



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

# Experiencia profesional en diseño mecánico en Grupo Chamberlain

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**Ingeniero Mecatrónico**

P R E S E N T A

**Antonio de Jesús Morales Montaña**

**ASESOR DE INFORME**

Dr. Adrián Espinoza Bautista



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

# Agradecimientos

A la UNAM que desde el bachillerato me inculco un pensamiento crítico y analítico, por toda la educación que me dio.

A Grupo Chamberlain por darme la oportunidad de mi primera experiencia profesional en el ámbito de la ingeniería.

A mis familiares por siempre creer que yo podía y no dudar en que acabaría la universidad.

A mis amigos por compartir momentos de diversión y trabajo que complementaron mi formación personal.

A mis compañeros de la facultad que por su disciplina me obligaron a exigirme siempre más.

A Elizabet por aguantarme siempre aún con el estrés y sueño que siempre tuve.

Pero sobre todo a mis papás ya que sin su apoyo no lograría haber sido la persona que ahora soy.

# ÍNDICE

<b>Capítulo 1</b> .....	<b>4</b>
Introducción.....	<b>4</b>
1.1 Objetivos.....	<b>5</b>
1.2 Descripción de la empresa.....	<b>6</b>
1.3 Descripción del puesto de trabajo.....	<b>8</b>
1.4 Antecedentes del área de trabajo.....	<b>9</b>
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>10</b>
Definición del problema o contexto de la participación profesional.....	<b>10</b>
2.1 Proyecto de rediseño de cubierta interior del producto.....	<b>11</b>
2.1.1 Conceptos de diseño.....	<b>15</b>
2.1.2 Manufactura de conceptos de diseño.....	<b>22</b>
2.2 Proyecto de productividad con base en transferencia de moldes.....	<b>28</b>
2.3 Migración de plataforma para mejor organización de los proyectos.....	<b>30</b>
2.4 Resolución de problemas vinculados con la planta de producción.....	<b>31</b>
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>36</b>
Metodología utilizada.....	<b>36</b>
3.1 Resultados.....	<b>40</b>
3.2 Epílogo.....	<b>42</b>
3.3 Referencias.....	<b>44</b>

# Capítulo 1

## Introducción

El objetivo de la carrera de Ingeniería Mecatrónica es formar profesionales de alto nivel, capaces de trabajar a través de las fronteras de las disciplinas componentes (ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, y la ciencia de la computación), además uno de los objetivos educacionales de la carrera es que los egresados se integren con éxito al sector productivo o de servicios en empresas afines a la ingeniería mecatrónica ya establecidas (públicas o privadas)<sup>1</sup>.

El presente informe se refiere a mi experiencia profesional en la empresa estadounidense Grupo Chamberlain donde durante un lapso de seis meses desarrollé principalmente trabajo de ingeniería en diseño mecánico, dicho trabajo abarcó principalmente cuatro aspectos fundamentales que son:

- Proyecto de rediseño de cubierta interior del producto.
- Proyecto de productividad basado en transferencia de moldes.
- Migración de plataforma para organización de los proyectos.
- Resolución de problemas vinculados con la planta de producción.

Cada uno de estos aspectos se describirán en el presente informe, además de la presentación final de este trabajo a los vicepresidentes y gerentes de la compañía en Illinois, Estados Unidos.

# 1.1 Objetivos

## Objetivo General

El objetivo general durante mi estancia en la empresa siempre fue la solución de los problemas que me encomendaran resolver utilizando los conocimientos que adquirí en la universidad. Derivado de esto tuve además objetivos particulares los cuales son:

## Objetivos particulares

1. No dar excusas acerca de los tiempos de entrega y tareas que se me asignaran.
2. Resolver con la mayor eficacia todos los problemas cumpliendo con la mayoría de las especificaciones deseadas para los proyectos.
3. Poner en alto el nombre de la universidad ante una empresa americana líder a nivel mundial para que empresas como esta sigan realizando este tipo de prácticas de venir desde Nogales Sonora a la ciudad de México a reclutar estudiantes de la UNAM.

## 1.2 Descripción de la empresa

Grupo Chamberlain fue fundada en 1954, es una empresa global líder en diseño e ingeniería de abridores de puertas de garaje residenciales, abridores de puertas comerciales y sistemas de entrada perimetral, para lograr ser una empresa líder, Grupo Chamberlain ha comprado compañías que la ayudarían a cumplir este objetivo por ejemplo en 1964 compró Wagner Manufacturer Company, fabricante de puertas de garaje de madera y fibra de vidrio, en 1968 adquirió Perma Power, que producía abridores de puerta de garaje a través de un control remoto, una vez que observaron que el negocio de fabricar las puertas no era tan lucrativo se dedicaron exclusivamente a producir abridores de puertas, por lo que en 1972 vendieron la división de puertas Wagner.<sup>[2]</sup>

En 1974 los abridores de puertas manufacturados por Chamberlain ponen sus instalaciones en Nogales, Arizona y Nogales México, la división es llamada Perma Mex S.A. de C.V.<sup>[3]</sup>

En 1983 la Familia Duchossois se convierte en la única dueña de la compañía. <sup>[3]</sup>

1994 es un año importante ya que Grupo Chamberlain adquiere Wecla Gasselschaft en Alemania y Francia, un fabricante de abridores de puerta de garaje, por lo que inicia la operación europea. <sup>[3]</sup>

Aunque la empresa lleva por nombre Chamberlain Group, esta realiza productos que salen bajo las siguientes marcas:

- Chamberlain
- LiftMaster
- Motor Lift
- Merlin
- Craftman
- Grifco

La planta matriz está situada en Oak Brook, Illinois, E.U.A, aunque la planta maquiladora se encuentra en Nogales, Sonora. La planta maquiladora cuenta con aproximadamente 3200 empleados entre operadores, ingenieros, cocineros, etc.

Grupo Chamberlain es una empresa que se guía a través de 8 valores que son: Empleados, buena ciudadanía corporativa, socios, clientes, integridad, liderazgo, calidad y excelencia, y crecimiento y rentabilidad a largo plazo.

Grupo Chamberlain se guía bajo el sistema de producción Toyota, además de inculcar a los empleados trabajar bajo las 6's que como recordamos son: Seleccionar/organizar, ordenar, limpiar, estandarizar, sostener, Seguridad. Además, la empresa implementa un sistema llamado Gemba Kaizen para mejorar las condiciones y productividad en el trabajo.

Después de trabajar durante 6 meses en la empresa puedo describirla como una empresa que además de cumplir con los requerimientos de ley, se preocupa por el cuidado de sus empleados, así como de la comunidad en donde se encuentra teniendo dentro de sus instalaciones una clínica del IMSS y apoyando para que algunas personas culminen sus estudios universitarios además de otorgar becas a hijos de trabajadores y para algunas personas incluso clases de inglés dentro de la misma empresa.

Al ser una planta maquiladora en sus instalaciones se encuentra la línea de ensamblaje, el cuarto de herramientas, el departamento de pruebas, el cuarto de máquinas, las áreas administrativas, y el departamento de mantenimiento (sustaining) que fue donde me desarrollé.



“Planta de Grupo Chamberlain en Nogales”

## 1.3 Descripción del puesto de trabajo

Gerentes, recursos humanos y coordinadores se trasladaron desde Nogales, Sonora a la ciudad de México solo para buscar ingenieros de la facultad de ingeniería de la UNAM por el prestigio que estos tienen, la empresa buscaba no egresados de las carreras de Ingeniería mecánica, eléctrica electrónica o mecatrónica, con sólidos conocimientos del idioma inglés y gusto por el diseño, además un aspecto importante fue la capacidad de adaptación a una ciudad como Nogales, por lo que el ser sociable se tomó mucho en cuenta.

La planta maquiladora se encuentra en Nogales, Sonora por lo que tuve que trasladarme a dichas instalaciones, donde la empresa me ofreció alojamiento.

La posición que ocupé fue de intern engineering, o ingeniero junior en el departamento de sustaining en el área mecánica, no obstante, aunque era el departamento de sustaining la empresa siempre prometió que trabajaría en un proyecto de diseño lo cual como hablaré más adelante desarrollé.

El departamento de sustaining está compuesto por el Gerente, el cual fue mi jefe y mentor el ingeniero Robert Reiszwitz quien es americano de nacionalidad, y el equipo compuesto por 6 ingenieros ya sea mecánicos o mecatrónicos y 4 ingenieros encargados de la parte administrativa, mi compañero y yo, ambos de la facultad de ingeniería.

El puesto como comenté se encargaría de trabajar en un proyecto de diseño además de resolver posibles problemas relacionados con la línea de producción, aunque al final además de esos proyectos nos involucramos en un proyecto de productividad e implementación de la plataforma de organización de proyectos de un nuevo software.

Cabe destacar que el puesto fue con un contrato de 6 meses para después de ese tiempo regresar a titularme y volver a la empresa, sin embargo, aunque no estaba titulado, realicé el mismo trabajo que los demás ingenieros ya titulados, por último, el horario de trabajo era de las 7:00 a las 17:00 horas de lunes a viernes, cubriendo un horario de trabajo de tiempo completo.

## 1.4 Antecedentes del área de trabajo

Una de las ramas de la ingeniería es el diseño el cual es un proceso iterativo, trabaje particularmente en diseño mecánico, el libro diseño en ingeniería mecánica de Shigley lo describe como:

*“Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse.*

*El diseño es un proceso innovador y altamente iterativo. También es un proceso de toma de decisiones”*<sup>[4]</sup>

Menciono esto ya que el trabajo que realicé fue principalmente en diseño mecánico, para poder realizar dicho proyecto fue necesario dominar ciertas herramientas informáticas en las cuales tuve un intensivo entrenamiento de un mes para poder dominarlas, entre los programas que aprendí a utilizar para poder desempeñar un correcto trabajo están:

PTC creo parametric el cual es un software de diseño para aplicaciones 3D es decir es un software de CAD, CAM, entre las herramientas que aprendí de este software están: Modelado 3D, modelado de superficies, diseño de chapa, ensamble tanto espacial como por coordenadas, diseño de planos e inclusive un poco de cableado.

Autodesk Simulation Mechanical, el cual es un software para la realización de análisis de elemento finito FEA por sus siglas en inglés, donde aprendí a realizar análisis de frecuencia, fatiga, dinámico y estático.

Aunque esos fueron programas para el diseño también aprendí a utilizar software empresarial para el ordenamiento y procesos de la empresa los cuales por confidencialidad no puedo revelar.

## Capítulo 2

### Definición del problema o contexto de la participación profesional

Como mencione en la introducción, mi labor en Grupo Chamberlain abarcó 4 trabajos fundamentales los cuales fueron:

- Proyecto de rediseño de cubierta interior del producto.
- Proyecto de productividad basado en transferencia de moldes.
- Migración de plataforma para organización de los proyectos.
- Resolución de problemas vinculados con la planta de producción.

A continuación, se procede a hablar de cada uno de ellos, aunque se le tomará mayor importancia al proyecto principal de diseño por ser el proyecto principal asignado.

## 2.1 Proyecto de rediseño de cubierta interior del producto.

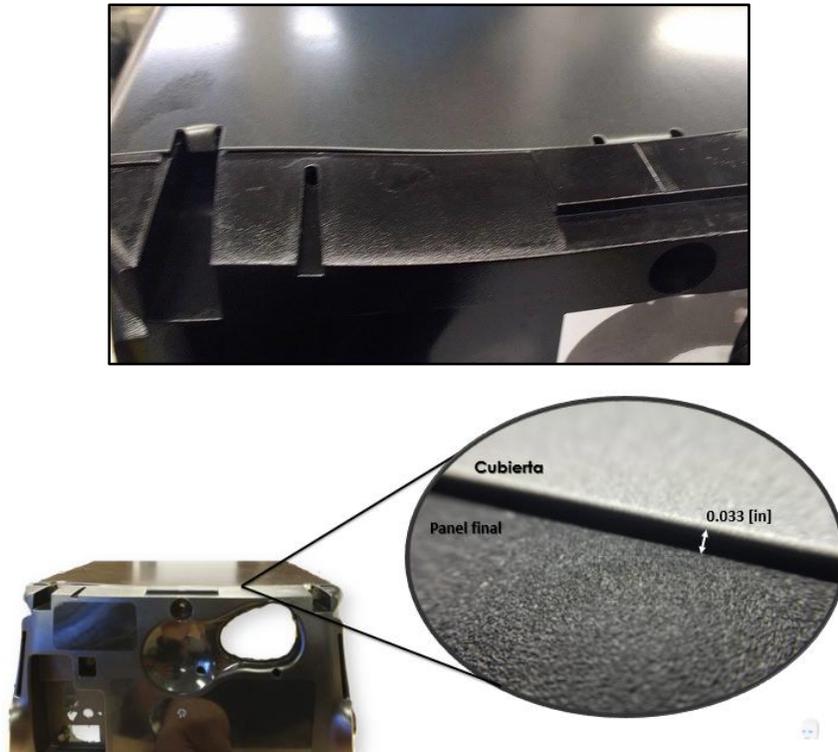
Al tratarse de un proyecto de diseño seguí una metodología la cual se describe en el capítulo siguiente (metodología utilizada) a continuación describiré el desarrollo de este proyecto siguiendo dicha metodología.

Como mencioné Chamberlain se dedica a realizar abridores de puertas de garaje (GDO) comercial (CDO) y perimetral (PAS) por sus siglas en inglés, en dos de los modelos de GDO (Figura 1), se presentó un problema, el cual se describe a continuación.



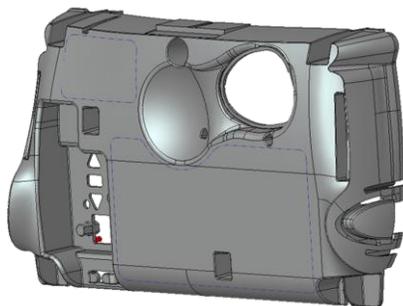
**Figura 1** “Abridores de puertas de garaje en los cuales trabajé”

El problema es que existía un espacio entre la cubierta y el panel final como se observa en la figura 2:

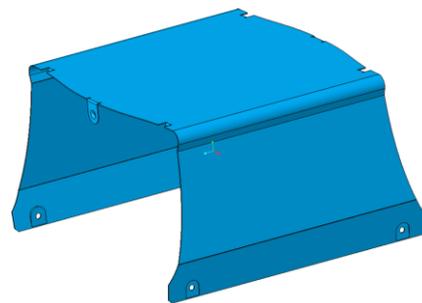


**Figura 2** “Espacio presentado en el GDO”

Cuando el motor entra en funcionamiento este espacio produce vibraciones entre la cubierta y el panel final, vibraciones que se traducen en ruido mismo que fue reportado por el usuario, además de que dicho espacio provoca una mala apariencia del producto, las partes involucradas son las siguientes.



**Figura 3** “Panel final”



**Figura 4** “Cubierta”

Esta queja del cliente ocasionó que las líneas de producción se detuvieran durante una semana en lo que se buscaba la forma de resolver el problema, ocasionando pérdidas monetarias considerables a la compañía.

La solución temporal a esta problemática fue el aparato mostrado en la figura 5.



**Figura 5** “Aparato para resolver temporalmente el espacio libre en el producto”

La función de este aparato es que durante el ensamblado fuerza una interacción entre la cubierta y el panel final mientras se les coloca el único tornillo que los une, tratando así de disminuir al máximo el espacio libre entre ellos, sin embargo, si bien este aparato fuerza dicha interacción no soluciona el problema completamente ya que sigue existiendo un hueco entre las partes involucradas una vez que son retiradas del aparato, por lo que fue mi trabajo resolver este problema.

Como se señala en el apartado siguiente para resolver este problema se tuvieron especificaciones a considerar las cuales fueron:

- Principalmente eliminar el espacio libre entre la cubierta y el panel final, el cual causa las vibraciones y por ende el ruido.
- No modificar la apariencia externa del producto, ya que ese diseño exterior es una característica del producto y sería muy difícil que el departamento de marketing aprobara un cambio externo en el producto.

- Ahorrar el mayor material posible ya que al realizar una cantidad considerable de productos diariamente, el simple hecho de agregar un tornillo implica un considerable gasto anual.
- Modificar lo menos posible la manufactura de las partes involucradas ya que la fabricación de un dado en el proceso de forjado o la creación de nuevos moldes en el proceso de moldeo resulta en un gran gasto, por lo que lo más sensato era hacer una pequeña modificación ya sea al dado o a los moldes ya existentes.
- Por último, se pidió cambiar lo menos posible el proceso de ensamblado en la línea de producción.

Una vez considerando dichas especificaciones se procedió a la generación de conceptos lo cual cabe recalcar fue especialmente difícil ya que lograr que dos partes permanezcan juntas cuando no hay nada de donde se sostengan y donde no se debe modificar la apariencia externa del producto fue una tarea donde, aunque pensé muchas ideas la mayoría de ellas no eran viables ya que había que considerar el proceso de manufactura y muchas veces, aunque la idea y el diseño son buenos, no es posible realizar la manufactura de las partes involucradas o es demasiado costoso.

Finalmente tuve 3 conceptos las cuales se presentan a continuación.

## 2.1.1 Conceptos de diseño

### Primero concepto de diseño

Agregar pequeñas pestañas a la cubierta de tal manera que forzaran una interacción entre esta y el panel final como se muestra en la figura 6.

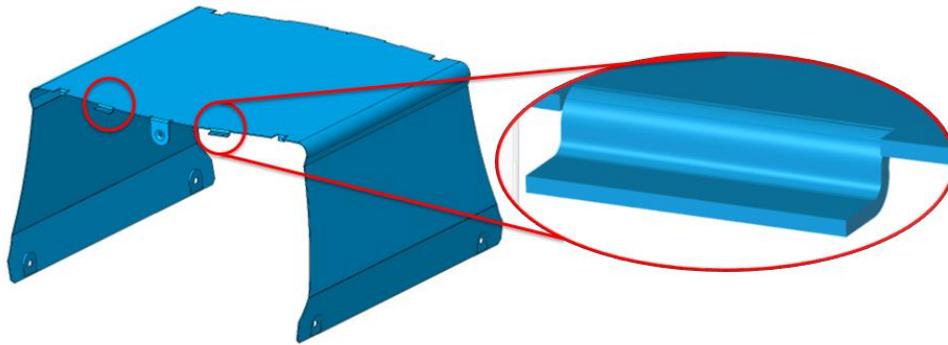


Figura 6 “Primer concepto de diseño”

Para que esta idea funcione se le debe eliminar un poco de material al panel final, como se observa.

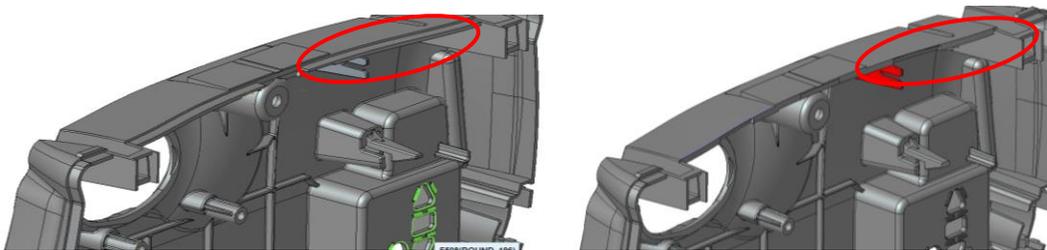
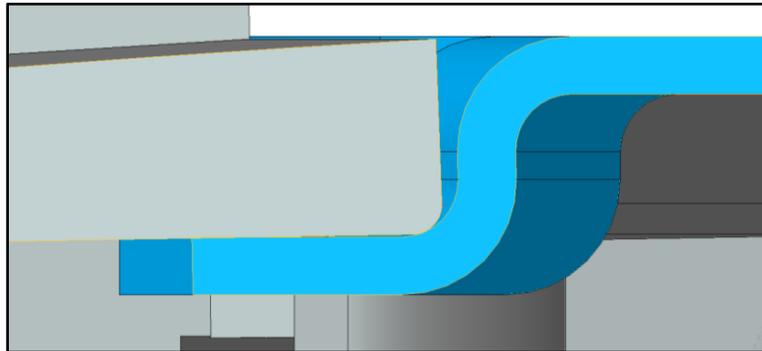


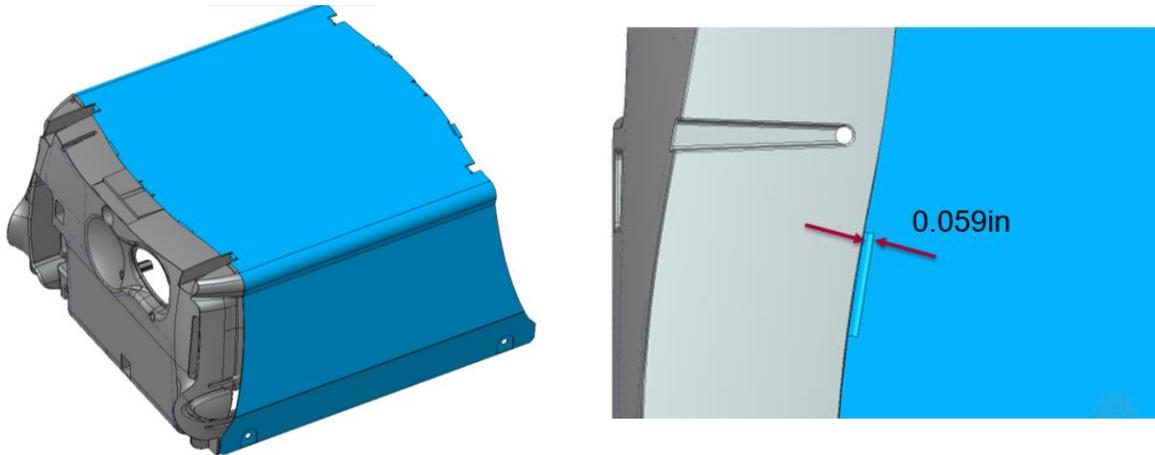
Figura 7 “Antes y después del material necesario a remover para implementar el 1er concepto de diseño”

La idea de este primer concepto es que esa pequeña pestaña se coloque debajo del panel final para que se fuerce una interacción como se muestra en la vista seccional de la siguiente figura.



**Figura 8** “Idea de funcionamiento del primer concepto”

Finalmente, el modelo tridimensional ensamblado quedaría como se observa en la figura 9.



**Figura 9** “Modelo ensamblado del primer prototipo”

## Segundo concepto de diseño

Una vez desarrollado el primer concepto de diseño, pensé en otro concepto que, aunque parecido, su función era diferente ya que, a pesar de que se agregarían de nuevo dos pestañas a la cubierta, la interferencia sería diferente, la nueva propuesta de diseño de la cubierta se muestra en la siguiente figura.

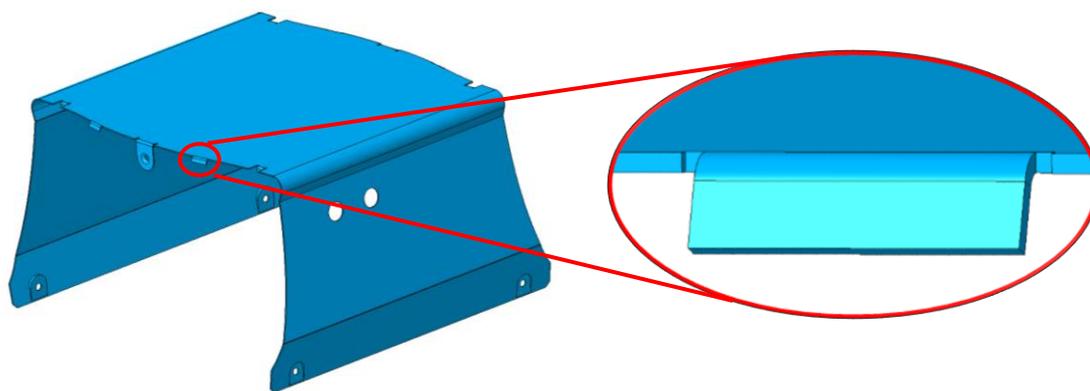


Figura 10 “Segundo concepto de diseño”

Además, en esta segunda propuesta, el panel final tendría una pequeña modificación para permitir que la apariencia externa del producto no cambie, la modificación es como se observa:

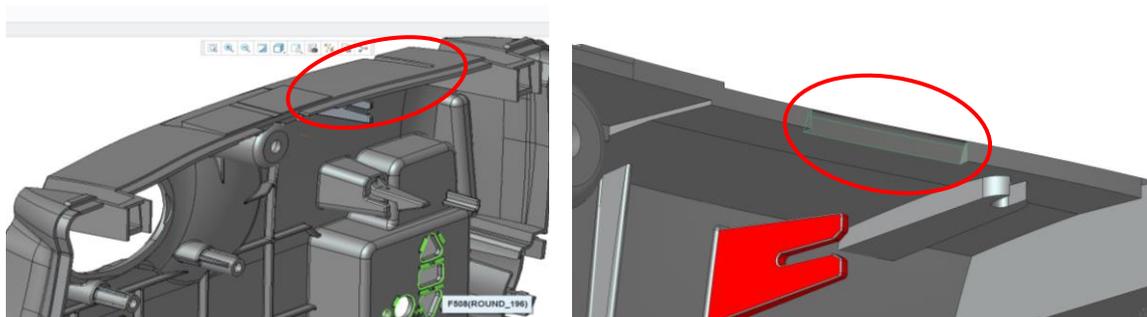
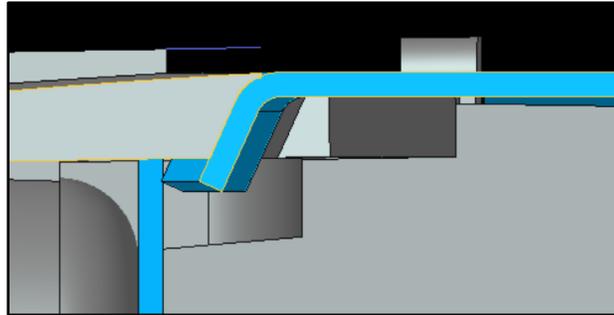


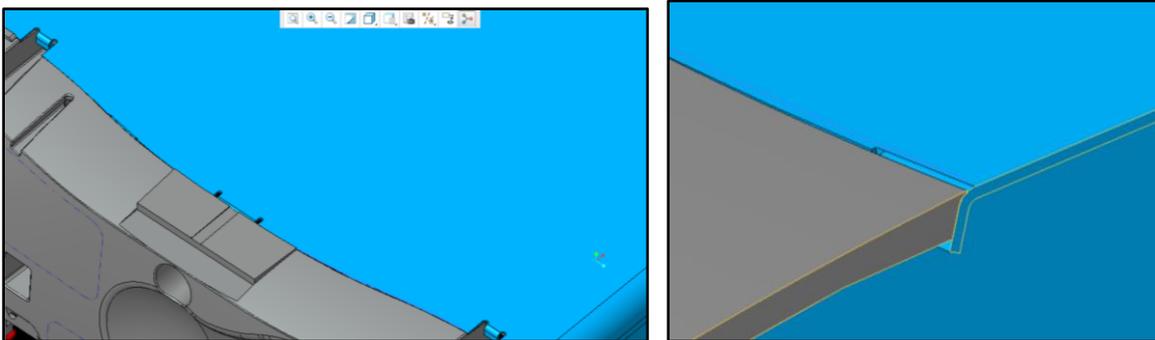
Figura 11 “Antes y después de la modificación del panel final”

La idea de funcionamiento asegura que, al ensamblarse, la pestaña entre en contacto forzoso con el panel final, como se observa en la imagen siguiente.



**Figura 12** “Imagen seccional de la interacción de partes del segundo concepto de diseño”

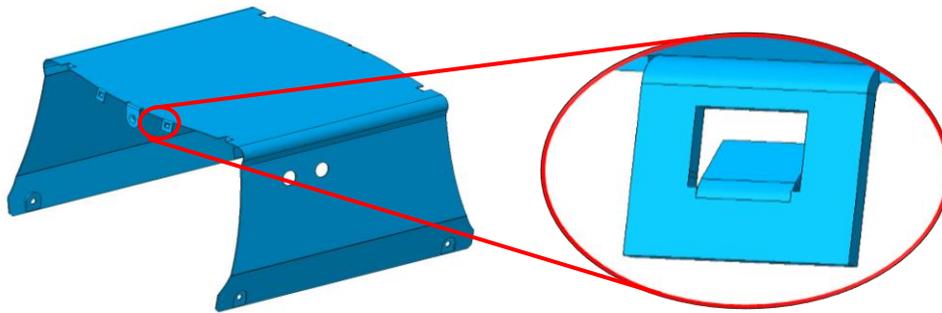
Finalmente, el modelo tridimensional ensamblado quedaría como se observa en la siguiente figura:



**Figura 13** “Modelo ensamblado del segundo concepto de diseño”

## Tercer concepto de diseño

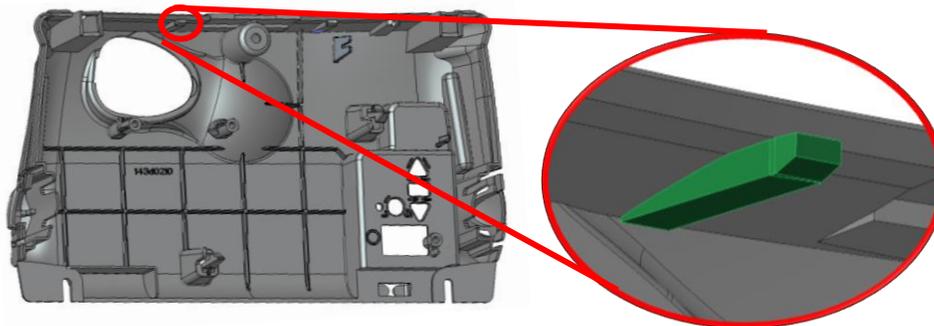
Ya que, aunque los dos anteriores conceptos de diseño aparentemente solucionaban el problema, nada garantizaba su funcionamiento en un 100% así que pensé en una solución que aseguraba solucionar el problema en su totalidad, el diseño fue el siguiente:



**Figura 14** “Tercer concepto de diseño de la cubierta”

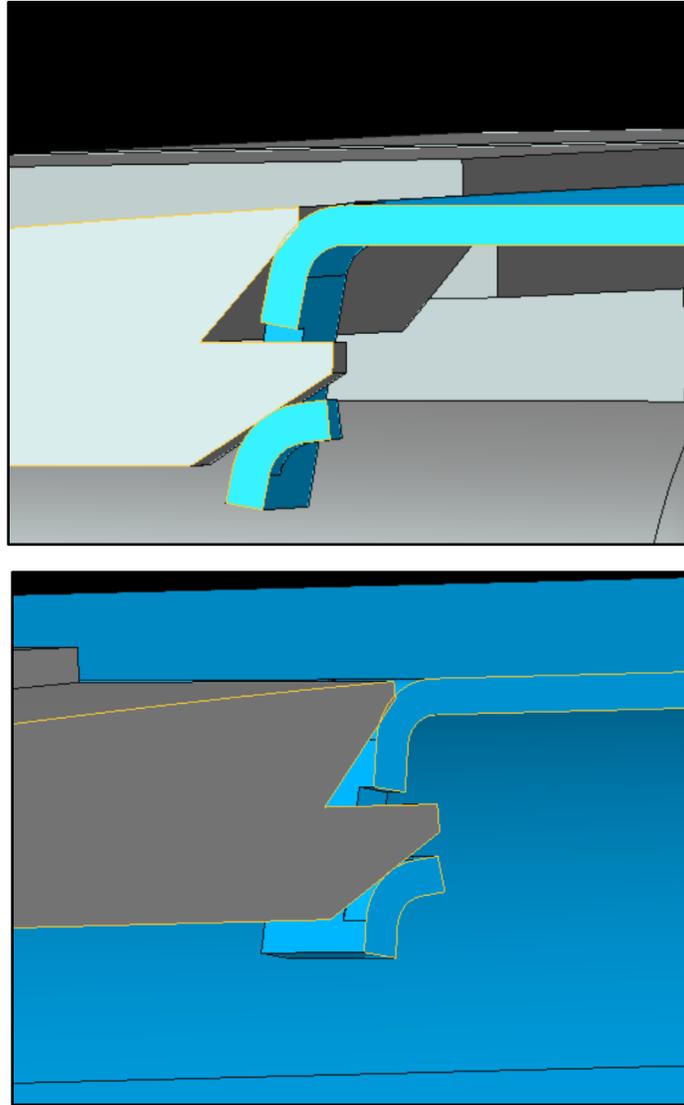
Como se puede observar este tercer concepto es más complejo que los dos anteriores, sin embargo, al realizarlo consideré que, si bien era complejo, si era posible realizar la manufactura ya que es posible realizar un dado de estampado que dejé la forma como la de la figura 14.

La modificación del panel final para realizar este 3er concepto de diseño se muestra en la figura 15, que como se puede observar, es compleja debido a la forma, sin embargo, al observar el proceso por el cual se lleva a cabo el moldeo de la pieza me di cuenta que era posible realizarse.



**Figura 15** “Tercer concepto de diseño del panel final”

La idea de funcionamiento de este concepto es agregarle al 2do concepto de diseño una modificación que fuerce siempre la interacción entre los dos componentes como se observa en las imágenes de la figura 16.



**Figura 16** “Vista seccional del tercer concepto de diseño”

## Selección de conceptos de diseño

Después de generar todos estos conceptos procedí a evaluarlos tomando en cuenta sus pros y contras de cada uno como se muestra en la tabla 1 mostrada a continuación.

Evaluación de diseños			
	Pros	Contras	Criterio
1er diseño	Posiblemente elimina el espacio libre. No modifica el aspecto externo.	Modifica las dos partes involucradas.	Aprobado
2do diseño	Posiblemente elimina el espacio libre. No modifica el aspecto externo. Manufactura fácil de realizar.	Modifica las dos partes involucradas.	Aprobado
3er diseño	Elimina el espacio libre. No modifica el aspecto externo.	Manufactura muy complicada. Modifica las dos partes involucradas.	Aprobado

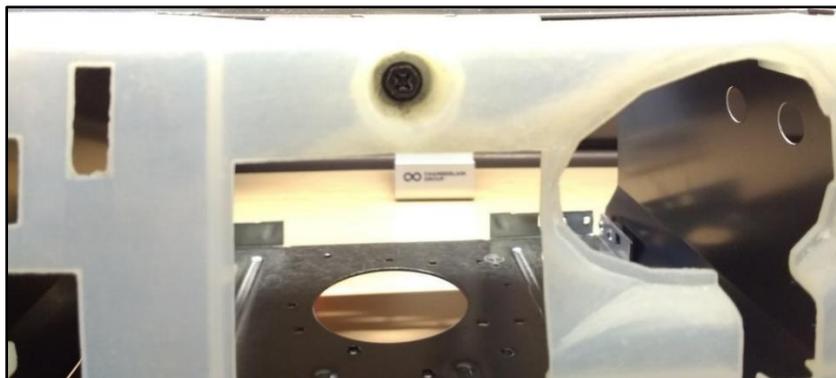
**Tabla 1** “Evaluación de los distintos conceptos de diseño”

Después de evaluar los conceptos se procedió a probarlos para esto fue necesario la realización de prototipos, esto fue en especial tardado debido a la burocracia necesaria para la elaboración de los prototipos incluso cabe recalcar que el encargado del departamento de manufactura al observar los diseños dijo que eran muy difíciles de realizar y prácticamente me dijo que no se podría por el tiempo que tomaría realizarlos, por lo que tuve que realizar una especie de guía donde especificaba paso a paso como realizar cada uno de los diseños, además de que tuve que estar presente en la realización de los diseños e ir guiando a los maquinistas para la correcta realización de los prototipos, tarea en la que debí ganarme el respeto de esas personas ya que no es fácil para ellos recibir órdenes de una persona tan joven y debido a la alta carga de trabajo que tienen debía realizar los prototipos en el menor tiempo posible.

## 2.1.2 Manufactura de conceptos de diseño

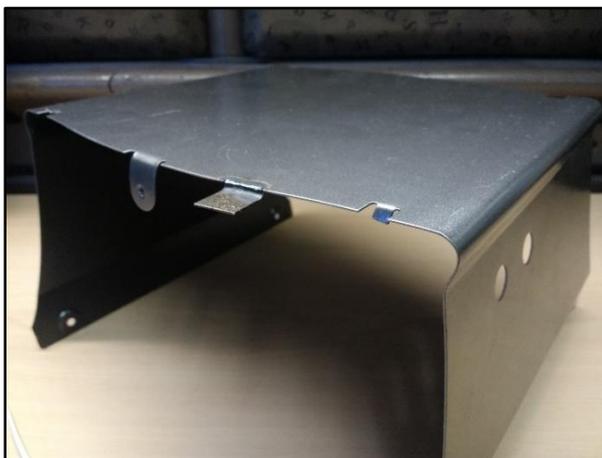
### Manufactura del primer concepto de diseño

Como se mencionó anteriormente para la realización de los conceptos fue necesario realizar una guía para el maquinista de cómo realizar este prototipo, para la modificación del panel final al ser material plástico era posible realizar una impresión 3D sin embargo dada la cantidad de material utilizado y el costo elevado del mismo observé la necesidad de realizar una maniobra para imprimir la menor cantidad posible de material sin afectar la funcionalidad del mismo el resultado fue el siguiente:



**Figura 17** “Impresión 3D 1er prototipo del panel final”

Mientras que el resultado de la manufactura de la cubierta quedo como se muestra en la figura 18:



**Figura 18** “Manufactura de la cubierta del 1er concepto de diseño”

Sin embargo, aunque este prototipo ya cumplía su objetivo, en la empresa como en la universidad aprendí que la presentación importa, por lo que procedí a pulir el prototipo, el resultado fue el siguiente:



**Figura 19** “Prototipo mejorado del 1er concepto de la cubierta”

El resultado al ensamblar ambas partes fue el siguiente:

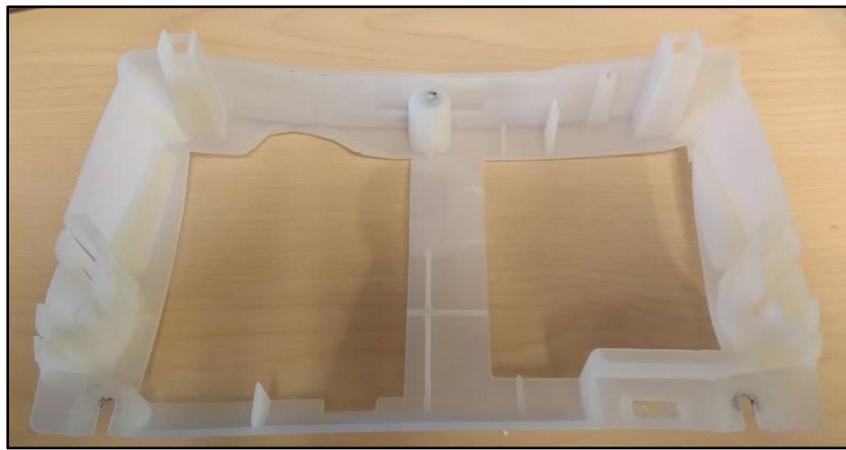


**Figura 20** “Ensamble primer concepto de diseño”

Como se puede observar del lado izquierdo donde está el cambio no existe espacio libre y del lado derecho donde no hubo modificación alguna sigue existiendo dicho espacio, resolviendo de esta manera el problema principal.

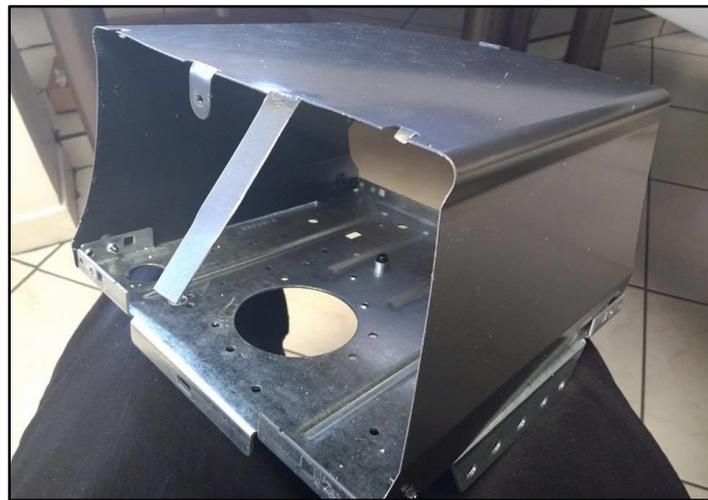
## Manufactura del segundo concepto de diseño

Para la manufactura del segundo concepto del panel final igualmente fue necesario realizar una impresión 3D sin embargo esta vez se removió material para ahorrarlo de una forma más estética, el resultado fue el siguiente:



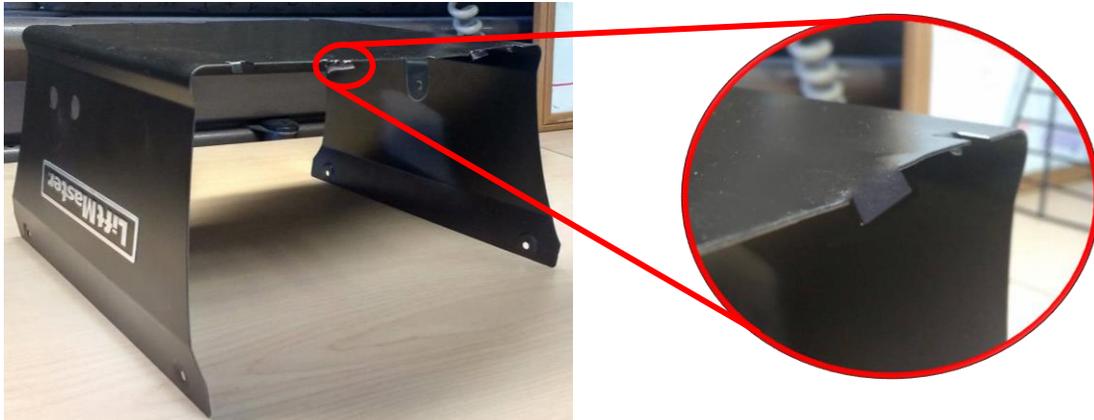
**Figura 21** “Impresión 3D del segundo prototipo del panel final”

Para la realización de la cubierta de nuevo fue necesario realizar una guía, el resultado del segundo concepto de diseño de la cubierta es el siguiente:



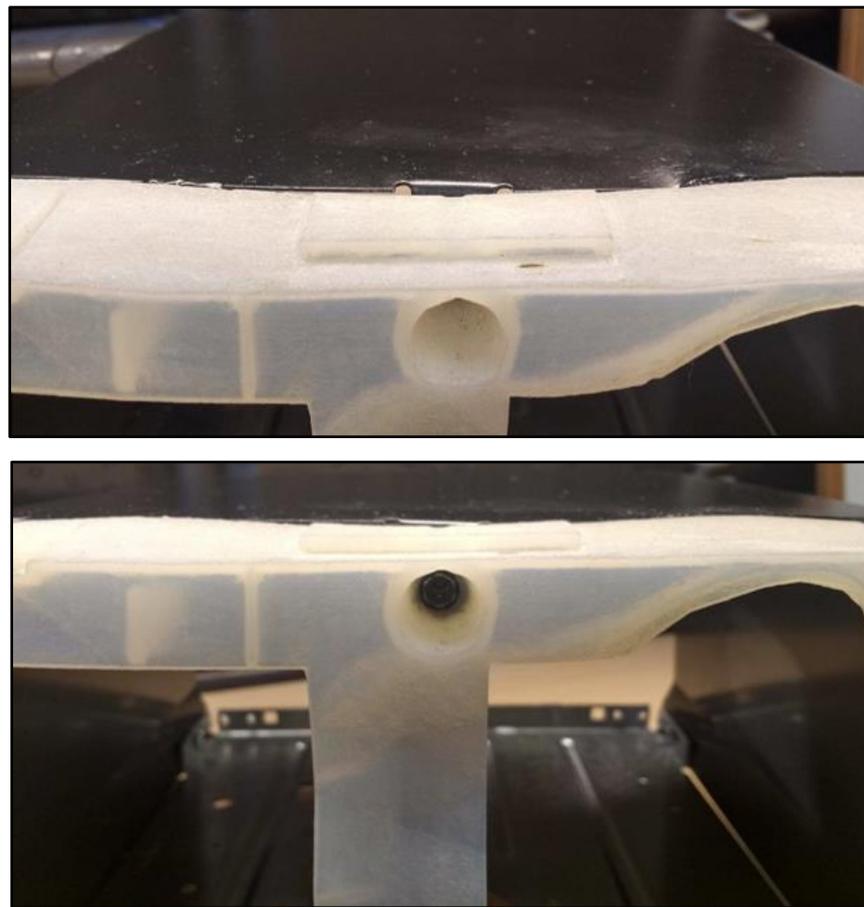
**Figura 22** “Manufactura 2do concepto de la cubierta”

Así mismo mejoré la apariencia del prototipo pintándolo y etiquetándolo para una mejor presentación de mi trabajo, el resultado fue el siguiente:



**Figura 23** “Prototipo mejorado del 2do concepto de diseño de la cubierta”

Finalmente, el resultado al ensamblar ambas partes fue el siguiente:



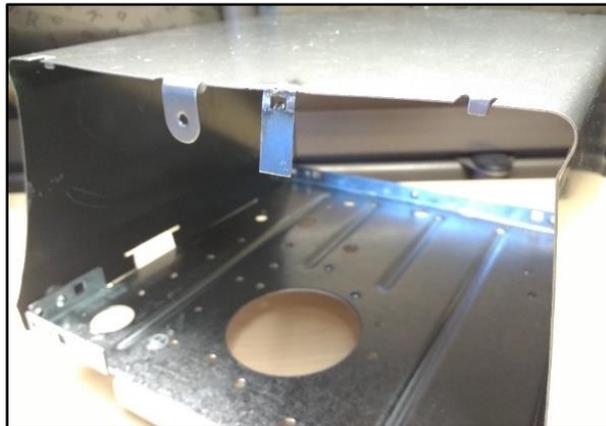
**Figura 24** “Ensamble segundo concepto de diseño”

Y como se puede observar no existe espacio libre entre ambas partes, verificando que se resuelve el problema principal.

## **Manufactura del tercer concepto de diseño**

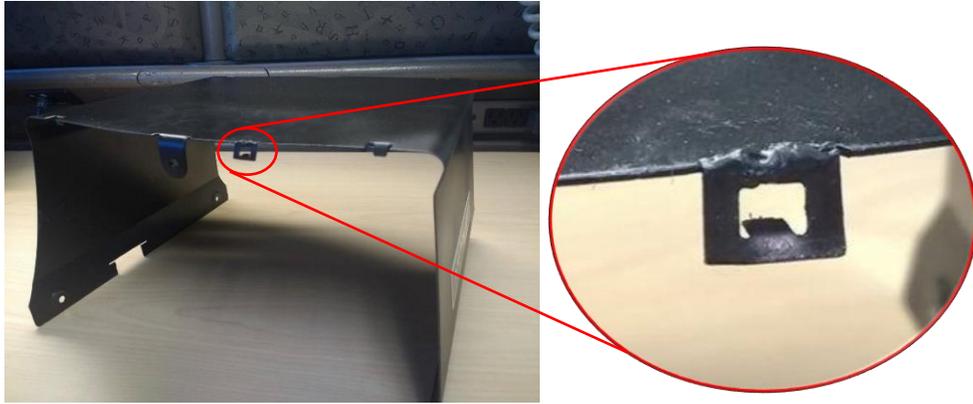
Para la realización del tercer concepto de diseño del panel final se terminó el material de impresión 3D por lo que tenía que esperar alrededor de 1 mes en lo que llegaba nuevo material, lo que se me ocurrió para solucionar este problema fue con el poco material que quedaba en la impresora, imprimir únicamente la pequeña perturbación que se le agregaba al panel final y pegarla a un panel final de los que se usan en producción.

Realizar el prototipo de la cubierta fue más difícil en comparación con los anteriores diseños, sin embargo, después de ingeniármelas el resultado final fue gratificante como se observa.



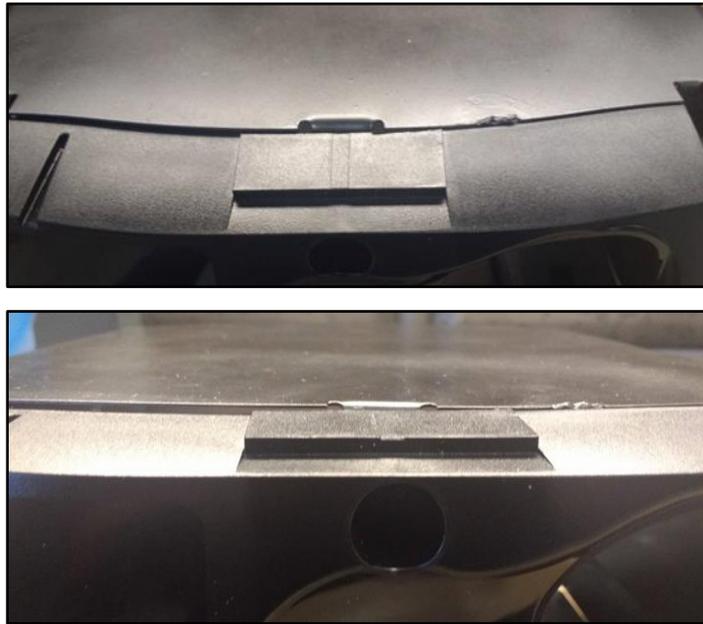
**Figura 25** “Manufactura 3er concepto de diseño de la cubierta”

Se puede ver mal pero después de pintarlo y recortarlo el resultado final fue el que se observa en la figura 26.



**Figura 26** “Prototipo mejorado del 3er concepto de la cubierta”

El resultado al ensamblar ambas partes es el siguiente:



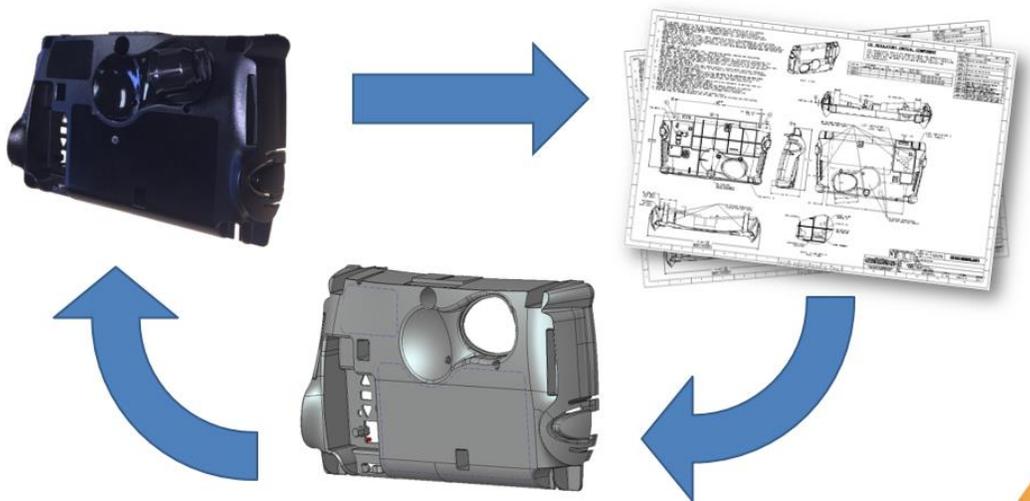
**Figura 27** “Ensamble tercer concepto de diseño”

Como se observa del lado izquierdo donde no existe modificación, sigue existiendo espacio mientras que del lado derecho donde está la modificación ya no existe dicho espacio.

Así fue como los prototipos fueron realizados, a estas alturas se debía presentar el trabajo realizado a los vicepresidentes en la planta matriz de Chamberlain ubicada en Ouk Brook, Illinois, por lo que en la sección de resultados se presenta los resultados de este trabajo.

## 2.2 Proyecto de productividad con base en transferencia de moldes.

Este proyecto se manejó a la par con el anterior, no obstante, se trató de un proyecto de productividad donde de realizarse con éxito se tendrían ahorros significativos para la empresa, el proyecto trató de una transferencia de moldes de inyección de plástico a otro proveedor por lo que era necesario estar seguros de que la pieza física, el modelo 3D en el sistema y el plano con las medidas tuvieran la misma forma y medidas, ya que algunas veces se realizaba algún cambio en una de ellas pero no en el resto y de existir dicho caso el proveedor podría entregar partes incorrectas.



**Figura 28** “Pieza física, modelo 3D y plano a comparar en el proyecto de productividad”

Para realizar este proyecto tuve que revisar alrededor de 30 números de parte, la manera de realizar este trabajo fue.

1. Solicitar las piezas físicas.
2. A partir del modelo 3D en el sistema realicé el plano de la figura para comparar medida con medida con el plano que se encontraba en el sistema.
3. Si encontraba alguna discrepancia verificar con la pieza física y tomar nota de cuál era la medida real.

Aunque al principio se me otorgó un vernier digital para realizar las medidas, al finalizar el trabajo, mi jefe dijo que no podía estar verificando medidas de la pieza física con un vernier digital, ya que su precisión y exactitud no eran determinantes, por lo que tuve que pedirle al departamento correspondiente que realizará las medidas físicas para tener mejor certeza de las dimensiones que no concordaran entre el plano y la pieza física, este hecho resulto ser demasiado tardado ya que a la fecha de mi separación de la empresa, aunque los presioné, el departamento no ha entregado las medidas correspondientes.

Este proyecto si bien fue relativamente sencillo me llevo un tiempo considerable culminarlo ya que tuve que verificar todas las dimensiones muy minuciosamente, ya que entregar una medida errónea a los nuevos proveedores significaría que ellos realizarían un molde incorrecto, lo que resulta muy costoso, además para el equipo del departamento de sustaining este proyecto era un poco más importante que los otros en los que trabajé debido al ahorro involucrado.

## **2.3 Migración de plataforma para mejor organización de los proyectos**

Ya que no se me permite dar información acerca de los procedimientos de la empresa solo mencionaré a grandes rasgos lo que realicé, hubo una migración de plataforma para estandarizar los procesos de los proyectos, la nueva plataforma servirá para tener una mejor gestión operativa de proyectos, mi trabajo fue crear la estructura en la nueva plataforma para los proyectos de mantenimiento y productividad para así tener un mejor orden de en qué fase se encuentra un proyecto y así poder revisar si se realiza correctamente ya que en la anterior plataforma prácticamente todo simplemente se iba agregando a una carpeta sin un orden lo que hacía difícil dar seguimiento a los proyectos.

Después de crear dicha estructura en la plataforma para los proyectos existentes y ya que es la primera vez que se implementó esta nueva plataforma fue necesario realizar primero con el departamento de sustaining, (para que de funcionar se implementará en todas las demás áreas de la empresa), trasladar todos los proyectos activos de la anterior plataforma a la nueva, la realización de este trabajo me trajo agradecimientos de gerentes de la compañía ya que realizar este trabajo era una tarea tardada y donde de equivocarme podría haber retrasos con algunos proyectos.

## 2.4 Resolución de problemas vinculados con la planta de producción.

Como mencione anteriormente trabaje en el departamento de mantenimiento por lo que algunas veces en las que tenía que esperar que me entregaran piezas o fecha para maquinados, los miembros del equipo me asignaban trabajos como los que describiré a continuación.

1. Un cable se estaba dañando debido a que el espacio donde debía pasar no era suficiente como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 29** “Cable dañado por falta de espacio”

Antes de trabajar en Chamberlain para resolver este problema simplemente hubiera hecho el agujero más grande, sin embargo, en el proceso de diseño existen métodos como el de realizar un análisis de tolerancias, el cual se encarga de asegurar que, aunque estén presentes las peores condiciones de tolerancias, aun así, no exista problema alguno, el análisis realizado se presenta en la tabla 2.

Análisis de tolerancias				Máximo
				Nominal
				Mínimo
Diseño Actual	093C0141 Carcasa	217A0188 Cable	Interferencia	
Condición máxima de material	0.050	0.073	-0.023	
Nominal	0.055	0.068	-0.013	
Condición mínima de material	0.060	0.063	-0.003	
Diseño Propuesto				
Condición máxima de material	0.085	0.077	0.008	
Nominal	0.090	0.068	0.022	
Condición mínima de material	0.095	0.063	0.032	

Tabla 2 “Análisis de tolerancias”

Como se observa en el análisis se distingue que en el primer caso se realizó la medida de la carcasa sin tomar en cuenta las tolerancias, una vez que realice este análisis de tolerancias se prosiguió a realizar el prototipo correspondiente, el cual quedo de la siguiente manera.



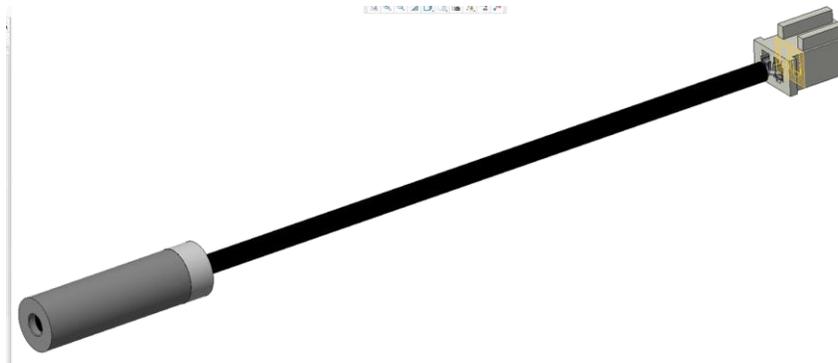
Figura 30 “Prototipo 1er problema de mantenimiento”

Una vez hecho el análisis y el prototipo era necesario realizar un análisis de potenciales modo de fallas, para saber que podría fallar de realizarse este cambio, ya que era un cambio relativamente sencillo lo peor que podría pasar al realizar el cambio es que al cable al ya no estar restringido por la carcasa podría regresarse al interior de la carcasa, o que las tolerancias fallaran

ocasionando que el cable se dañara, para terminar con el análisis de potenciales modo de falla corroboré con el prototipo que el cable siempre permanecería en su lugar sin regresarse al interior de la carcasa y con el análisis de tolerancias corroboré que el cable nunca se dañaría debido a tolerancias. Por supuesto verifiqué que el accesorio no se utilizara en condiciones de humedad ya que de utilizarse en dichas condiciones por ejemplo hubiera tenido que realizar pruebas de resistencia al agua, a la oxidación etcétera.

Una vez hechos todos estos pasos, solo faltaba realizar los cambios en los modelos 3D y planos, cosa que realicé sin problema alguno, hasta aquí termina mi labor, para implementar el cambio deben pasar varias etapas que ya no me tocó observar.

**2.-** Otro problema de mantenimiento que me toco realizar era que en el sistema hacía falta el modelo 3D de una parte que ya se usaba en producción, esto no es posible por lo que tuve que resolver este problema, para esto tuve que contactar con la gerente de proveedores de Chamberlain en China para que me facilitara la hoja de especificaciones de dicha parte, una vez teniéndolo tuve que realizar el modelo 3D que se ve a continuación.



**Figura 31** “Dibujo 3D de pieza faltante en sistema”

También tuve que realizar el plano de esta pieza el cual se muestra en la figura 32.

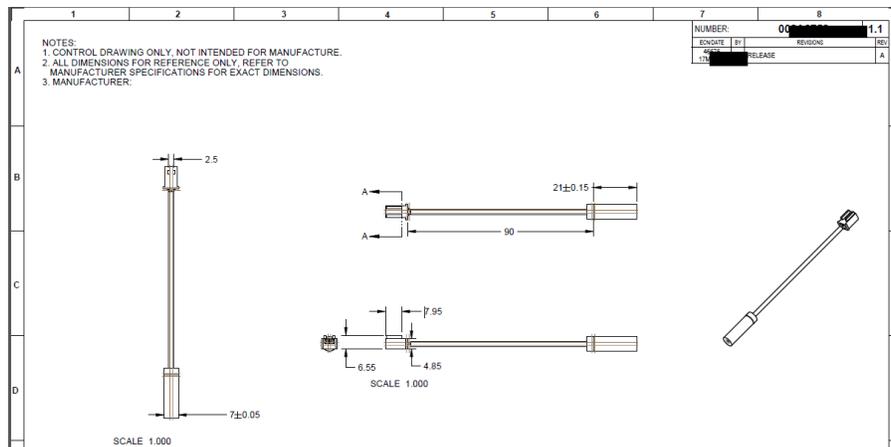


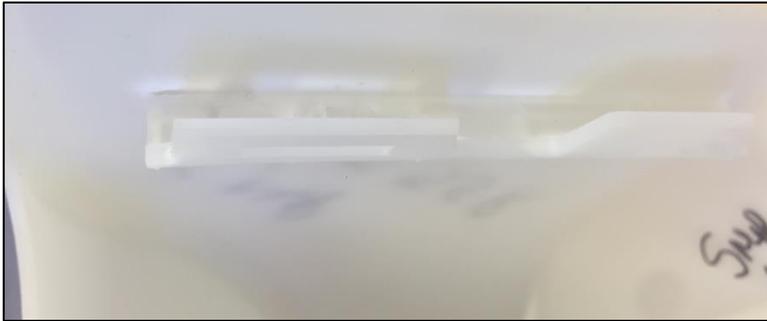
Figura 32 “Dibujo del plano de pieza faltante en sistema”

Una vez hecho esto procedí a subir dichos dibujos al sistema y finalmente cerrar el proyecto.

Aunque aquí hablo de lo que realicé y luce sencillo en la realidad surgen más problemas ya que a mí solo me llega la notificación de que falta un número de parte, es mi trabajo buscar que dicha parte exista y solicitarla, la gerente en china no respondía los correos, cuando me envió las especificaciones no coincidían con el producto físico que se tenía en la planta y no hay forma de hablarle debido a la diferencia de horarios, y una vez teniendo todo verificar que número de parte usa el proveedor así como explicar porque dicha parte no se tenía en el sistema e informarme si se debía subir toda la pieza como un número de parte o cada uno de sus componentes por separado.

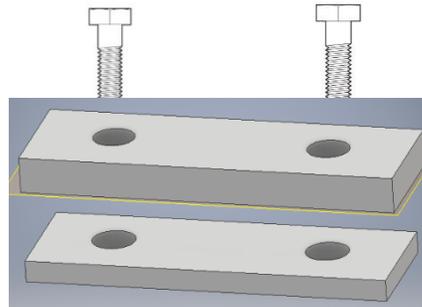
Estos fueron dos de los proyectos en los que trabajé solo, tuve participación en ayudar a resolver otros problemas como, por ejemplo:

**3.-** Un problema se presentaba en la cubierta del foco debido a la transportación de los GDO dicha cubierta de los focos se ponía blanca (como se observa en las imágenes de la figura 33), lo que le daba mal aspecto al producto, varios ingenieros propusimos ideas para solucionarlo ya que se tornaba grave, y esas ideas en conjunto ya se implementaron, sin embargo, las lidero otro ingeniero.



**Figura 33** “Daño debido a transportación”

4.- Otro problema era que dos tornillos tenían que pasar a través de dos círculos y dos placas como en la figura.



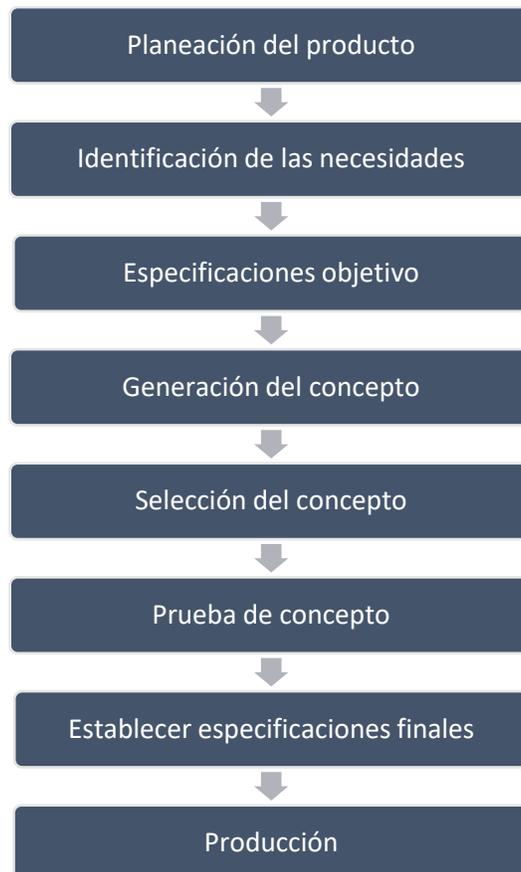
**Figura 34** “Análisis de tolerancias en dos placas”

Aquí un ingeniero realizó un análisis de tolerancias tanto para los tornillos como para las placas que debían estar encimadas, yo realicé el mismo análisis para verificar sus resultados para tener un resultado más confiable, ya que realizar un análisis de tolerancias no siempre es tan fácil como el que describí en el ejemplo 1 de problemas relacionados con la planta de producción.

# Capítulo 3

## Metodología utilizada

La metodología que utilicé para guiarme en el proceso de diseño la retomé del libro “Diseño y desarrollo de productos”<sup>[5]</sup> de Karl T. Ulrich el cual describe las fases del diseño como:



Cabe aclarar que solo en raras ocasiones el proceso avanza en forma puramente secuencial, completando cada actividad antes de empezar la siguiente. En la práctica, las actividades iniciales se pueden traslapar en tiempo y con frecuencia se hace necesaria la iteración. En casi cualquier etapa, puede descubrirse nueva información u otros resultados que pueden hacer que el equipo se detenga para repetir una actividad anterior antes de continuar. Además, todas estas tareas se llevan a cabo considerando análisis económico, con la comparación de productos de la competencia y con la construcción y prueba de modelos y prototipos.

A continuación, se procede a presentar de forma resumida cada una de las fases de diseño antes mencionadas, además de como aplicó todas estas al proyecto de rediseño de cubierta del producto.

**Planeación del producto:** Identifica la cartera de productos a ser desarrollados por la organización y la coordinación en tiempo para su introducción al mercado, el proceso de planeación considera oportunidades de desarrollo del producto identificadas por muchas fuentes, de entre estas oportunidades, se selecciona una cartera de proyectos, se programa en tiempo el proyecto y se asignan recursos. [5]

En el caso de mi trabajo en Chamberlain este paso no fue necesario ya que el producto ya había sido planeado con anterioridad y mi trabajo se enfocó en las siguientes fases de diseño.

**Identificación de las necesidades:** El objetivo de esta actividad es entender las necesidades del cliente y comunicarlas en forma efectiva al equipo de desarrollo. [5]

En el caso de mi trabajo en Grupo Chamberlain las necesidades del cliente se dieron en forma de queja, ya que como se mencionó previamente en el proyecto principal, al existir un espacio libre entre la cubierta y el panel final, y al motor accionarse este provocaba que existieran vibraciones y por ende un molesto ruido el cual fue reportado.

**Especificaciones objetivo:** Las especificaciones dan una descripción precisa de lo que el producto tiene que hacer. Son la traducción de las necesidades del cliente. Los objetivos de las especificaciones se establecen claramente en el proceso y representan las expectativas del equipo de desarrollo. [5]

En el caso de mi proyecto las especificaciones fueron claras

- Principalmente eliminar el espacio libre entre la cubierta y el panel final el cual causa las vibraciones y por ende el ruido.
- No modificar la apariencia externa del producto, ya que ese diseño exterior se hizo con el trabajo de muchas personas y sería muy difícil que el departamento de marketing aprobara un cambio externo en el producto.
- Ahorrar el mayor material posible ya que al realizar una cantidad considerable de productos diariamente, el simple hecho de agregar un tornillo se convierte en un gran gasto anual.
- Modificar lo menos posible la manufactura de las partes involucradas ya que la fabricación de un dado en el proceso de forjado o la creación de nuevos moldes en el proceso de moldeo resulta en un gran gasto, por lo que lo más sensato era hacer una pequeña modificación ya sea al dado o a los moldes.
- Por último, se nos pidió cambiar lo menos posible el proceso de ensamblado en la línea de producción.

**Generación de conceptos:** Consiste en explorar en su totalidad el universo de conceptos de producto que puedan abordar las necesidades del cliente. Un concepto por lo general se expresa como un bosquejo o como un modelo tridimensional aproximado y a veces es acompañado por una breve descripción conceptual. [5]

En el trabajo desarrollado en Chamberlain se tuvieron alrededor de 10 conceptos de diseño, sin embargo, solo 3 de ellos se consideraron para realizar un modelo tridimensional.

**Selección del concepto:** Es el proceso para evaluar conceptos con respecto a las necesidades del cliente y otros criterios, comparando los puntos relativamente fuertes y débiles de los conceptos, y seleccionando uno o más de éstos para su posterior investigación, prueba o desarrollo. [5]

En cuanto a mi proyecto tuve que evaluar en base a las especificaciones requeridas para seleccionar que conceptos podrían ser llevados a cabo y ya que siempre tuve presentes dichas especificaciones los 3 conceptos de diseño que realicé cumplieron la mayoría de las especificaciones, sin embargo, fue en la presentación final a los vicepresidentes donde seleccioné un solo concepto el cual fue el segundo concepto de diseño debido a que cumplía con todas las especificaciones de diseño.

**Prueba de conceptos:** En una prueba de concepto, el equipo de desarrollo solicita una respuesta a una descripción del concepto del producto,

que provenga de clientes potenciales del mercado objetivo. La prueba de conceptos también está estrechamente relacionada con la construcción de prototipos. [5]

En el caso de mi trabajo la prueba de conceptos se llevó a cabo con la realización de prototipos para ver si estos cumplían con las especificaciones.

**Establecer especificaciones finales:** Las especificaciones que originalmente eran sólo objetivos expresados como amplios rangos de valores son ahora refinadas y se hacen más precisas. [5]

Esta fue la etapa final en el caso de mi trabajo en Chamberlain donde después de revisar todas las especificaciones se eligió el mejor concepto de diseño, el cual fue el segundo concepto de diseño anteriormente descrito.

**Producción:** En esta actividad final del desarrollo del concepto, el equipo crea un programa detallado en desarrollo, concibe una estrategia para reducir al mínimo el tiempo de desarrollo e identifica los recursos necesarios para completar el proyecto. [5]

Por el tiempo que estuve en la empresa ya no alcancé a desarrollar esta parte del diseño.

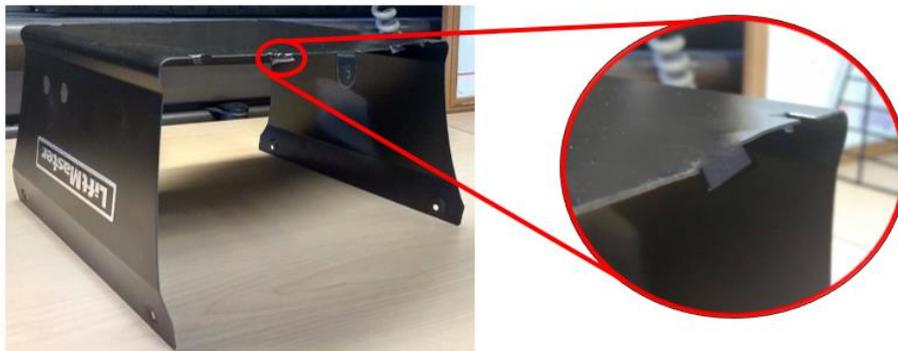
## 3.1 Resultados

En la parte final de mi estancia en la empresa se tenía que presentar a los vicepresidentes de la compañía en Illinois, Estados Unidos los resultados del trabajo realizado, cabe resaltar que dicha presentación fue 100% en inglés.

Esta presentación para mi jefe era de vital importancia ya que presentaba el resumen de todo el trabajo realizado a lo largo de los 6 meses.

Considerando la aprobación y felicitación de los vicepresidentes de la compañía como un parámetro para medir el resultado de este trabajo evaluaría que realicé un excelente trabajo, a continuación, presento los resultados de cada proyecto.

Con respecto al proyecto de rediseño de cubierta interior del producto, el que cumplía mejor con las especificaciones requeridas es el segundo concepto (prototipo mostrado en la siguiente imagen) ya que además de resolver el problema del espacio libre, los cambios en la manufactura no eran significativos, no se alteraba la apariencia externa del producto y no se alteraba el proceso de ensamblado.



**Figura 35** “Mejor propuesta de diseño”

Respecto al proyecto de productividad a base de transferencia de moldes, si bien no se culminó, la parte que realicé fue en efecto de ayuda para que una vez que el departamento entregue las medidas de las piezas físicas faltantes, simplemente se proceda a la transferencia de los moldes.

Respecto a la migración de plataforma para organización de los proyectos, para los vicepresidentes de la compañía fue el proyecto más importante ya que fue una tarea ardua y donde de cometerse errores sería complicado volver a organizar todos los proyectos, por lo que cabe decir que esta tarea la realicé de manera muy minuciosa por lo que no cometí error alguno.

En la cuarta tarea que fue la resolución de problemas vinculados con la planta de producción logré resolver eficazmente todos los problemas subiendo al sistema los cambios realizados y logrando que se implementaran todos los cambios que realicé, además de que mi cooperación para resolver problemas entre varios ingenieros siempre fue valiosa.

Finalmente cumplí mi objetivo de poner en alto el nombre de la universidad ya que mi actitud y compromiso siempre se vieron reflejados en mi trabajo, de tal manera que cuando llegué a la empresa no sabían si volverían a contratar alumnos de la facultad de ingeniería, pero gracias al buen trabajo realizado por mí y mis compañeros de la facultad, a últimas fechas decidieron que si contratarían a más alumnos de la facultad.

## 3.2 Epílogo

El presente informe resume mi trabajo profesional realizado durante un lapso de seis meses en la empresa Grupo Chamberlain concernientes a ingeniería en diseño mecánico.

Realizar el desarrollo de este trabajo me permitió complementar mi formación académica y personal además de que aprendí la forma de trabajo y organización de una empresa global líder en su ramo.

Durante el tiempo que trabaje en la empresa desarrolle cuatro tareas fundamentales que fueron:

Rediseño de la cubierta interior de un sistema de acceso residencial donde propuse distintos diseños mismos de los que realicé los prototipos funcionales los cuales cumplían con las especificaciones requeridas en su totalidad.

Proyecto de productividad con base en transferencia de moldes, donde ayudé a la empresa a tener un ahorro de USD 300,000 anuales verificando las dimensiones y forma de 30 componentes que se realizan bajo el método de moldeo en plástico.

Implementación de la estructura de una nueva plataforma para que los proyectos del departamento de sustaining y productividad tuvieran una estructura homogénea y una organización ya que antes se carecía de dicho ordenamiento.

Resolución de problemas vinculados con la planta de producción, donde realicé mejoras a distintos productos, y ayudé a resolver otras tantas concernientes de igual manera a diseño mecánico.

En todas estas tareas siempre tuve en mente los objetivos de realizar el trabajo de la manera más eficiente, y en tiempo, donde debido a que mi trabajo algunas veces dependía de algunas personas aprendí a persuadir y llamar para exigir las cosas para que el trabajo se hiciera de la manera más rápida posible.

Finalmente, la presentación de mi trabajo a los vicepresidentes de la compañía me dejó un gran aprendizaje ya que en gran parte tenía que demostrar porque seguir contratando alumnos de la UNAM.

Por lo que concluyo que cumplí con los objetivos que me propuse durante la estancia en la empresa ya que además de recibir felicitaciones de los vicepresidentes por mi trabajo, aunque a mi llegada a la empresa había dudas sobre seguir viniendo a contratar a alumnos de la UNAM, al final de mi estancia y de mis compañeros de la facultad decidieron que si valía la pena seguir viniendo hasta México para reclutar a jóvenes estudiantes de ingeniería de la UNAM.

### 3.3 Referencias

- [1] UNAM, Facultad de ingeniería, licenciatura ingeniería mecatrónica (2017, 10, 20) [Online]. Disponible en: [http://www.ingenieria.unam.mx/-programas\\_academicos/licenciatura/mecatronica.php](http://www.ingenieria.unam.mx/-programas_academicos/licenciatura/mecatronica.php)
- [2] T. Wadsworth, (2017, 09, 15), The first comprehensive history of the American garage door industry Pag 46 [Online] Disponible en [http://www.dasma.com/articles/feature/GarageDoorHistory\\_Fall2014.pdf](http://www.dasma.com/articles/feature/GarageDoorHistory_Fall2014.pdf)
- [3] From the pages of history The Chamberlain Group, Inc. (2017, 09, 18) [Online]. Disponible en [http://www.dasma.com/pdf/publications/pages\\_ofhistory/chambrlspr2003.pdf](http://www.dasma.com/pdf/publications/pages_ofhistory/chambrlspr2003.pdf)
- [4] Budynas G. Richard, Nisbett J. Keith, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, McGrawHill Interamericana, México, 2008.
- [5] Ulrich T. Karl, Eppinger D. Steven. Diseño y desarrollo de productos, McGra Hill 4ta edición, México 2009.