



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Rediseño de amortiguadores  
y línea de accesorios de  
conversión a coilover**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Mecánico**

**P R E S E N T A**

Antonio Alberto González Márquez

**ASESOR DE INFORME**

M.I. Mariano García del Gállego



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019**

# ÍNDICE

<b>Agradecimientos</b> .....	1
<b>La compañía</b> .....	2
Historia de la Compañía.....	2
Organización .....	4
Sobre la División de Motorsports .....	5
<b>Participación profesional</b> .....	6
Puesto ocupado y responsabilidades.....	6
Actividades Desarrolladas.....	6
<b>Proyectos Desarrollados</b> .....	7
<b>Introducción</b> .....	7
<b>Proceso de diseño</b> .....	7
<b>Rediseño de los accesorios para la conversión de un amortiguador a coilover</b> ...	8
Descripción del Problema .....	8
Recopilación de Información e ideas preliminares.....	9
Diseño conceptual .....	10
Evaluación Preliminar .....	10
Diseño de detalle .....	11
Elaboración de Prototipos y evaluación final .....	12
<b>Rediseño de Amortiguadores según especificaciones de un cliente</b> .....	13
Introducción .....	13
Descripción del problema .....	13
Recopilación de Información e ideas preliminares.....	13
Diseño Conceptual y evaluación preliminar .....	14
Diseño de detalle .....	14
Elaboración de prototipos y Evaluación Final .....	15
<b>Diseño de piezas para el taller de armado de amortiguadores</b> .....	16
Introducción y reconocimiento de las necesidades.....	16
Diseño conceptual y prototipos.....	17
Evaluación y diseño de detalle .....	17

<b>Conclusiones</b> .....	18
<b>Material consultado</b> .....	20
Bibliografía .....	20
Mesografía .....	20

## **Agradecimientos**

***Quisiera agradecer primero que nadie a mi familia que siempre me apoyo durante este tiempo y que en ningún momento dejaron de creer en mi a lo largo de los años, a mi madre que me dio la vida y que nunca dejo de pensar que yo podría ser mejor, apoyándome en todo lo que me propuse, a mi padre que me enseñó que el estudio era la puerta a un mundo mucho más grande y que gracias a él podría conocer lo que yo quisiera y a mi hermana que me guio en mis primeros pasos y que puso los cimientos de la persona que soy ahora. A la universidad que me otorgo la posibilidad de tener una educación superior, a los maestros que fueron más allá de solo darme una clase y se convirtieron en mentores y a los cuales les agradezco infinitamente por sus enseñanzas. Y finalmente a los amigos, que recorrieron conmigo el camino, que estuvieron dispuestos a enseñarme algo y que a su manera también me hicieron aprender, que estuvieron en las buenas y en las malas y de los cuales me llevo y comparto invaluable recuerdos.***

# La compañía

## Historia de la Compañía

### **BILSTEIN - Tecnologías innovadoras "Hecho en Alemania"**

Cuando August Bilstein sentó las bases de BILSTEIN en 1873, nadie tenía idea de la influencia crucial que los productos de la compañía tendrían algún día en la comodidad de conducción y la seguridad de los vehículos. En cambio, fueron los accesorios metálicos de las ventanas, vendidos bajo el nombre pegadizo de AUBI, una abreviatura de August Bilstein, lo que pronto hizo famosa a la compañía más allá de los límites de la región local de Bilstein en Alemania.

Le siguieron toda una serie de innovaciones técnicas y los ingresos obtenidos a través de estas patentes proporcionaron una base sólida para los éxitos posteriores de lo que todavía era una empresa joven. Con el fin de satisfacer las exigentes demandas de calidad que ya se encuentran en la etapa preliminar de fabricación de los accesorios, la compañía estableció su propio laminador de láminas de hierro en 1919. Fue alrededor de esta época cuando Hans Bilstein, el hijo de August Bilstein, regresó de Estado Unidos. sobre la compañía de su padre, trayendo consigo nuevos conceptos para los procesos de niquelado y cromado.

### **Inventos innovadores**

En 1954, BILSTEIN fue el primero en darse cuenta del potencial ofrecido por una idea del profesor Bourcier de Carbon, un investigador francés en el campo de las vibraciones. El objetivo era eliminar las desventajas físicas de los amortiguadores telescópicos convencionales, al mismo tiempo que los amortiguadores eran más livianos y se podían instalar en cualquier posición.

Se realizó un enorme esfuerzo, acompañado de una inversión sustancial en las instalaciones de producción necesarias, para lograr este ambicioso objetivo. Y valió la pena. La introducción del primer amortiguador de presión de gas monotubo en un vehículo Mercedes-Benz de producción estándar todavía hoy se considera una contribución importante a la seguridad de conducción activa.

La tecnología de presión de gas ahora se usa en todo tipo de amortiguadores telescópicos desarrollados para su uso en automóviles potentes y de alta gama. Uno de los aspectos más destacados de la última tecnología de BILSTEIN es el desarrollo del módulo de resorte neumático que BILSTEIN suministra "solo en secuencia" a la línea de producción de la Clase S de Mercedes.

Hasta el día de hoy, las demandas de sus clientes en la industria automotriz, combinadas con su compromiso con el automovilismo, son las que impulsan el desarrollo y la innovación en BILSTEIN. Todos los AMG Mercedes en el DTM y más de la mitad de los equipos en la carrera de 24 horas en Nürburgring se acercan a la línea de salida con los productos BILSTEIN.

El nombre BILSTEIN, durante muchas décadas, ha estado estrechamente asociado con la alta tecnología en el campo del diseño de suspensión, la comodidad de conducción y la seguridad. Con el fin de posicionarse para el futuro crecimiento e innovación, BILSTEIN se convirtió en una división de ThyssenKrupp Technologies AG en 1988 y una subsidiaria de propiedad absoluta en 2005. La asociación y cooperación dentro del grupo permite que la compañía continúe inspirando innovaciones en el BILSTEIN tradicional.

Los fabricantes de vehículos confían en los productos BILSTEIN en todos los segmentos, porque los expertos en suspensión de Ennepetal saben cómo ajustar individualmente los requisitos de suspensión y las cualidades dinámicas de conducción de cada modelo. No importa si se trata del reemplazo de la serie o la optimización deportiva del manejo, BILSTEIN aplica sus productos de alta calidad a todas las clases de vehículos especialmente personalizados para el propósito previsto de cada vehículo, desde el uso en situaciones cotidianas hasta la pista de carreras y el terreno accidentado. En algunas aplicaciones especiales en el segmento premium, los vehículos están equipados con amortiguadores de última generación, como los sistemas BILSTEIN DampMatic y de resortes neumáticos para combinar la seguridad de conducción con la mejor comodidad posible y mucha deportividad de la manera ideal. Las hojas de especificaciones cada vez más complejas de los fabricantes de automóviles son la fuerza impulsora detrás del desarrollo de productos y la capacidad de innovar en BILSTEIN. La estrecha vinculación de nuestro propio trabajo de desarrollo con el del cliente es un capítulo importante en la historia de éxito de BILSTEIN, porque solo a través de un intenso intercambio de ideas y experiencias en muchos niveles diferentes es posible incorporar activamente los requisitos del cliente en el desarrollo posterior. de los productos.

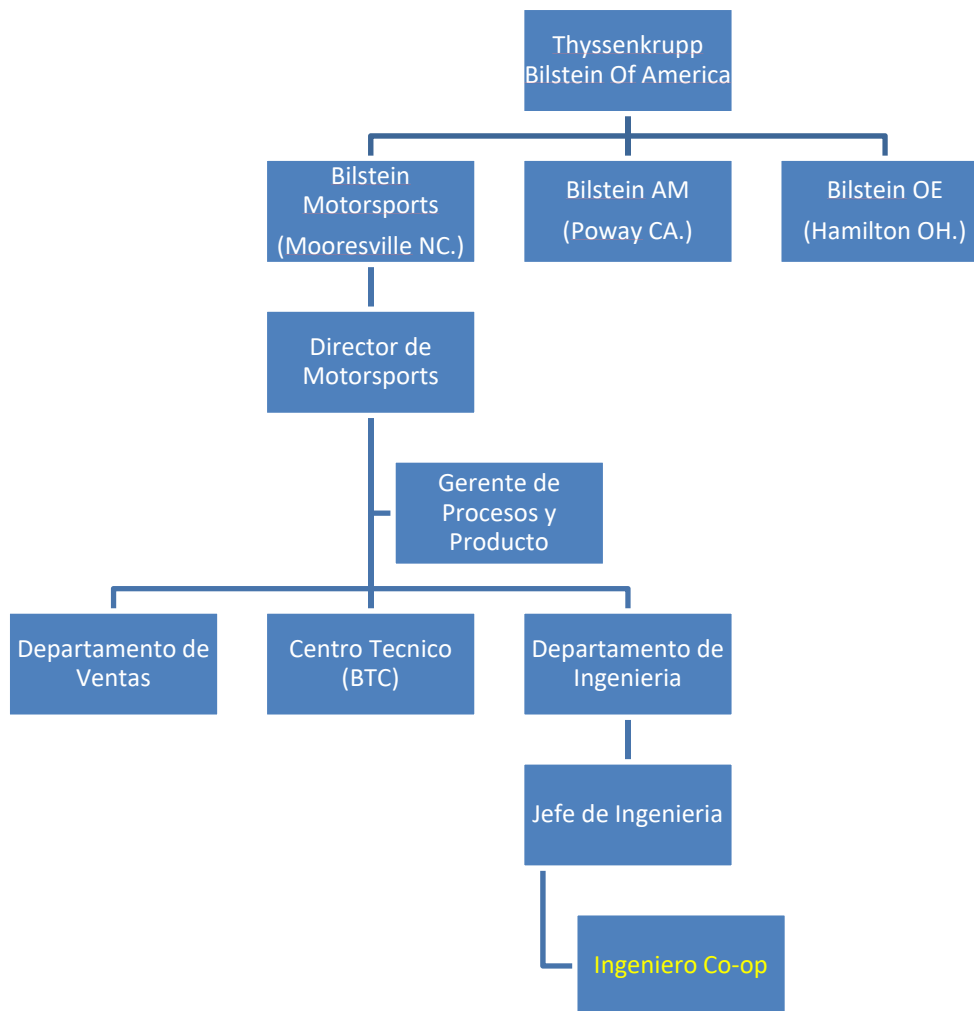
### **Incursión al Motorsports**

El éxito de BILSTEIN en el automovilismo comenzó hace 50 años cuando Mercedes-Benz instaló por primera vez los amortiguadores de presión de gas BILSTEIN en un vehículo que corrió en el Rally de Montecarlo, que ganaron en su primer intento. Desde entonces, el automovilismo sin BILSTEIN sería impensable. Desde campeonatos mundiales de off-road y rally hasta títulos en la mayoría de las carreras importantes de 24 horas hasta campeonatos en Fórmula 1, BILSTEIN continúa liderando el campo.

La lista de los pilotos que han pasado a la historia del automovilismo mientras compiten con los productos BILSTEIN es fascinante. Las leyendas del deporte de carreras Dale Earnhardt, Ivan "Ironman" Stewart, Sterling Marlin, Klaus Ludwig, Hans-Joachim Stuck y Walter Röhrl celebraron sus mayores éxitos con BILSTEIN. En 2012, la compañía celebró una victoria muy especial en la carrera de 24 horas en Nürburgring cuando tres equipos de carreras equipados con tecnología BILSTEIN llegaron al podio.

## Organización

Como se mencionó previamente, Bilstein ahora forma parte de Thyssenkrupp que para la división norteamericana tiene su sede en Chicago Illinois, a grandes rasgos se podría decir que Bilstein of América se divide en tres grandes divisiones: After Market (AM), Original Equipment (OE) y la división de Motorsports de la cual yo forme parte, la siguiente figura ilustra de forma muy general la organización que se tiene dentro de la compañía.



## Sobre la División de Motorsports

La división de Motorsports en Norteamérica posiciono a Bilstein como una de las más importantes compañías que ofrecían productos a los corredores en la época de oro de las carreras en óvalos de los años setentas y ochentas, siendo los amortiguadores de la compañía, los elegidos por los competidores más dominantes tanto en competencias en asfalto como en tierra, es precisamente en esta última modalidad del deporte que desde este año se encuentra enfocada la compañía para ofrecer productos a la gran mayoría de categorías que corren en óvalos de tierra, Dirt late models, sprint cars, dirt modified y quarter midgets por nombrar algunos de los más importantes. Para estos autos se diseñan amortiguadores, pistones, refacciones y kits de accesorios en la oficina de Mooresville en Carolina del Norte.





# **Participación profesional**

## **Puesto ocupado y responsabilidades**

Durante 6 meses desde el 28 de enero hasta el 28 de julio del presente año tuve la posibilidad de formar parte de la compañía Thyssenkrupp Bilstein of America, estando trabajando en la división de Motorsports norteamericana, me uní como ingeniero mecánico Co-op y formé parte desde ese día del departamento de ingeniería.

Durante este periodo se asignaron diversas tareas de las cuales destacan dos, la investigación y el desarrollo y el diseño de producto, también se me asignaron tareas como el soporte en pista durante pruebas dinámicas y carreras, diseño de herramental y fui el encargado del área de prototipado rápido con ayuda de impresión 3D.

## **Actividades Desarrolladas**

En lo que respecta a mi participación en el área de investigación y desarrollo, realice pruebas de comparativas entre los amortiguadores desarrollados y los amortiguadores que existen actualmente en el mercado, tanto en instalaciones de la compañía como de terceros. Por cuestiones de privacidad no puedo mencionar sobre las metodologías utilizadas o los resultados de obtenidos de dichas pruebas.

En el área de diseño del producto, participe en el proyecto de rediseño de los componentes para la conversión de amortiguadores a coilovers, así como del rediseño de una línea de amortiguadores para adaptarse a las necesidades de un cliente. Para estos proyectos utilice software de diseño asistido por computadora (CAD), realice planos técnicos para mecanizado, lista de materiales, utilice el prototipado rápido por medio de impresión 3D donde realice diversos prototipos de piezas para ver el tamaño real y poder detectar áreas de oportunidad en el diseño antes poder prototipar las piezas en metal. Además de esto realice la parte administrativa del proceso de diseño, utilizando software de integración que utiliza la compañía. Teniendo contacto con el área de compras y con los proveedores que la compañía tiene a su alcance.

En el área de diseño de herramental realice diversas piezas que ayudaban a la organización y que facilitaban las tareas de ensamblaje de los diversos modelos de amortiguadores que se ensamblan en la planta de Mooresville o que se llevan en el remolque de servicio de la compañía que da soporte a los equipos en las diferentes competencias.

También tuve la oportunidad de asistir a los fines de semana de carreras para poder obtener información que podría ser útil para futuros proyectos, así como poder compara como la competencia estaba atacando el mismo problema para poder así poder ofrecer un producto que potencialmente pudiese ofrecer una ventaja competitiva.

# Proyectos Desarrollados

## Introducción

Para poder desarrollar los proyectos que se me asignaron durante mi estancia con la compañía, tuve que seguir el procedimiento que la compañía tiene para el área de ingeniería, este procedimiento se divide en dos partes: la primera se centra en el proceso de diseño de las partes o productos y la segunda parte se centra en la parte administrativa del proyecto, en esta parte el área de ingeniería se encarga de realizar una serie de acciones, que una vez realizada la solicitud, otras divisiones de la compañía como la de compras o contabilidad puedan seguir con el proceso de poder lanzar nuevos productos al mercado. A continuación, describo cual fue el proceso de diseño que tome, para posteriormente describir cada fase del proceso. Posteriormente describiré a grandes rasgos el proceso administrativo que el departamento de ingeniería realiza con cada proyecto.

**Nota: Dado que los proyectos aun no salen al mercado y por cuestiones de privacidad no se mostrarán planos, modelos 3D (CAD) o ninguna imagen de estos proyectos.**

## Proceso de diseño

El proceso de diseño de una pieza o un producto dentro de la empresa no está sujeto a ninguna regla en particular, en este aspecto, se me otorgo una gran libertad al momento de poder proponer un diseño. Como es sabido hay distintas metodologías de diseño, que resultan ser muy buenas guías para poder llevar a cabo un proyecto, aunque yo no seguí rigurosamente una en particular, si puedo decir que tome varios aspectos de diferentes metodologías y también tome aportaciones del jefe de diseño, combinándolas para así poder adecuarla a la forma de trabajo de la empresa. La metodología de diseño que utilice se puede definir en etapas de la siguiente manera:

- Reconocimiento de la necesidad
- Recopilación de Información e ideas preliminares
- Diseño conceptual
- Evaluación preliminar
- Diseño de detalle
- Elaboración de Prototipos y Evaluación final

En cada uno de los proyectos que aquí se reporta, describiré que acciones se realizaron en cada una de estas etapas del proceso de diseño y mencionare algunas de las herramientas utilizadas durante cada etapa.

## Rediseño de los accesorios para la conversión de un amortiguador a coilover

### Descripción del Problema

Entre la gran cantidad de modelos de amortiguadores que tiene la compañía en el mercado actualmente, se encuentra una línea en particular que es la plataforma base que está utilizando la división Motorsports, esta plataforma es el sistema MDS o sistema de amortiguación modular (por sus siglas en inglés), este sistema permite la selección de la gran mayoría de las partes que pueden conformar un amortiguador de la división, dado que cada categoría tiene diferentes reglamentaciones o en general diferentes requerimientos ya sea de espacio o posición, este tipo de amortiguador es muy solicitado dada su flexibilidad en este sentido, ya que se pueden utilizar diferentes pistones, sujeciones, válvulas, varillas o incluso la incorporación de contenedores de gas externos dando una amplia gama de posibilidades de personalización o modificación al amortiguador. Entre estas opciones de modificación se me encargo diseñar una serie de piezas para poder hacer la conversión de este tipo de amortiguador a lo que se conoce como coilover.



Amortiguador no ajustable



amortiguador con doble ajuste

Dado que las necesidades de cada categoría varían de acuerdo con sus reglamentos, empaquetamientos y disponibilidad de espacio, se requieren piezas específicas que ayuden a

facilitar las sujeciones al chasis, que otorguen la posibilidad de utilizar resortes de manera más compacta (coilovers), sujetar de diferentes maneras los resortes y facilitar la instalación de estos o piezas especiales que le puedan ayudar a los equipos a probar nuevas combinaciones en sus configuraciones resorte-amortiguador. Como se mencionó anteriormente dado que el programa de Motorsports en Norteamérica desde este año se enfoca en las competencias en óvalos de tierra es necesario que la empresa pueda ofrecer estos accesorios en el mercado.



Diseño actual de kit para resortes.

## **Recopilación de Información e ideas preliminares**

Para el rediseño de estos accesorios primero se hizo un reconocimiento de los previamente existentes en el catalogo de la empresa y actualmente se tiene a la venta, igualmente se buscaron productos similares que existen actualmente en el mercado ya que existen pequeños talleres que ofrecen opciones para diferentes marcas y modelos de amortiguadores. Cualitativamente busque la opinión de personas que están relacionadas con él medio, esta posibilidad es muy sencilla gracias a la experiencia que tienen diferentes personas en la oficina de Mooresville (la gran mayoría de personas que trabajan ahí, han sido pilotos o han trabajado por al menos 10 años con este tipo de autos o son preparadores de amortiguadores conocidos como “shock guys”). De esta forma pude reunir información sobre que le desagrada del diseño actual, que les gustaría, de que forma seria mas sencillo poder ajustar los resortes, entre muchos otros factores que fueran útiles para mi proceso de diseño. Posterior a esta etapa de recolección de información, realizaba dibujos a mano alzada, con las dimensiones generales que debían tener las nuevas piezas, así como la geometría general de para las piezas. De esta forma se pudieron hacer dos cosas, la primera fue rediseñar las piezas que en general no percibían demasiados cambios y solo se le sumaban características o se modificaba ligeramente su geometría y dimensiones y la segunda piezas completamente nuevas que satisficían una necesidad de cierta categoría o que ayudaban a ampliar el catalogo de accesorios de la empresa.



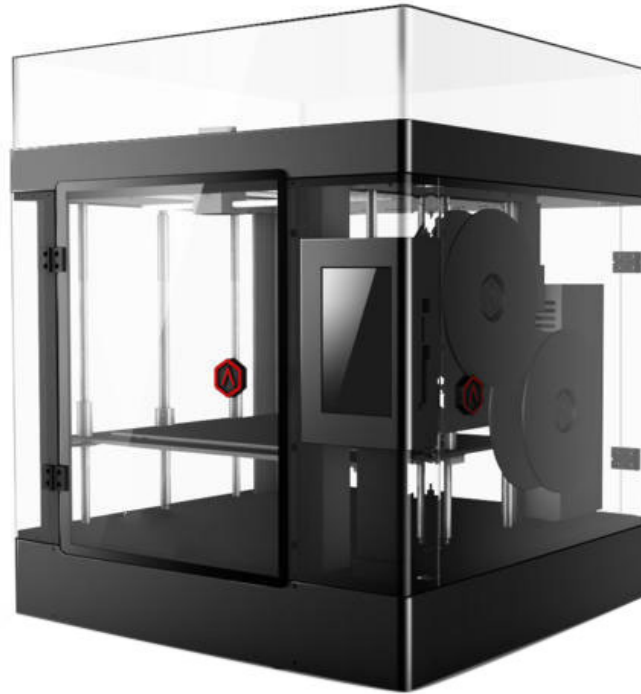
Diseño similar existente en el mercado

## **Diseño conceptual**

Posterior al de diseño preliminar, pasaba a la siguiente etapa, dentro de esta, tomaba los bocetos que tenía y utilizando una paquetería de diseño asistido por computadora (CAD por sus siglas en inglés) modelaba en 3D la pieza en cuestión, asignando todos los parámetros dimensionales y las características que la pieza pudiese tener. Teniendo la nueva pieza modelada, realizaba un ensamble insertando los nuevos diseños, para poder, de manera visual hacer una inspección de cómo se vería la nueva pieza en conjunto con el amortiguador y que se cumplieran los requerimientos de diseño y como se integraban las diferentes características deseadas en las piezas.

## **Evaluación Preliminar**

Llegado el punto en donde había terminado de modelar la pieza en CAD, lo presentaba al jefe de ingenieros en primera instancia y este me daba su retroalimentación y en algunos casos me hacía alguna anotación. Posteriormente realizaba de ser necesarios los cambios antes de poder dar paso a la primera fase de prototipo por impresión 3D. Para este fin, realizaba todo el proceso de preparación para la utilización de la máquina con la que cuenta la compañía, que comenzaba con la exportación del archivo 3D para así post procesarlo en el software que se incluía para la utilización de la máquina, seleccionaba los parámetros de impresión y optaba por imprimir modelos en escala 1 a 1 de las nuevas piezas para este proyecto. En la siguiente imagen se muestra la impresora 3D que tenía a mi encargo operar.



Impresora 3D utilizada por la compañía

Las impresiones 3D obtenidas se podrían considerar modelos funcionales ya que gracias a que esta tecnología, es posible tener una pieza que se asemeja tanto geométrica como dimensionalmente, así como en cuanto a las características de la pieza final. Con estas partes impresas, realizaba los mismos ensambles que había realizado previamente en el software de diseño. Posteriormente estos modelos los mostraba nuevamente al jefe de ingeniería, que a su vez los compartía con las personas que previamente se había solicitado su opinión y retroalimentación. En caso de ser necesario se podían realizar ciertas modificaciones o propuestas de mejora. Si esto sucedía se repetía el proceso, modificación del modelo en CAD, prototipo en impresión 3D y retroalimentación, como política del departamento de ingeniería solo se realizaba este proceso iterativo una sola vez.

## **Diseño de detalle**

Pasado todos los procesos anteriores, me dedicaba a realizar los planos de manufactura de cada pieza, para hacer esto, la compañía tiene formas muy estandarizadas de realizar esta tarea, cada división tiene su propia forma de llamar a los proyectos y tiene plantillas que solo los ingenieros de esa división pueden utilizar, esto con el objetivo de que cualquier ingeniero que

forme parte de la división pueda acceder y obtener la información necesaria de cada plano, para poder intercambiar diseños, utilizar piezas de la base de datos previamente diseñadas o para las subsecuentes fases del proceso de prototipado final, manufactura y control de calidad. Una vez que daba por terminada la elaboración de los planos de manufactura para las piezas de este proyecto se realiza un proceso llamado literalmente: el proceso de 4 ojos, en donde el ingeniero que realiza el plano (en este caso yo) debe esperar que otro ingeniero (en este caso el jefe de ingeniería) revise el plano y lo apruebe, si esto no llegase a suceder se hacen las anotaciones necesarias para la revisión y corrección del plano. Una vez revisado y en dado caso (corregido el plano) se aprueban los planos.

## **Elaboración de Prototipos y evaluación final**

Una vez que había terminado y aprobado el plano, realizaba la solicitud de compra, ahí llenaba una serie de formatos firmados por mi y autorizados por el gerente de productos, estos se enviaban al departamento de compras y estos enviaban los planos a los proveedores que tiene la compañía para solicitar una cantidad específica de prototipos, a partir de este momento el departamento de ingeniería solo le resta recibir los prototipos, realizar pruebas de ajuste, comprobar que las dimensiones estén dentro de los parámetros que se solicitaron, que las piezas posean con las características que se tenían planeadas originalmente para ese diseño y que estas cumplan con el propósito que fueron pensadas. Finalmente, las piezas son enviadas a diferentes equipos que tienen convenio de colaboración con la compañía, para que las puedan probar directamente en los autos y en pista.

Durante esta etapa final de todo el proceso es la última oportunidad que tenía para poder hacer modificaciones, dado que en esta etapa se obtiene retroalimentación de dos maneras principalmente: la primera es mediante el departamento de compras y los centros de maquinado, que hacen recomendaciones sobre áreas de oportunidad que pueden potencialmente reducir el costo o los tiempos de manufactura, como por ejemplo utilizar un material similar, cambiar una dimensión o alguna característica y la segunda forma es mediante los resultados de las pruebas en los autos por parte de los equipos de prueba, donde cualitativamente se nos informa si la pieza cumplió con el propósito para que fue diseñado o no, formas en que podría facilitar la instalación u operación o en general recomendaciones sobre posibles características que podrían incorporarse a futuros diseños. Toda esta información era recabada y la discutía con el jefe de ingeniería y el director de la división, se analizaba y de ser necesario realizaba los cambios necesarios o se descartaban los diseños. En el caso opuesto, si la respuesta era positiva y tanto yo como mis superiores nos encontrábamos satisfechos con las piezas finales, dábamos por concluido el proyecto, el ultimo paso era informarle al departamento de compras y contabilidad que iniciaran con los procesos para posteriormente poner a la venta la nueva línea de kits de conversión y accesorios.

# Rediseño de Amortiguadores según especificaciones de un cliente

## Introducción

En Estados Unidos existe una gran popularidad por los coches clásicos de la llamada época del “muscle car” autos de diversas marcas de finales de los años cincuenta a los setentas autos como el Chevrolet impala, Camaro, Ford Mustang entre otros, para estos autos se siguen fabricando refacciones, se hacen restauraciones para volverlos a ver en la condición en que salieron de la agencia y se les realizan diferentes modificaciones. Una de estas modificaciones es la llamada *Resto-mod* que consiste en tomar un auto antiguo y modernizar sus componentes con tecnologías actuales, como discos de frenos, aire acondicionado, elevadores de ventanas eléctricos, hasta renovar totalmente el chasis para poder utilizar suspensión independiente. Una compañía se dedica a convertir coches clásicos, manteniendo la estética original en el exterior, pero renovando toda la parte inferior del auto, diseñando fabricando e instalando un nuevo chasis, para esto habían utilizado un amortiguador de otro proveedor, sin embargo, no estaban completamente satisfechos con las características ni con el desempeño de estos amortiguadores se acercaron a la compañía y se empezaron las pláticas para ser el único suplidor de amortiguadores para ellos.

## Descripción del problema

Como se dijo antes, diseñar un chasis nuevo para un auto antiguo tiene sus particularidades que para nosotros se centraba en el empaquetamiento de los amortiguadores. Para este proyecto en particular después de haber analizado cuales eran los requerimientos de sujeción y el espacio disponible se decidió utilizar el sistema MDS que como previamente se había explicado, otorga mucha flexibilidad en cuanto al comportamiento dinámico dado que se pueden modificar las partes internas para ofrecer la respuesta deseada y los accesorios que son posibles integrar en el sistema de suspensión, dado que la geometría de la suspensión se modificaría, los puntos de anclaje de los amortiguadores se verían afectados, dado esto habría que realizar modificaciones al diseño original para poder evitar posibles colisiones, asegurar que el amortiguador pudiese realizar todo su recorrido e integrar los accesorios para que se pudieran utilizar el kit de conversión a coilover.

## Recopilación de Información e ideas preliminares

Este proyecto requirió la comunicación entre la oficina de diseño de la empresa de restauración y nosotros en el departamento de ingeniería, ahí tuve que comunicarme con el ingeniero a cargo



del diseño de chasis, él me pudo compartir fotos, dimensiones, distancias esperadas de compresión y extensión, así como posibles interferencias que se podrían presentar. Con esta información sé determino que se utilizaría la plataforma MDS ya que requería muy pocas modificaciones, las que eran necesarias eran: reemplazos de componentes que ya se tenían en el catálogo, para esto realice una lista de las piezas que había que reemplazar y aquellas que necesitaban modificaciones a piezas para ajustarse a los puntos de anclaje, para esto tome los planos de esas piezas y realice en ellos anotaciones de las dimensiones y posibles cambios geométricos que requerirían estas piezas.

## **Diseño Conceptual y evaluación preliminar**

En esta parte del proyecto realice las modificaciones a las piezas que así lo requerían, posteriormente, realice el ensamble completo del amortiguador, incorporando las nuevas piezas, inspeccionando que no tuviese errores y que cumpliera con las especificaciones geométricas principalmente. Una vez que había terminado el ensamble, lo compartía con el equipo de diseño del cliente, para que pudiesen revisar si había colisiones y que las dimensiones fuesen las correctas ellos me comunicaban sus resultados y de ser necesario hacia las modificaciones necesarias, que volvía a compartirles para dar el resultado final en CAD.

## **Diseño de detalle**

Dado que el 90% de las piezas que formaban parte de este proyecto ya se encontraban disponibles no fue necesario realizar todos los planos de manufactura, solo hubo que modificar los planos de las piezas que si requirieron modificaciones y asignarles nuevos códigos internos de numeración, una vez que había terminado con los nuevos planos, realice un plano maestro, donde se incluía la lista de partes requeridas para el ensamble del amortiguador, que incluía las piezas que habían sido reemplazadas como que habían sido modificadas, este plano maestro lo entregaba al jefe de ingeniería que lo revisaba y de ser el caso realizaba anotaciones que debían de modificarse para posteriormente aprobar el plano, una vez aprobado por ingeniería debía ser aprobado por el gerente de producto y finalmente se le hacía llegar al cliente. Como el diseño final del amortiguador es una modificación de la plataforma MDS base, dado que habían cambiado componentes y ciertos diseños, se debía reportar como un producto nuevo, Para esto realice una notificación de cambio donde notifique todos los cambios realizados a la plataforma base.

## Elaboración de prototipos y Evaluación Final

Para este proyecto la solicitud y manufactura de prototipos fue mas sencilla dado que había modificaciones a piezas ya existentes y solo había que reemplazar piezas para realizar el ensamble completo del amortiguador, fue posible que los proveedores entregaran las nuevas piezas en muy poco tiempo. Las pruebas de los nuevos amortiguadores se realizaron gracias a que la compañía que fabrica el chasis para los autos viajo junto con dos modelos de chasis a la planta en Mooresville para hacer pruebas de ajuste y probar en carretera el desempeño de los amortiguadores. Al finalizar las pruebas, se me encomendó hacer los trámites administrativos necesarios para dar de alta los productos y así poder dar comienzo a la producción de estos amortiguadores que solo estarán disponibles para esta compañía.



Realización de pruebas de ajuste

## Diseño de piezas para el taller de armado de amortiguadores

### Introducción y reconocimiento de las necesidades

En el tiempo que labore en la empresa y en la oficina de la empresa conviven todos los departamentos en el mismo complejo, la oficina del departamento de ingeniería se encuentra justo a un lado del BTC, en este lugar se realizan los ensambles, modificaciones, pruebas, ajustes y también se le da mantenimiento a los amortiguadores de clientes que quieren cambiar el aceite, una recarga de gas o hacerle un chequeo general. Para ayudar a estas labores existen compañías que ofrecen herramientas especializadas para el ensamble y mantenimiento de amortiguadores como sujetadores, prensas de banco entre otras herramientas. En el área de trabajo del BTC se cuenta con algunas de estas herramientas, sin embargo, los trabajadores de esta área, realizando sus labores se daban cuenta de posibles ideas sobre como una herramienta, una sujeción diferente o una base los podría ayudar a realizar su trabajo mas fácilmente, cuando esto sucedía se acercaban al área de ingeniería y nos hacían la solicitud para poder apoyarlos con diseños que les pudiesen ser de utilidad.



Herramientas especiales para ensamble de amortiguadores

Para poder empezar con el diseño de las piezas, lo primero que realizaba era hacer una visita al área de trabajo de los operarios y observar cual era la tarea que desempeñaba y que herramienta utilizaba, posteriormente escuchaba cuales eran las solicitudes del técnico que

había tenido la idea general, realizaba anotaciones y realizaba dibujos con las dimensiones generales.

### **Diseño conceptual y prototipos**

Una vez tomados los datos necesarios, de ser posible obtenía el modelo de los amortiguadores que se encontraban ensamblando y para el cual la pieza iba a ser utilizada, de esta forma obtenía las dimensiones que complementaban mis anotaciones iniciales. Posteriormente realizaba el modelo en CAD y lo procesaba para enviarlo directamente a la impresora 3D y así obtener un modelo funcional de la pieza.

### **Evaluación y diseño de detalle**

Teniendo las piezas en impresión 3D, procedíamos a realizar pruebas y comprobar que la pieza realizaba su función, si las dimensiones fueron las adecuadas, si podría mejorar de algún modo, si eso era necesario se modificaba el diseño y se volvía a realizar una nueva impresión, cuando el modelo hacía exactamente lo que era necesario que hiciera se volvían a imprimir más de estas piezas para que cada estación de trabajo pudiese contar con una para que la pudiesen usar en futuros ensambles y también se guardaban varias piezas en el remolque para poder utilizarse también en los autódromos donde se le daba soporte a los corredores.

De este modo se diseñaron una serie de piezas que ayudaban al ensamble de amortiguadores y a la organización de las partes y otras herramientas en las estaciones de trabajo. Estos proyectos carecían del rigor administrativo sin embargo, elabore los planos de manufactura, como referencia de las dimensiones y los parámetros utilizados en cada pieza, así como los modelos en CAD, esto se realizaba con la finalidad que si en un futuro se modificaban los diseños de los amortiguadores, también se pudiesen modificar las herramientas necesarias para su ensamblaje y no tener que repetir el proceso de diseño desde el inicio, finalmente entregue todos estos archivos entregados al jefe del área técnica para su consulta de ser necesaria en el futuro.

## Conclusiones

Durante el desarrollo de estos proyectos en los 6 meses trabajando para la empresa, utilice las distintas herramientas que tenía a mí disposición, para poder otorgar soluciones a los distintos problemas que cada proyecto representaba.

Gracias a esto se logro diseñar una nueva línea de accesorios, pensados específicamente para los autos de carreras, que satisfacen la necesidad de ofrecer esta opción a los usuarios tanto de los actuales amortiguadores de la compañía y así como futuros modelos basados en la plataforma MDS. Como la base sobre la que se trabajó para este proyecto fue la línea MDS, se logró que la línea de accesorios que lo complementa también fuera modular casi al 100% (dejando de lado las piezas que son exclusivas para cada categoría), de esta forma se logró reducir el número de variaciones de una misma pieza para poder estandarizar los accesorios, aunque al mismo tiempo se incrementa el potencial alcance de la misma pieza pudiendo ser utilizada en diferentes categorías de competencia.

También se logró rediseñar la línea de amortiguadores específicamente para un cliente, utilizando la mínima cantidad de modificaciones, gracias a la recolección de información para tomar la decisión de no iniciar un nuevo diseño, sino mas bien adecuar diseños existentes que cubren perfectamente las necesidades del cliente, a la vez que se reducen los tiempos de diseño y manufactura, mientras que los tiempos de entrega se ven reducidos al igual que los costos.

Y finalmente una de las partes mas activas durante este periodo, se logro el diseño de piezas y ensambles que potencialmente pueden ahorrar tiempo de trabajo, realizar tareas de forma más sencilla y en el mas importante de los casos realizar el proceso de ensamblaje de forma más consistente, reduciendo errores y logrando una mayor repetibilidad en cada amortiguador ensamblado.

Desarrollándome este tiempo como ingeniero de diseño eh tenido que utilizar prácticamente en mayor o menor medida todo lo que aprendí durante mi estancia en la facultad, primordialmente mencionare las materias relacionadas al diseño asistido por computadora que se ah vuelto primordial en el desarrollo y el ejercicio del diseño mecánico, en mi particular caso eh tenido que trabajar con fluidos y creo que tengo los conocimientos suficientes, sin llegar a ser un experto como para poder analizar un problema que esté relacionado con fluidos y proponer una solución, también en los temas relacionados con materiales, metálicos y no metálicos dado que las piezas que diseña un ingeniero mecánico, se tienen que manufacturar, hay que saber elegir el material correcto, otro campo que eh tenido que utilizar y que me es muy útil es la instrumentación y conceptos de control, como se puede ver eh utilizado casi todos los conocimientos adquiridos o en el peor de los casos tengo los conocimientos suficientes y a partir de ese punto profundizar para poder solucionar un problema. Una crítica que tendría de mi plan de estudio en particular fue que nunca tuve una clase obligatoria de manufactura o que están incluidas materias que en mi opinión son muy específicas para ciertas personas, como es el caso modelado de procesos de manufactura, que, aunque rescato la intención del laboratorio de enseñarnos un software de

simulación, me hubiese gustado que esas simulaciones pudiesen complementar clases como mecánica de fluidos o mecánica de sólidos que en mi opinión sería de mayor utilidad en el aprendizaje y como valor agregado para los alumnos. Un punto que me fue muy útil fue el manejo del idioma inglés, ya que sin esta habilidad, simplemente no podría haber esta oportunidad de laborar en el extranjero, además teniendo en cuenta que el mayor aliado comercial de México es un país que habla este idioma que a mi parecer es una habilidad básica para los ingenieros mexicanos ya que las empresas establecidas en el país pueden ser de origen estadounidense o de alguna manera están involucradas ya sea comercialmente o tecnológicamente con los Estados Unidos, académicamente también ayuda bastante, ya que la mayoría de los libros, manuales, artículos o estándares es más fácil encontrarlos en inglés que su parte en español o en este mundo donde todo se puede encontrar en la red, poder ver las videoclases que alguna universidad está dispuesta a compartir, sobre diferentes temas, programación, matemáticas, uso de software entre otras. Entonces pienso que sería una gran ayuda para todos los alumnos el poder ser capaces de poder a estos recursos o información manejando el idioma inglés.

## Material consultado

### Bibliografía

Milliken, William F., Douglas L. Milliken: Race Car Vehicle Dynamics, Warrendale PA. U.S.A, Society of Automotive Engineers (SAE), 1995.

Dixon, John C.: The Shock Absorber Handbook, West Sussex England, John Wiley & Sons, Ltd. 2007.

Segers, Jörg: Analysis Techniques for Racecar Data Acquisition, Warrendale PA. U.S.A, Society of Automotive Engineers (SAE), 2014.

Reimpell, Jörn, Helmut, Stoll, Betzler, Jürgen W.: The Automotive Chassis: Engineering Principles, Oxford, England, Butterworth-Heinemann, 2001

Balachandran, Balakumar, Edward B., Magrab: Vibrations, Ontario Canada, Cengage Learning, 2009

Krulikowski, Alex: The Ultimate GD&T Pocket Guide, Livonia, Michigan USA, Effective Training Inc., 2009

### Mesografía

[https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-007-design-and-manufacturing-i-spring-2009/related-resources/drawing\\_and\\_sketching/](https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-007-design-and-manufacturing-i-spring-2009/related-resources/drawing_and_sketching/) 5/11/2019

<https://www.iso.org/standards.html> 5/11/2019

<https://www.bilstein.com/int/en/about-us/history-of-bilstein/> 5/11/2019

<https://tarkka.co/2019/04/28/engineering-drawings-how-to-make-prints-a-machinist-will-love/> 5/11/2019

<https://tarkka.co/2019/03/24/o-rings-o-yeah-how-to-select-design-and-install-o-ring-seals/> 5/11/2019

Fechas corresponden a la última fecha de consulta