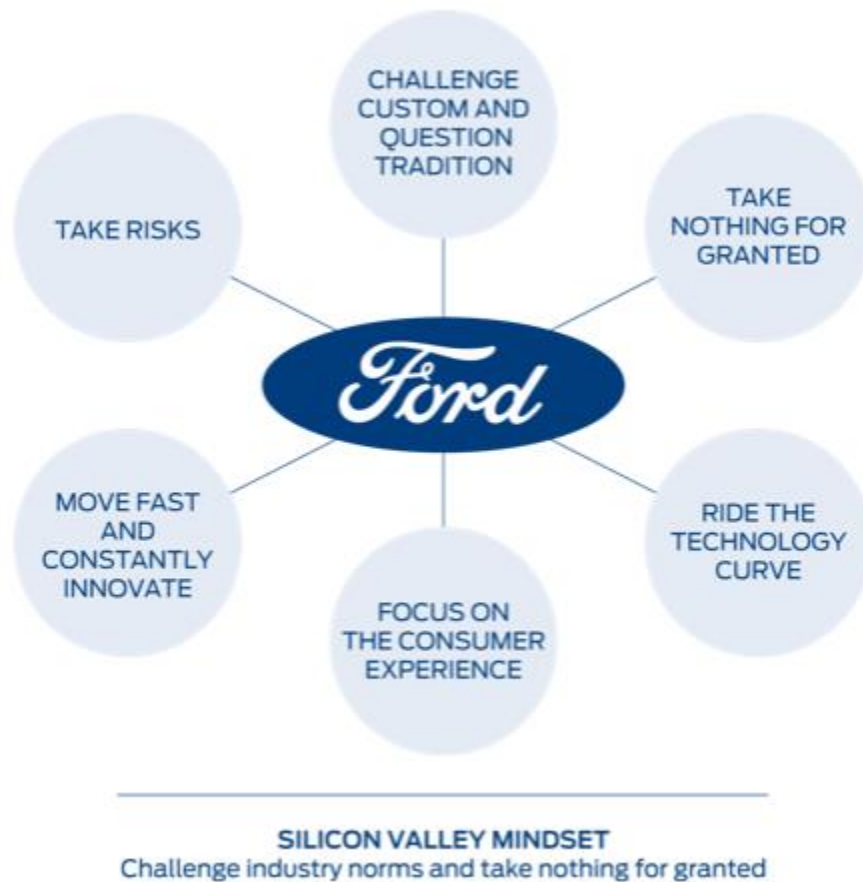


Fig. 4 Mapa mental que muestra la mentalidad objetivo de Ford Motor Company

Organigrama

Actualmente formo parte del equipo de trabajo *Soft Trim* que se encuentra bajo la supervisión de Santiago Parra dentro del área de *Digital Innovation, Product Design*. Durante mi etapa de entrenamiento estuve bajo la supervisión de Jannet López dentro del equipo de trabajo de *Floor Mats*.

A continuación, se muestra un organigrama simplificado de la empresa Ford de México y mi posición dentro de la misma.

ORGANIGRAMA FORD

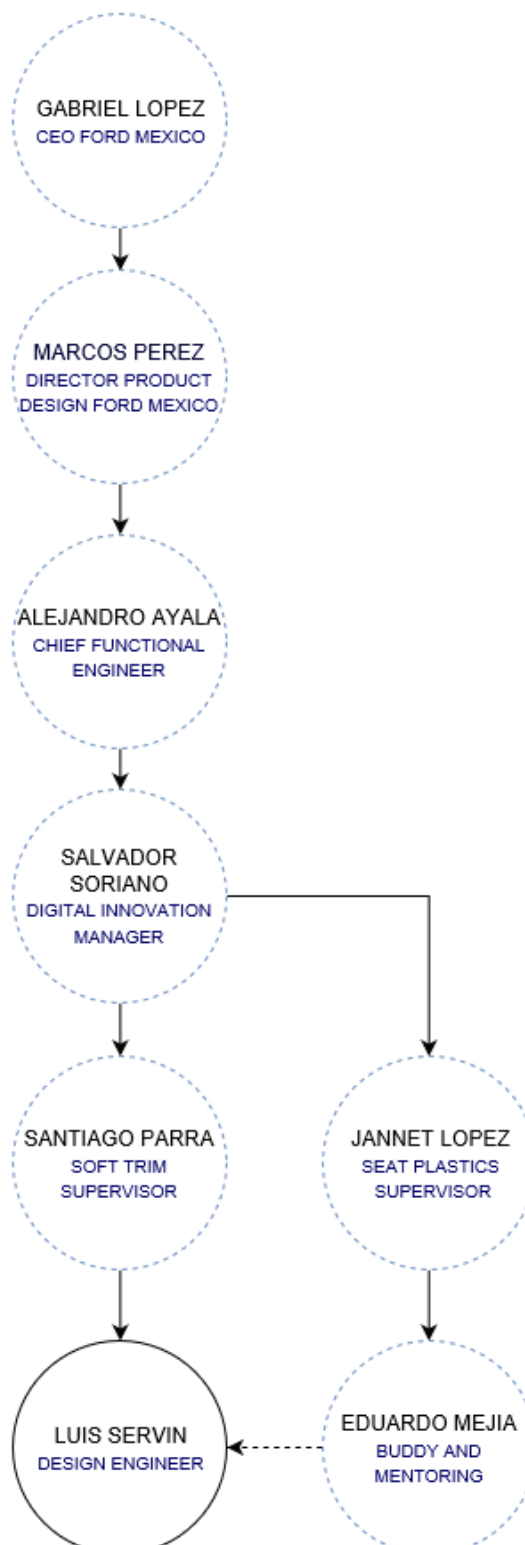


Fig. 5 Organigrama simplificado de la posición "Design Engineer" en Ford Motor Company México. Octubre 2016

Perfil del puesto

Dentro de la organización yo me he desempeñado con el cargo de **Ingeniero de Diseño** dentro del área de *Digital Innovation*.

Para este puesto se busca principalmente que los aspirantes tengan una formación dentro de alguna de las siguientes carreras:

- Ingeniería Mecatrónica
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Automotriz
- Ingeniería Eléctrica-Electrónica
- Ingeniería Aeronáutica
- Ingeniería Industrial

Vale la pena mencionar que la mayor parte de los ingenieros que actualmente laboran dentro de la organización provienen de las casas de estudio más grandes del país como son: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), entre otras.

A continuación, se enlistan las actividades generales del puesto de trabajo:

- Desarrollo de modelos geométricos en 3-dimensiones, así como planos de manufactura
- Análisis de empaquetamiento
- Revisión de diseño con proveedores
- Resolución de problemas de factibilidad de piezas y sistemas
- Mejora continua de procesos
- Mantenimiento e intercambio de información de herramientas de CAD

Debido a la constante comunicación que se debe tener con equipos que se encuentran en distintas partes del mundo es necesario contar con un manejo fluido del idioma inglés con la capacidad de intercambiar información e ideas. Además de lo anterior mencionado, algunos de los requisitos más importantes que se deben cumplir serían:

- Experiencia en procesos de diseño y manufactura
- Diseño de componentes plásticos.
- Experiencia en el uso de software de diseño mecánico (CATIA V5 de preferencia)
- Experiencia en software para gestión de ciclo de vida de un producto (PLM, Product Life Management, por sus siglas en inglés)
- Habilidades de comunicación, así como presentación de ideas de manera efectiva.
- Capacidad de negociación ganar-ganar entre distintas áreas funcionales

- Entender e interpretar requerimientos automotrices
- Conocimiento de dimensionamiento gráfico y estándares de tolerancia.
- Resolución de retos y problemas.
- Proactividad y autonomía.

Capítulo II: Descripción del puesto de trabajo Ingeniero de Diseño, Ford Motor Company

A partir de la confianza depositada por Ford Motor Company al trabajo de ingeniería desarrollado en México es que existen una gran cantidad de oportunidades laborales tanto para ingenieros con experiencia previa como recién graduados, como fue mi caso, y así poder formar parte de esta gran empresa.

A lo largo de este tiempo tuve la oportunidad de crecer de manera profesional, aplicando los conocimientos obtenidos durante mi carrera universitaria en distintos campos. Esto me permitió ligar las enseñanzas de mis maestros, con las experiencias compartidas por aquellas personas con quienes tuve la oportunidad de laboral. Comencé formando parte del programa de *trainees*, para después incorporarme de tiempo completo en el equipo de diseño de tapetes, y por último en el desarrollo de aisladores de ruido y calor.

Programa Trainees

El programa de *trainees* es una oportunidad que ofrece Ford de México para incentivar la vinculación entre estudiantes universitarios o recién egresados y la industria. Este les permite obtener experiencia profesional en la búsqueda de soluciones a problemas reales del sector automotriz, al mismo tiempo que se encuentran en su proceso de conclusión de estudios.

Su objetivo fundamental es crear un semillero de talentos, integrado por estudiantes de ingeniería, con la finalidad de comenzar su entrenamiento como ingenieros de desarrollo de producto durante los últimos semestres de licenciatura. Buscando además que al concluir con el programa puedan ser elegibles para formar parte de la familia Ford de México.

Se da la oportunidad al becario de participar en alguna de las áreas funcionales de diseño de producto. La participación en cualquiera de estas áreas supone una interacción multidireccional con otros equipos de trabajo, tanto dentro del área de diseño del producto, como con otro tipo de unidades como podrían ser finanzas, compras, estimación de costos, cae, manufactura, etc. Además, se cuenta con un mentor que lo guía durante su desarrollo profesional. Este comparte sus experiencias y conocimientos en los procesos aplicados durante el desarrollo de un programa automotriz.

Mi primera etapa dentro de Ford de México consistió en formar parte del programa de *trainees* como parte del equipo de diseño de tapetes. Durante esta etapa, que duró alrededor de tres meses, tuve la oportunidad de conocer las distintas herramientas utilizadas para el desarrollo virtual de una pieza. Aprendí a trabajar en equipo para lograr las metas a las cuales nos comprometimos, además de proponer y desarrollar herramientas que hicieran más eficientes tareas repetitivas y cotidianas.

De los conocimientos aprendidos durante mi formación profesional se encuentra el manejo de CATIA, del cual tuve la oportunidad de aprender las bases durante la materia de “Diseño y Manufactura Asistidos por Computadora”. Este es el software primario para diseño que utilice en mi trabajo diario. Debido a las complejidades propias de las piezas a modelar, desarrollé habilidades en el manejo de superficies, así como herramientas de simulación de movimiento y generación de ensamblés.

Como producto final de las piezas realizadas, se encuentra la realización de los planos de manufactura. Aquí se tienen que aplicar conocimientos de tolerancias y dimensionamiento geométrico. Aquí aprendí la importancia que tienen las dimensiones críticas especificadas, las bases de la interpretación de dichos planos, así como los costos que implican las distintas especificaciones para los proveedores.

Por último, como parte de mi formación como ingeniero mecatrónico, tuve la oportunidad de desarrollar una herramienta en C#, lenguaje de programación del cual adquirí las bases durante la materia de “Técnicas de programación”. Este automatiza el dibujo de una etiqueta necesaria en nuestros planos de ingeniería, ahorrando alrededor de 5 min por plano, que sumados por la gran cantidad de versiones de tapetes implican un ahorro sustancial. Esto me permitió obtener una ventaja competitiva entre los integrantes del programa.

Áreas funcionales

El desarrollo de un automóvil implica la participación de una gran cantidad de personas de todo tipo de áreas. Estos equipos multidisciplinarios participan aportando ideas con el fin último de lograr que producto en cuestión tenga la mayor calidad posible.

Dentro de área de diseño del producto existe una gran variedad de áreas funcionales entre las cuales podemos enlistar

Área	Descripción
Body Exterior	Encargado de desarrollar e integrar sistemas de carrocería externa, buscando exceder las expectativas del cliente. Entre ellos, la estructura y pilares del coche, faros, emblemas, fascias y limpiadores

Body Interior	Desarrollo de sistemas de interiores para mejorar la experiencia del cliente a través de diversos componentes como volante, bolsas de aire, cinturones y asientos
Digital Innovation	Se encarga de la ingeniería detallada de modelos en 2 y 3 dimensiones de los componentes físicos del automóvil. Sus actividades van desde el diseño conceptual y forma inicial del producto, al desarrollo de procesos de manufactura del mismo
Chassis	Busca mejorar la calidad y reducción de costos en componentes de seguridad del vehículo como son la suspensión, frenos, rines y sistemas de dirección
Powertrain	Desarrolla, mejora y crea ventajas competitivas de los productos Ford a través del motor y sus componentes, buscando con ello mejorar la experiencia del cliente
EESE	Provee una mejor experiencia a partir de los componentes eléctricos como son tableros, medidores, sonido, sistemas inteligentes del vehículo, etc.
Vehicle Evaluation & Verification	Evalúa los productos desarrollados a través de pruebas físicas y virtuales, entre ellas pruebas en pista y camiones reales, o verificación por medio de modelos físicos.
Programs Engineering Services &	Responsable de coordinar la planeación de recursos dentro del área de diseño de productos. Lidera la implementación de sistemas de diseño, así como la coordinación con proveedores para la fabricación de los mismos.
CAE	Enfocado en la validación virtual del diseño de producto. Esta área se enfoca principalmente en ahorrar tiempo y dinero a la hora de realizar la manufactura de un producto. Busca también oportunidades de ahorro en costo de materiales y geometría de diseño.

Es importante mencionar que México participa en cada una de las áreas mencionadas anteriormente, proyectando con ello la capacidad de la ingeniería mexicana al mismo nivel que otros países.

Una vez concluida mi participación en el programa de *trainees*, me integré como ingeniero de diseño, dentro del área *Digital Innovation*, en el equipo de aisladores.

Responsabilidades de un Ingeniero de Diseño

Una de las principales diferencias de un puesto de ingeniero de diseño de tiempo completo con respecto a un *trainee* es el nivel de involucramiento y responsabilidad que se tiene en el desarrollo de una pieza o un programa.

En el perfil del puesto, se menciona que se requiere de un profesional con bases sólidas en elementos mecánicos y eléctricos, de ahí la sinergia que tiene la posición con mi área profesional como ingeniero mecatrónico.

Una de las actividades principales dentro de mi puesto es el desarrollo de modelos en 3 dimensiones, esto se realiza en el software CATIA de la empresa Dassault Systèmes. CATIA es uno de los programas de diseño más utilizados en la industria automotriz y aeronáutica debido a sus grandes capacidades de manejo de sólidos y superficies de diseño

Debido a las complejidades propias de los modelos a realizar obtuve una buena capacidad en el manejo de superficies. Debido a que las piezas desarrolladas por un ingeniero de diseño interactúan con una amplia variedad de componentes, es importante desarrollar diseños con un alto grado de robustez. Esto implica la capacidad de responder de manera rápida a los cambios en el ambiente y con ello cumplir con las fechas especificadas. Tal vez uno de los retos más importantes a los que me enfrenté en mi día a día fue la necesidad de defender mi propuesta de diseño y las decisiones que tomé ante otros grupos de trabajo.

Además de la capacidad de interacción del componente desarrollado con su entorno, como ingeniero de diseño se debe cuidar que todas las versiones obtenidas de mi producto cumplieran con las diferentes reglas de diseño establecidas por mi equipo, así como los requerimientos de manufactura. Algunos de ellos los enlisto a continuación:

- Ángulos de desmoldeo mínimo. Establecidos generalmente por las condiciones de los materiales seleccionados y la tecnología actual del proveedor.
- Espesores máximos y mínimos.
- Distancias específicas, ya sean estáticas o dinámicas, contra los componentes de mi contexto.
- Radios mínimos en las distintas caras de la pieza.
- Resistencia a las condiciones ambientales de la zona (calor, humedad).
- Estrategia de acoplamiento al automóvil.
- Diseño inteligente que evite que los componentes se instalen con una orientación incorrecta, en una zona distinta o entre diferentes versiones de un mismo automóvil que no compartan dicho diseño.
- Ergonomía de instalación.

Entre otros requerimientos específicos de los distintos equipos de trabajo.

Complementario a las responsabilidades relacionadas con el desarrollo de una geometría, un ingeniero de diseño tiene como tarea mantener actualizadas las bases de datos utilizadas por la empresa. Para ello hacemos uso de TeamCenter. Se trata de un sistema de gestión de ciclo de vida de un producto (PLM, Product Life Management por sus siglas en inglés), entre sus grandes ventajas se encuentra la posibilidad de coordinar el desarrollo de un sistema con una cantidad inmensa de componentes como lo es un

automóvil. TeamCenter además me permitió generar un canal de comunicación con las distintas áreas como son proveedores, compras, ventas, cae, etc.

Además de la tarea central de desarrollo de un producto, como ingeniero de diseño tuve la oportunidad de buscar mejorar mis habilidades de innovación, proponiendo ideas que busquen generar procesos más eficientes. Este tipo de mejoras pueden abarcar desde automatizar tareas repetitivas, como generar ideas aplicables a modelos próximos. Es importante mencionar que centro de ingeniería de Ford de México es uno de los que genera una mayor cantidad de propuestas de innovación de entre los distintos centros de Ford alrededor del mundo, con lo cual se busca que esto más allá de un requerimiento se vuelva una cultura.

Capítulo III: Actividades Realizadas y Resultados

El objetivo del presente capítulo es dar una descripción detallada de las actividades que he realizado durante mi estancia en Ford Motor Company, así como describir a grandes rasgos uno de los proyectos de innovación en el cual estuve involucrado.

Diseño de Tapetes Ford Escape

Comencé mi trabajo en Ford Motor Company formando parte del equipo de trabajo “*Global Floor Mats*”. Éste es el encargado de diseñar todos los modelos de tapetes utilizados en todas las plataformas de la compañía.

Al ser los tapetes un elemento visual importante de la cabina interior, nuestro equipo trabaja de forma muy cercana con las personas encargadas de tomar las decisiones sobre apariencia y concepto de los vehículos. Ellos determinan cuales son las formas principales que debe tener el patrón impreso en la parte superior de los tapetes, así como el diseño de los logos de la marca que nos permitan transmitir de una mejor manera la esencia del vehículo. La complejidad más grande recae en el manejo y desarrollo de una gran cantidad de tapetes para todas las versiones desarrolladas dentro de un programa.

Como cualquier pieza de ingeniería, éstas deben cumplir con una serie de estándares y reglas de diseño. Estos requerimientos van desde cuestiones geométricas como radios mínimos en cada una de las esquinas del contorno de los tapetes, separaciones mínimas contra las paredes de la alfombra, distancia a otros elementos del mismo entorno, o inspecciones subjetivas de estilo general con el equipo de apariencias. También se pueden mencionar requerimientos generales de manufactura como ángulos mínimos de desmoldeo, espesores constantes en las zonas requeridas, así como análisis de radios mínimos. Así como los anteriores mencionados existente y gran número de elementos necesarios para que un diseño sea considerado profesional.

Entre muchas de las existentes destaca la necesidad de contar con dos puntos de retención en el tapete del conductor contra la alfombra con el objetivo de evitar cualquier interacción con elementos como el acelerador y freno. De ahí que durante la etapa de diseño sea necesario mantener una distancia mínima tanto a posiciones estáticas como estudios dinámicos de los mismos. Este requerimiento asume protagonismo a partir de uno de los casos más sonados de la industria automotriz de los

últimos años. Involucró a la automotriz Toyota, al presentarse casos de aceleración repentina de sus vehículos sin razón aparente. Después de una serie de investigaciones y haber descartado fallas en sistemas como frenos, eléctrico o transmisión, se llegó a la conclusión que los tapetes tenían un tamaño excesivamente grande por lo que tendían a atascarse con el pedal del acelerador. Como consecuencia se tuvieron que retirar más de 5 millones de vehículos, causando pérdidas billonarias a la compañía, que en ese momento se encontraba en la cima de la industria automotriz.

Dentro de la gama de productos Ford se manejan principalmente tres tipos de tapetes:

- **Alfombrado**



Fig. 6 Tapete de alfombra para el Ford Fiesta

- **Hule**



Fig. 7 Tapete de hule utilizado en el modelo Ford Fiesta ST

- **Hule de paredes altas**



Fig. 8 Tapete de hule de paredes altas utilizado en el modelo Ford F350 Super Duty

De los anteriores mencionados el tapete de hule de paredes altas es aquel que requiere un mayor esfuerzo de diseño, debido a su capacidad de amoldarse a la alfombra delantera del vehículo, mientras mantiene distancias mínimas a ciertas zonas con el objetivo de asegurar un asentamiento firme. Estos se usan principalmente en zonas nevadas, ya que su función principal consiste en retener el exceso de líquido y mugre

traído por el conductor. Además de fungir como una característica distintiva en modelos de alta gama.

Me integré en la última etapa de desarrollo de la camioneta Ford Escape.



Fig. 9 Ford Escape 2017

En esta última etapa buscamos principalmente tener una madurez en el diseño bastante alta, de tal modo que sea un producto listo para su manufactura. Al ser mis primeros pasos como ingeniero de diseño comencé a desarrollar elementos sencillos como es el modelado de tapetes de alfombra, los cuales son considerados como los de menor complejidad. Para continuar con el diseño de tapetes de hule. Esto son considerados de complejidad intermedia ya que requieren de contar con una mejor comprensión de las reglas de diseño y manufactura. Además de las interacciones que tuve con el equipo de apariencia. Dentro del diseño de los dos tapetes antes mencionados hice uso principalmente del módulo de *“Part Design”* dentro de CATIA. Este hace uso principalmente de elementos como *“Sketches”*, así como operaciones entre elementos sólidos. Una vez que tuve la experiencia necesaria comencé el diseño de los tapetes de paredes altas, los cuales son considerados como los de mayor complejidad dentro de mi equipo. Una de las principales razones de esto es la necesidad de trabajar en los módulos de CATIA *“Generic Surface Design”* el cual introduce el manejo de superficies. Las superficies añaden un grado de flexibilidad enorme, siendo una de las características más utilizadas la capacidad de extraer referencias de elementos del contexto para después ser utilizados dentro del diseño propio. Aunque en un principio fue un cambio considerable para mí el tener que cambiar la manera en como había diseñado elementos durante mi estancia en la universidad, una vez que obtuve la suficiente práctica en el manejo de las mismas me parece una de las mejores formas de diseño.

Además del diseño propio de los componentes, tuve la responsabilidad de participar en el proceso de liberación de nuestro diseño. Todo esto bajo la supervisión de mi tutor e Ingeniero Eduardo Mejía. Nuestros diseños pasan por la aprobación de un número de personas con conocimientos estratégicos antes de ser aprobados para prototipado o producción.

Como resultado general durante esta etapa obtuvimos una exitosa liberación de los tapetes diseñados para el programa. Cumpliendo con las fechas establecidas por la empresa, así como demostrando nuestra capacidad y responsabilidad para futuras tareas. Este tipo de resultados no solo tiene un impacto a nivel personal, si no ayuda a mejorar la imagen de Ford de México ante los demás centros de ingeniería ubicados alrededor del mundo y reafirma la confianza depositada en la ingeniería mexicana y en nuestra capacidad de desarrollar productos a nivel profesional de tan alto nivel como se realizan en lugares como Reino Unido, Alemania o Estados Unidos.

Aisladores de Ruido y Calor.

Inicialmente las compañías automotrices confiaban plenamente en la capacidad de los motores, y su velocidad como aquellas cualidades que los harían destacar del resto al momento de vender sus productos. A medida que avanzó el tiempo, se hizo claro que los consumidores se preocupaban más por su confort al momento de manejar un vehículo.

Una vasta cantidad de esfuerzos fueron invertidos en el empleo y mejora de tecnologías que permitieran la reducción del ruido y la vibración experimentados por el conductor. Por tanto, se llegó a la conclusión que no era suficiente atiborrar la mayor cantidad de material aislante posible en lugares como puertas, techos, o pisos, entre otros, buscando disipar la vibración y lograr un ambiente cayado



Fig. 10 Zonas típicas en las cuales se llega a tener un aislador de ruido [10]

En un principio los motores eran tan ruidosos que, durante el manejo, no era posible escuchar el ruido del viento desde la parte interior del vehículo. Una vez que se

logró disminuir este fenómeno, el ruido causado por el viento se convirtió en el mayor reto. A medida que fueron pasando los años esta tendencia a mejorar el rendimiento en este aspecto fue causada en mayor medida por una demanda del consumidor, más allá de aquellos requerimientos impuestos por regulaciones legales o estándares establecidos. De ahí que el rendimiento en NVH se convirtiera en una primicia de la calidad de un vehículo, así como un factor crucial en la decisión de adquisición de un gran número de compradores [5].

NVH es un acrónimo para “Noise, Vibratio, Harshness” o “Ruido, Vibración y Aspereza”. Se trata de la medida obtenida por la combinación de ciertos factores cómo:

1. El nivel de ruido percibido durante la conducción.
2. La vibración captada por un pasajero cuando el coche se encuentra en movimiento.
3. La aspereza de un vehículo cuando se experimentan cambios abruptos en el movimiento.

Los factores mencionados anteriormente alteran la calidad de la conducción cuando el vehículo se encuentra en movimiento. El ruido presente en la cabina interior de un vehículo suele ser el resultado de una amplia serie de factores como son:

1. Movimientos del motor
2. Condiciones del camino
3. Admisión
4. Escape
5. Aerodinámica del vehículo
6. Componentes y sistemas auxiliares
7. Frenos
8. Squeak, Rattles y Tizzes (Chirridos, Crujidos y Silbidos)

Aparte del último factor mencionado que generalmente ocurre en el compartimento interior, los ruidos y vibraciones generalmente son originados por factores externos. A través de la interacción de la estructura del vehículo con fuentes externas, provocando la transmisión de ruido hacia el compartimento interior. [6]

Las principales vías de origen de ruido suelen encontrarse en aquellos lugares donde existe una falta de aislamiento entre el ambiente interior y exterior. Este suele ser controlado añadiendo un material absorbente que permita mantener el ambiente interior cómodo para el pasajero. La principal ventaja de este tipo de control de ruido es que provoca un efecto sobre ciertos rangos de frecuencias sonoras sin importar el origen o medio de transporte hacia el receptor. Los materiales porosos tales como esponjas o fibras son ampliamente usados para este fin. La predicción del comportamiento de este tipo de materiales se basa mayormente en el conocimiento de sus propiedades físicas y acústicas, tales como resistencia al flujo, porosidad, tortuosidad y dos medidas características que representan las dimensiones macroscópicas de las celdas del material relacionadas con pérdidas térmicas y viscosas.

La fina estructura encontrada en las fibras de una estera no tejida la convierte en un eficiente disipador del sonido transmitido a través de aire. Estos materiales absorben sonidos no deseados disipando la energía de las ondas en el momento que pasan a través del material en forma de calor. La diferencia entre la cantidad original de energía y la cantidad de energía que no fue disipada es conocida como “coeficiente de absorción de material”.

En general se puede encontrar un mejor coeficiente de absorción en el rango completo de frecuencias en aquellos materiales o zonas en las cuales se mantenga un espesor mayor. [7]

De ahí que como objetivo general en el diseño de este tipo de aisladores se busque contar con el espesor mayor permitido, ya sea por las restricciones del ambiente de diseño o el espesor nominal del material base antes de ser moldeado.

A partir de enero de 2016 dejé mis labores como diseñador de tapetes para integrarme al equipo de trabajo “*Soft Trim*” el cuál está encargado del diseño de aisladores para mejorar el desempeño de NVH del vehículo. Este tipo de aisladores se encuentran distribuidos a lo largo de todo el vehículo, como se puede observar en la Fig. 10. En mi caso en particular desarrollé mis funciones en la zona conocida como “*Engine Bay*” o zona del motor. Mi función principal consiste en el diseño de los aisladores conocidos como “*Dash Outer Insulator*” o “*Dash Insulator Engine Side*”. Como el que se muestra en la Fig. 11:



Fig. 11 Ejemplo de Dash Insulator comercializado por la empresa Molded Acoustical Products of Easton, MAP of Easton, Inc.¹

Estos tienen como propósito principal la reducción del ruido propio del motor, así como prevenir que el calor emitido por éste entre a la cabina interior. Además de servir como una barrera de protección para todos los elementos sensibles al calor dentro de la consola. Algunas de sus características principales son [8]:

1. Suele ser de fibra de vidrio o espumas.
2. Ser un retardante de la propagación de fuego. Esta característica se establece a través de una norma en cada región del mundo.
3. Ligero.

¹ <http://mapeaston.com/automotive/engine-compartment/>

4. Fácil instalación
5. Resistente al agua
6. Durable

Este aislador lo considero como el reto técnico más grande al que me he enfrentado hasta ahora.

En primera instancia por la gran cantidad de interacciones con otros sistemas como son: líneas de combustible, líneas de aire acondicionado, líneas de refrigerante, convertidores catalíticos y sistemas de escape, estructuras metálicas, motor, cableado electrónico, así como eléctrico de alto voltaje, columna de dirección, entre otros. Ello me obligó, no solo cumplir con los requerimientos propios de mi aislador, sino además cumplir con los requerimientos de cada uno de estos sistemas con respecto a la pieza que yo me encontraba realizando. Además, pude conocer de manera más cercana como es que se comportan cada uno de los sistemas antes mencionados, así como interactuar con los equipos de diseño y desarrollo de los mismo. Dicho sea de paso, gracias a esta interacción pude mejorar de manera significativa mis capacidades de *networking* una de las conocidas como habilidades suaves que más allá de lo técnico me permitieron desarrollarme mejor como ingeniero.

Cómo segundo punto, es importante para mí mencionar que desarrollé de manera importante mis habilidades en el manejo de superficies en el software CATIA. Esta parte es importante ya que entre algunas de las características de los aisladores podemos encontrar que generalmente se encuentran unidos a una superficie metálica o plástica. Esto provoca que la cantidad de referencias a tomar de estas piezas ya sean caras, puntos, líneas, radios, entre otros, puedan ser manejadas a través del módulo de *Generative Surface Design* de manera muy flexible. La mayor parte de mi trabajo en el día a día se basa en manejar las herramientas dentro de este módulo, en primera instancia para generar la forma básica de los aisladores, y cómo segundo paso realizar las compresiones necesarias, ya sea tanto a elemento estáticos como dinámicos.

Y cómo tercer punto me ayudó además a comprender los requerimientos de manufactura, así como el proceso utilizado. Es importante considerar estos factores desde las etapas más tempranas del diseño, ya que cada una de las condiciones mostrados a lo largo de la evaluación del diseño serán las más óptimas y factibles. A grandes rasgos el proceso de manufactura se compone de dos etapas (este proceso puede llegar a varias de acuerdo a la importancia del aislador, así como el presupuesto que le fue asignado):

Primero se cuenta con una etapa de termoformado. Este se define como un proceso el cuál parte de una lámina de material termoplástico al cual se le da la forma deseada. Consta principalmente de dos pasos calentamiento y formado [9].

- 1- La etapa de calentamiento se realiza generalmente mediante radiadores eléctricos, en uno o varios lados de la lámina de material inicial. La duración de

este ciclo debe ser suficiente para ablandar el material, dependiendo de sus características, espesor y color.

- 2- La segunda etapa hace uso de un termoformado mecánico. Este método usa un par de moldes (positivo y negativo), que se aplican contra la lámina previamente calentada, forzándola a asumir su forma. Como ventajas se presenta un mejor control dimensional, así como la posibilidad de detallar la superficie en ambos lados de la pieza. Esto es importante ya que como hice referencia anteriormente, nuestros aisladores suelen adoptar por un lado la forma del metal o plástico al cual se encuentren adheridos, mientras que por el otro lado se busca que cuenten con el mayor espesor posible, pero realizando las compresiones necesarias para mantener los requerimientos contra el ambiente.

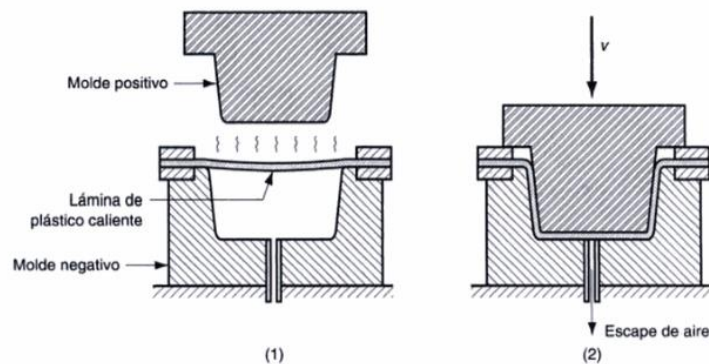


Fig. 12 Esquema básico de un proceso de termoformado mecánico

Una vez que la lámina de material obtuvo la forma deseada, proseguimos con el corte del contorno, así como los cortes internos, si es que son requeridos. Para este paso se suele hacer uso de un proceso de corte por chorro de agua, el cual también suele conocerse como maquinado hidrodinámico. Una de sus principales ventajas consiste en no producir calor, además de que el material a cortar está sujeto a pequeñas cargas mecánicas. Debido a lo anterior se cuenta con una gran flexibilidad para lidiar con geometrías complejas tridimensionales, como suele ser el caso del *dash outer insulator*. Generalmente este proceso se realiza de forma automática usando control numérico o robots industriales para manipular la boquilla a lo largo de la trayectoria deseada [9].

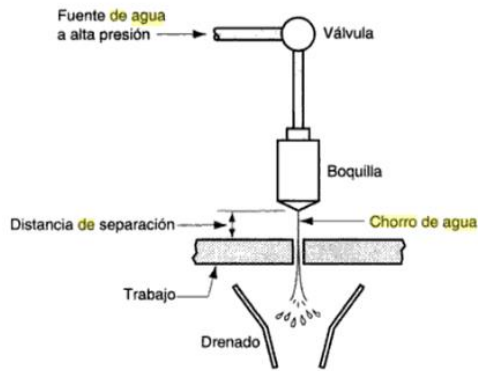


Fig. 13 Esquema básico de un proceso de corte de agua.

Para que todo este proceso se realice de manera exitosa es importante cumplir con todas las reglas de diseño, así como los requerimientos de manufactura necesarios. De ahí la gran cantidad de factores a tomar en cuenta, así como la compleja de la pieza misma y el tiempo que lleva realizarla. Actualmente me encuentro en las últimas etapas del desarrollo del aislador del cual estoy a cargo, desarrollando un diseño robusto y de alta calidad.

Proyecto de Innovación

Generación automática de superficies tangentes a líneas de aire acondicionado.

Como parte de mis tareas diarias dentro de Ford, existió una que no me fue planteada como obligación, pero a la cual me alentaron mucho. Esto es algo que a mi gusto personal forma parte de la formación que tuve dentro de la facultad de ingeniería, esto es trabajar de manera más inteligente, en lugar de más duro. En mi día a día como diseñador me enfrenté a un sin número de tareas repetitivas, que a través de los conocimientos y habilidades adecuadas podrían ser automatizadas y con ello permitirme centrarme más en la resolución de problemas complejos. Aunque en un principio carecía de los conocimientos para generar estas herramientas, con el tiempo y la ayuda de mis compañeros pude aprenderlas. Gracias a ello pude generar herramientas propias en CATIA a través de los lenguajes de programación Visual Basic y C#.

A continuación, me gustaría describir uno de los problemas de modelado a los que me enfrenté, así como la solución planteada.

Un automóvil es un sistema muy complejo en el cual interactúan una gran cantidad de componentes, como puede ser el sistema de aire acondicionado, transmisión, sistema electrónico, entre otros, añadiendo además que todos ellos se encuentran en un espacio muy reducido. Es por eso que cada milímetro es aprovechado de la mejor manera posible, lo que convierte el diseño de ciertos componentes en todo un reto de ingeniería.

En mi caso particular, debido a las restricciones propias del compartimento del motor, era necesario construir una superficie tangente a una serie de líneas de aire acondicionado sin importar el orden en el que éstas se encuentren distribuidas, la cantidad de cambios de dirección a los que fueron sometidas, si cada una de ellas tuviera un diámetro distinto, si llegarán a cambiar el orden en el cual se van desarrollando o que alguna o varias de ellas se posaran debajo de otras.

A continuación, se muestran algunas imágenes de las posibles situaciones que se llegan a presentar:

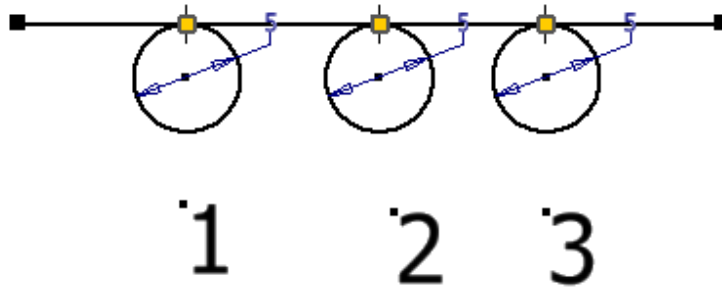


Fig. 14 Ej. 1 Posible caso de acomodo de líneas aire acondicionado

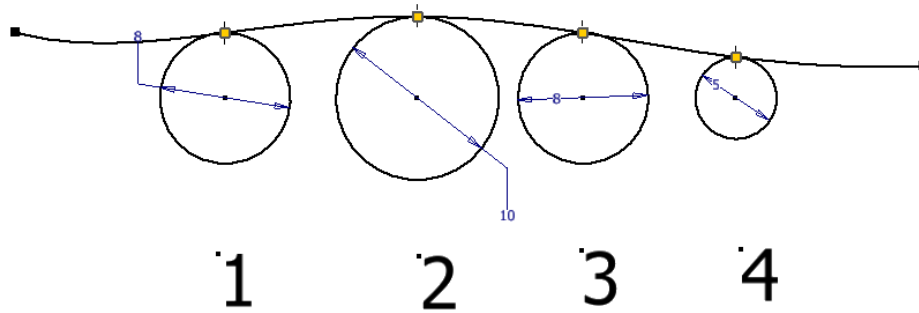


Fig. 15 Ej. 2 Posible caso de acomodo de líneas aire acondicionado

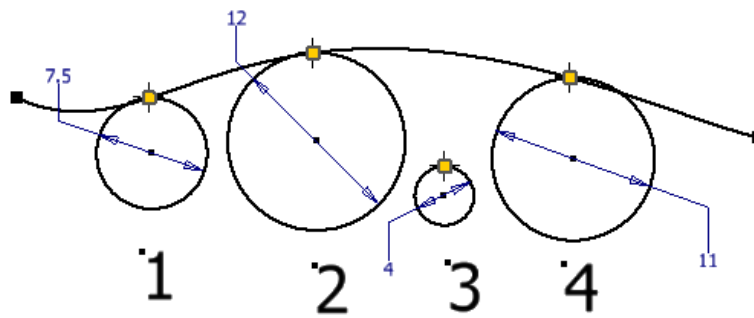


Fig. 16 Ej. 3 Posible caso de acomodo de líneas aire acondicionado

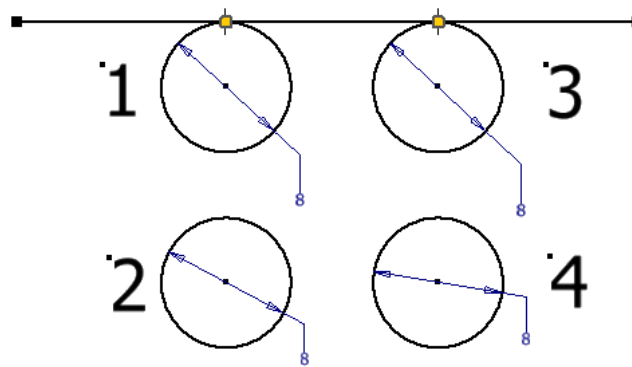


Fig. 17 Ej. 4 Posible caso de acomodo de líneas aire acondicionado

Las medidas que se muestran son solamente representativas.

Este cambio de direcciones es un factor muy común a lo largo de todo el automóvil debido principalmente a restricciones geométricas, reglas de diseño propias de este tipo de componentes, así como requerimientos de manufacturabilidad.

En las imágenes se muestran secciones a lo largo de las líneas de centro del sistema de distribución de aire acondicionado. La línea superior representa la sección deseada de nuestra superficie. Su principal característica es ser tangente a cada uno de los tubos necesarios. Como se observa en las figuras no siempre es necesario tomar todos los tubos en cuenta, ya que esto generaría una superficie no manufacturable.

Además de los factores mencionados anteriormente es importante mencionar las restricciones de tiempo, ya que por las fechas establecidas por el proyecto se requería de generar una solución rápida y eficiente.

Cómo resultado obtuve una primera versión de mi programa que era capaz de obtener superficies tangentes a ciertas zonas que tomen en cuenta el mismo número de líneas de aire acondicionado. Con esto me refiero a que es capaz de obtener superficies en cualquiera de los casos mostrados en las figuras anteriores, pero hasta el momento no es capaz de obtener una superficie continua si las líneas sufren un cambio de lo mostrado en la Fig. 15 a lo mostrado en la Fig. 16. Actualmente me encuentro desarrollando la herramienta para que pueda realizar este tipo de superficies de manera completamente automática.

La herramienta que desarrollé ha sido utilizada por varios miembros del equipo con una curva de aprendizaje pequeña, con lo cual obtuve la retroalimentación necesaria para seguir con el proceso de mejora continua.

Capítulo IV: Conclusiones

Gracias a las oportunidades que Ford Motor Company ofrece a los jóvenes a través de su programa de *trainees*, tuve acceso a desempeñar mi actividad profesional en una empresa global. Desde un principio me fueron asignadas responsabilidades y tareas reales, diseñando elementos que tendrían un impacto real en el proyecto que tenía mi equipo asignado, así como relacionándome con equipos multidisciplinarios ubicados en los distintos centros de ingeniería que la empresa tiene alrededor del mundo.

Agradezco profundamente la formación que recibí como ingeniero mecatrónico en la Facultad de Ingeniería. Esta me permitió formarme una sólida base en las ciencias exactas y en los distintos elementos que componen mi carrera. Aun cuando mi trabajo tiene como título “Ingeniero de Diseño”, elementos como la programación me han sido de gran ayuda para generar herramientas que permitan automatizar tareas repetitivas y con ello ahorrar tiempo y dinero. Además de tener las bases de mecanismos y sistemas eléctricos y electrónicos me ayudan al momento de intercambiar ideas con otros equipos que desarrollan este tipo de elementos.

Aun así, me gustaría mencionar que desde mi punto de vista existen campos de oportunidad para mi casa de estudios. Entre ellos se encuentra el desarrollo de aquellas conocidas como “habilidades suaves” (*soft skills*), principalmente comunicación y liderazgo, las cuales a largo plazo te permiten destacar en tu equipo. Además de la necesidad de desarrollar aún más nuestra capacidad para interactuar en otros idiomas como puede ser el inglés, que en nuestros días ya no debería ser considerado una opción, más bien un requisito. A través de platicar con algunas personas con puestos directivos me mencionaron que las personas graduadas de mi universidad suelen tener un mal desempeño en entrevistas de trabajo y situaciones de negociación, por lo cual podría ser un punto fuerte a desarrollar para futuras generaciones.

Tal vez erróneamente durante el transcurso de mi carrera me formé la idea que la ingeniería mexicana se encontraba siempre a la sombra de otras desarrolladas en lugares como Estados Unidos, Alemania y Japón. Ahora que tuve la oportunidad de desarrollar ingeniería mexicana para una empresa transnacional puedo afirmar que nuestra capacidad como país se encuentra a la altura de cualquiera, pero debemos creernos esa idea desde que nos encontramos en la carrera, cumpliendo con nuestras responsabilidades con profesionalismo e integridad. Espero en un futuro haber contribuido para que las personas tanto nacionales como extranjeros al pensar en ingeniería mexicana, piensen en un trabajo que se encuentra en la punta de lanza de la tecnología y no un paso atrás.

Referencias

- [1] F. M. Company, «Corporate Ford,» [En línea]. Available: <https://corporate.ford.com/company/history.html>. [Último acceso: 02 Septiembre 2016].
- [2] F. M. Company, «Ford de México,» [En línea]. Available: <http://www.ford.mx/ftd/acerca/plantas/>. [Último acceso: 10 Septiembre 2016].
- [3] F. M. Company, «Ford de México,» [En línea]. Available: <http://www.ford.mx/acerca/compania>. [Último acceso: 30 Agosto 2016].
- [4] F. M. Company, «Corporate Ford,» [En línea]. Available: <http://corporate.ford.com/microsites/sustainability-report-2014-15/strategy-business.html>. [Último acceso: 20 Septiembre 2016].
- [5] M. Al-Zubi, Investigation and improvement of noise, vibration and harshness (NVH) properties of automotive panels, Wayne State University: Tesis Doctoral, 2012.
- [6] M. Harrison, Vehicle Refinement: Controlling Noise and Vibration in Road, Elsevier, 2004.
- [7] L. Egab, X. Wang, M. Fard y R. Jazar, Prediction of interior trim sound absorption using Statistical Energy Analysis, Bundoora, Victoria, Australia: RMIT University.
- [8] «MAPS of Easton, Inc,» MAPS of Easton, Inc, [En línea]. Available: <http://mapeaston.com/automotive/engine-compartment/>. [Último acceso: 03 Noviembre 2016].
- [9] M. P. Groover, Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas, Pearson Educación, 1997.
- [10] N. R. Automotive, 02 Noviembre 2016. [En línea]. Available: http://www.randy.com.cn/en/product_class.php?classcode=1.