



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL EN HONDURAS ELECTRICAL DISTRIBUTION SYSTEMS

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21441269 CRISTIAN DAVID CISNEROS SORTO

ASESOR: ING. ALBERTO CARRASCO

CAMPUS SAN PEDRO SULA, ENERO, 2020

DEDICATORIA

Este trabajo está dirigido a mis padres María Anarda Sorto y José Osman Cisneros, quienes con mucho esfuerzo me han apoyado en todas las etapas académicas y de mi vida, sin ellos no hubiese sido posible alcanzar este logro.

RESUMEN EJECUTIVO

La práctica profesional se realizó en la empresa Honduras Electrical Distribution System (HEDS), también conocida como *Kyungshin Lear*, en la cual se aplicaron los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Mecatrónica. Esta empresa se dedica a la fabricación de arneses eléctricos, para el uso de distintos modelos de automóviles, al igual que esta empresa tiene sus propias pruebas eléctricas para los arneses, en las cuales se mide la continuidad eléctrica en cada uno de los cables presentes en el arnés. Durante el tiempo de práctica profesional dentro de la empresa, se desempeñó la plaza de Ingeniero de diseño, en el departamento de mantenimiento, específicamente en el área de *crimping*, en la planta Yojoa, para el cual, en las principales actividades se utilizó el software de diseño 3D *SOLIDWORKS*, y así fue como se diseñaron los planos de vistas explosionados de las herramientas más importantes de los troqueles *Heavy duty*, así como también se realizaron sus respectivas listas de materiales y datos de pruebas realizadas a los circuitos de baterías y *checklist*.

Palabras claves: *Troquel, crimping, heavy duty, arnes eléctrico, planos.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	1
II.	Generalidades de la Empresa.....	2
	2.1 Descripción de la Empresa.....	2
	2.1.1 Misión.....	2
	2.1.2 Visión.....	2
	2.1.3 Valores.....	2
	2.2 Descripción del Departamento.....	3
	2.3 Objetivos Puesto.....	3
	2.3.1 Objetivo General.....	3
	2.3.2 Objetivos Específicos.....	3
III.	Marco Teórico.....	4
	3.1 Industria Arnesera.....	4
	3.2 Análisis de la situación actual.....	4
	3.3 Hyundai.....	5
	3.4 Lear Corporation.....	6
	3.4.1 Seis Sigma.....	6
	3.4.2 Uscar 21.....	6
	3.5 SolidWorks.....	7
	3.6 Prensas.....	7
	3.6.1 Prensas Mecánicas.....	8
	3.7 Variadores de frecuencia.....	9
	3.8. Mantenimientos.....	10

3.9 Circuitos	10
3.9.1 Estructura de un circuito.....	10
3.10 Arnés Eléctrico.....	11
3.10.1 arnés de piso	12
3.10.2 arnés de Bolsa de Aire	12
3.10.3 arnés Frontal.....	13
3.10.4 arnés Principal.....	14
3.11 Troquel.....	14
3.11.1 Troquel <i>Heavy Duty</i>	15
3.12 Herramientas del Troquel.....	16
3.12.1 <i>Conductor Punch y Conductor Anvil</i>	16
3.12.2 <i>Insulation Punch e Insulation Anvil</i>	17
3.12.3 <i>Insert</i>	17
3.13 Planos de troquel.....	18
3.13.1 Hoja de TIR.....	18
3.13.2 <i>Bill of Materials</i>	18
3.13.3 Vista explosionada troquel en general.....	19
3.13.4 Checklist	19
IV. Desarrollo	20
4.1 Semana 1	20
4.1.1 calibración de los troqueles	20
4.1.2 Mantenimiento de Prensa.....	21
4.2 Semana 2.....	21

4.1.2 Diseño de herramientas.....	21
4.3 Semana 3 y 4.....	22
4.3.1 Diseño de planos.....	22
4.3.2 Diseño de Vistas explosionadas.....	23
Fuente: (elaboración Propia)	23
4.3.3 Rectificado de Herramientas.....	23
4.4 Semana 5.....	24
4.4.1 Asignación de trabajo a personal técnico.....	24
4.5 Semana 6 y 7.....	25
4.5.1 Cumplimiento del <i>Checklist</i>	25
4.5.2 Cambio de Herramientas	25
4.5.3 Herramental intercambiado entre troqueles	26
4.5.4 asignación de troquel.....	26
4.6 Cronograma de Actividades.....	26
V. Conclusiones.....	28
VI. Recomendaciones.....	29
6.1 A la Empresa.....	29
6.2 A la Institución.....	29
VII. Bibliografía.....	30

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Honduras Electrical Distribution System.....	2
Ilustración 2: Exportación de arneses, en millones de dólares hasta el año 2007.....	5
Ilustración 3: Logo Hyundai	5
Ilustración 4: Logo Lear corporation.....	6
Ilustración 5: Logo <i>Solidworks</i>	7
Ilustración 6: Maquina Komax Alpha 560	8
Ilustración 7: Ejemplo de prensa en area de bateria	9
Ilustración 8: Variador de frecuencia electrónico.....	9
Ilustración 9: Circuito completo.....	11
Ilustración 10: Conexiones de Arnese dentro de automóvil.....	12
Ilustración 11: arnés de piso instalado.....	13
Ilustración 12: conexión arnés frontal.	13
Ilustración 13: conexión arnés principal	14
Ilustración 14: Troquel <i>Heavy Duty</i>	15
Ilustración 15: Ejemplo de troquel <i>mini die/coreano</i>	16
Ilustración 16: Proceso de <i>crimpado</i> del conductor.....	17
Ilustración 17: Ejemplo de vista explosionada	19
Ilustración 18: Diseño Conductor Punch.....	22
Ilustración 19: Vista explosionada herramientas especiales de troquel <i>heavy duty</i>	23
Ilustración 20: Cronograma de Actividades	27

GLOSARIO

Arnés Eléctrico: Conjunto de cables, terminales, conectores y distintos componentes más, que tienen como fin enviar una señal eléctrica de un punto a otro.

Terminal: Conductor al cual se unen los cables eléctricos para ser conectados fácilmente.

Crimpar: Procedimiento de empalme de cables, mediante herramientas.

Troquel: Molde metálico que se utiliza para dar forma al *crimpado* de las terminales.

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe describe cronológicamente las actividades en la empresa Honduras Electrical Distribution System, se detallarán las actividades ejecutadas durante este periodo de tiempo, como ser, mantenimientos preventivos de troqueles, así como *checklist* y asignación de troqueles.

Honduras Electrical Distribution System (HEDS), conocida también como *Kyungshin Lear*, se dedica principalmente a la fabricación de arneses eléctricos para automóviles, estos arneses eléctricos son un conjunto de cables eléctricos, los cuales se encargan de transmitir las señales eléctricas desde un punto del automóvil hacia otro, estos arneses están conformados por: los cables, cordones de cables, terminales, sellos, cinta aislante, conectores, conductos. Este conjunto de elementos es de vital importancia dentro de un automóvil, ya que se podría decir que estos son el sistema nervioso de los automóviles, por que conectan desde los sensores del automóvil hasta la antena del radio.

Las siguientes secciones del presente informe están relacionadas a las generalidades de la empresa, seguidamente del capítulo en el cual se habla a cerca de los conceptos teóricos que serán necesarios para comprender cada uno de los términos y procesos plasmados en el informe. Por último, encontraremos el capítulo en el cual se muestra el desarrollo de los trabajos realizados, la aplicación práctica de los conocimientos y la adquisición de nuevas experiencias.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Honduras Electrical System Distribution es una empresa la cual se dedica a la fabricación de arneses para automóviles, para las marcas Hyundai y Kia, para los modelos *Sorento*, *Optima* y *Telluride* de Kia, y *Santa Fe*, *Sonata* y *Elantra* para Hyundai, la empresa es una unión de dos empresas, *Kyungshin Corporation*, de procedencia coreana, y *Lear Corporation* de procedencia estadounidense, la empresa está ubicada en la 27 calle, 300 mts. Prolongación de la Felipe Zelaya, en el municipio de San Pedro Sula en el departamento de Cortés, y cuenta con un total de cinco plantas en total, en las que se utilizan dos de esas plantas para fabricar arneses para la marca Kia, y las tres restantes para la marca Hyundai.



Ilustración 1: Honduras Electrical Distribution System.

Fuente: (Kyungshin Lear, 2015)

2.1.1 MISIÓN

Lograr un excelente desempeño para nuestros clientes a través de una ejecución perfecta por una mano de obra sana y comprometida.

2.1.2 VISIÓN

Llegar a ser una organización guiada por el desempeño enfocado en nuestra gente y agregando valor a nuestros accionistas.

2.1.3 VALORES

- Lealtad
- Respeto
- Cliente

- Integridad
- Excelencia

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

La práctica profesional se realizó en el departamento de Mantenimiento de la empresa Honduras Electrical Distribution System, específicamente en el área de *crimping*, la cual esta dividida en 3 niveles, Coordinador, Supervisor y técnico.

2.3 OBJETIVOS PUESTO

El área de *crimping* es la encargada de validar que tanto el troquel utilizado, como las herramientas dentro del troquel sean las necesarias para que las terminales de los arneses cumplan con las especificaciones de presión sobre el cable eléctrico y su aislante, al igual que también se encarga de realizarle las pruebas tanto eléctricas, como mecánicas y ambientales a los cables de prueba, antes de liberar el proceso de fabricación hacia la planta.

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar los planos necesarios para la liberación de troqueles *heavy duty* hacia la planta.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Liberar planos de troqueles *heavy duty* hacia la planta.
- Realizar un *Checklist* a cada uno de los troqueles, a partir de los planos diseñados.
- Elaborar lista de componentes faltantes a comprar en base a los resultados de los *checklist*.
- Realizar mantenimiento a troqueles *heavy duty*

III. MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se estarán presentando los conceptos teóricos más importantes para un entendimiento más claro acerca de los temas relacionados a la práctica profesional. Así como también se definirán el proceso y pruebas por los que pasan los arneses, desde el momento de aprobación de los troqueles necesarios para la fabricación de los circuitos, hasta el armado final de cada familia de arnés eléctrico.

3.1 INDUSTRIA ARNESERA

La industria automotriz es la pionera al momento de realizar innovaciones que son transformadas al momento de organizar el proceso de la producción manufacturera (Mortimore & Barron, 2005). Igualmente se considera como un sector innovador en el área de la tecnología y contribuye principalmente al dinamismo de la economía mundial. La industria automotriz afecta positivamente a la economía de los países ya que esta genera una gran cantidad de empleos, al igual que se desarrollan proveedores locales, y se modernizan las tecnologías (Maldonado, 2005).

La industria arnesera es la encargada de proporcionar todo el cableado eléctrico de un automóvil, a las empresas de fabricación de automóviles. Los arneses solamente representan el 1% del valor de un automóvil (Carrillo & Hinojosa, 2001), sin embargo los arneses son las partes más cruciales de los automóviles, ya que se podría decir que son el sistema nervioso, ya que se encargan de enviar las señales eléctricas, desde la señal de la antena de radio, hasta la señal de sensores para las bolsas de aire.

3.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Esta industria de arneses tiene a México como el principal exportador mundial, ya que más del 70% de las exportaciones provienen de dicho país, y en conjunto con China y Filipinas dominan la exportación de arneses sin embargo Honduras ha ganado lugar posicionándose como el segundo máximo exportador desde el 2005 (Orellana, 2007).

La industria maquiladora en Honduras ha estado en constante evolución desde sus inicios en el país en el año 1987, esta industria ha contribuido a la generación de miles de empleos, los

principales rubros de maquilas en el país son la textil, tabaco, alimenticio, automovilístico, y últimamente ha aumentado el rubro de los *call centers*, sin embargo, la industria automovilístico o arnesera crece cada vez más, al punto en el que se fabrican arneses para automóviles, yates, protectores eléctricos. La mayor parte de este rubro en el país es de procedencia estadounidense en un 38.6%, asiático 17%, nacional 30% mixto 12% y 2% de otros países(Orellana, 2007).

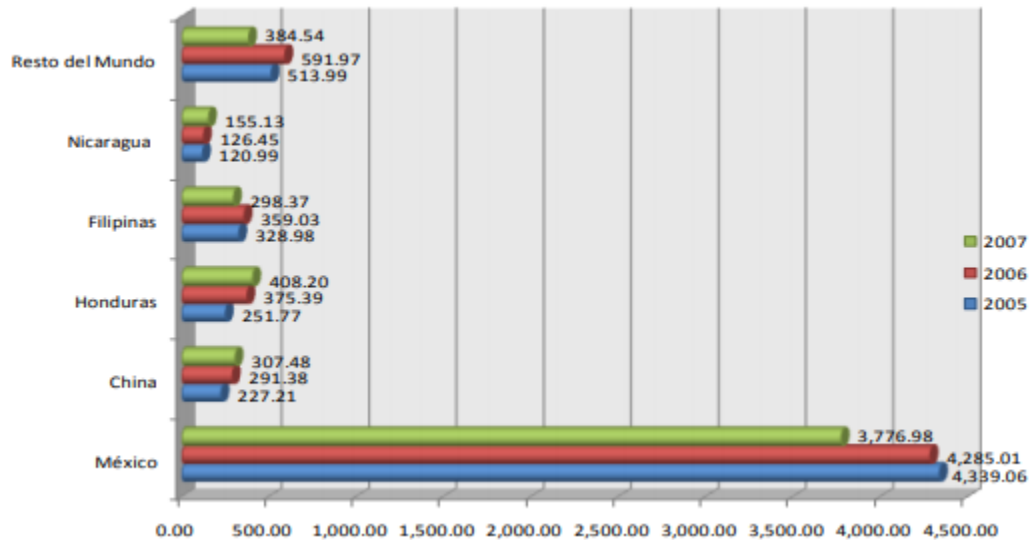


Ilustración 2: Exportación de arneses, en millones de dólares hasta el año 2007.

Fuente: (Orellana, 2007)

3.3 HYUNDAI

Hyundai Motor Company es de los mayores fabricantes de automóviles del mundo, su sede principal está ubicada en Corea del Sur, esta empresa ocupó el 10° lugar en el ranking mundial OICA en el 2007, debido a sus excelentes calificaciones en *JD Power*, que mide el desempeño de los autos y agrado de sus automóviles con respecto a los clientes, esta empresa fabrica automóviles desde subcompactos hasta automóviles de lujo(Hyundai Motors, 2020).



Ilustración 3: Logo Hyundai

Fuente: (Hyundai Motors, 2020)

3.4 LEAR CORPORATION

Lear Corporation es una empresa estadounidense la cual se dedica a la fabricación de asientos automovilísticos y sistemas electrónicos, además cuenta con sedes en 39 países, la empresa busca ser una empresa proveedora de sistemas automovilísticos interior, como ser, los asientos pisos, tablero entre otros(LEAR CORPORATION, 2020).



Ilustración 4: Logo Lear corporation

Fuente: (LEAR CORPORATION, 2020)

3.4.1 SEIS SIGMA

Esta es una herramienta que la empresa utiliza en la enseñanza para la continua mejora, esta es una metodología para la mejora de procesos, la cual se centra en la reducción de la variabilidad de estos, logrando así eliminar defectos, y fallas en la finalización de los productos dando lugar así a una mejor servicio al cliente, seis sigma tiene como objetivo llegar a un máximo de 3.4 defectos por cada millón de repetición en un proceso, en el cual se entiende como defecto dentro de la empresa en el cual un circuito no cumple los requisitos impuestos por el cliente(Vázquez, 2005).

3.4.2 USCAR 21

La *USCAR 21* Rev. A, son los lineamientos que la empresa toma en cuenta al momento de realizar los estudio y pruebas al momento de para el *crimpado* de los distintos tipos de arneses que existe en la industria. Estos lineamientos se deben seguir estrictamente para garantizar el perfecto funcionamiento de los arneses, así como también para poder garantizar de cierta manera que los arneses fabricados podrán tener una vida útil extensa, al igual que se explican cómo se deben realizar de manera correcta dichas pruebas, actualmente existe versiones más recientes sin

embargo la empresa aun continua con la misma revisión debido a los excelentes resultados obtenidos a través de los años (SAE, 2014).

3.5 SOLIDWORKS

SolidWorks es un programa de diseño asistido por computadora (CAD), en el cual los usuarios pueden crear y simular modelos 3D, de cualquier cosa, al igual que puede simular situaciones complejas y así ayudar a los usuarios y comprobar el rendimiento de los diseños elaborados. *SolidWorks* es ampliamente utilizado en la empresa HEDS, ya que este es de gran ayuda al momento de visualizar como se comportarán las herramientas y así poder observar como las terminales obtendrán su acabado final, al igual que se utiliza para obtener una vista explosionada del armado de los troqueles (Dassaults Systems, 2020).



Ilustración 5: Logo Solidworks

Fuente: (Dassaults Systems, 2020)

3.6 PRENSAS

Las prensas son maquinas herramientas las cuales su característica principal es la de entregar enormes cantidades de energía, en forma de fuerza de manera controlada, las prensas tienen la capacidad de rápida producción ya que su momento de operación es el que necesita para dar una carrera a su ariete y el tiempo necesario para su alimentación, de igual forma se utilizan para la producción de grandes masas de productos (Groover, 2007). Las prensas utilizadas principalmente en la industria arnesera son las prensas mecánicas.

3.6.1 PRENSAS MECÁNICAS

Este tipo de prensas tienen principalmente un motor eléctrico el cual gira un volante de inercia el cual acumula la energía para ser entregado mediante su parte móvil como un acoplamiento y de esta manera se puede entregar de manera rápida para realizar así cortes, o estampados (Groover, 2007), uno de los principales proveedores de estas prensas, es la empresa HEDS, ya que esta provee de prensas completamente automáticas, y semiautomáticas, teniendo como principal maquinaria una Alpha 560 la cual hace todo el proceso desde el corte del cable, desforre del cable, aplicación de sellos, y crimpado de la terminal por ambos extremos del cable.

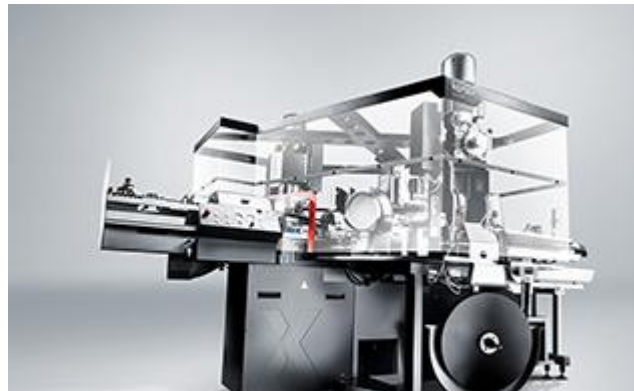


Ilustración 6: Maquina Komax Alpha 560

Fuente: (Komax, 2018)

Sin embargo, para el área de batería la maquinaria no es automática, debido al calibre de los cables con los que se trabajan en dicha área, y a la fuerza necesaria para poder crimpar las terminales con el cable. Para ambos casos de prensas se deben realizar tanto mantenimientos preventivos como correctivos durante la semana. De igual forma estas prensas trabajan con variadores de frecuencia.



Ilustración 7: Ejemplo de prensa en área de batería

Fuente: (Komax, 2018)

3.7 VARIADORES DE FRECUENCIA

Un variador de frecuencia es un dispositivo electrónico, el cual puede controlar completamente los motores eléctricos de inducción, mediante la frecuencia de alimentación suministrada, se centra principalmente al cambio de velocidad a medida se varia la frecuencia de tensión de alimentación (Álvarez, 2000).



Ilustración 8: Variador de frecuencia electrónico

Fuente: (Álvarez, 2000)

3.8. MANTENIMIENTOS

El objetivo de los mantenimientos es alargar la vida útil de maquinaria, en plantas industriales las cuales deben planificar los mantenimientos y así tener un control constante en la revisión de estos para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de los sistemas (García, 2012). Entre los tipos de mantenimiento que se dan en la empresa son el preventivo y correctivo.

El mantenimiento correctivo: es el conjunto de tareas designadas a corregir los problemas que se presentan en un momento en la maquinaria y los cuales se comunican al departamento de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo: es que el que tiene como objetivo mantener en prever las futuras fallas en los equipos mediante constantes revisiones en posibles puntos de mal funcionamiento de los componentes estos se realizan aun y cuando el equipo no hay dado alguna falla (García, 2012).

3.9 CIRCUITOS

Un circuito es una interconexión de componentes, ya sea conductores o semiconductores, que contiene al menos una trayectoria cerrada. Un circuito lineal es el que está conformado por componentes lineales como ser resistencias, inductores además de líneas de distribución como cables, este tipo de circuitos lineales son más fáciles de analizar y así observar cómo se comportan al aplicarles corriente alterna como directa, un circuito que contiene componentes electrónicos se les llama circuito electrónico, estos circuitos no son lineales y se necesitan diseños más complejos, así como también un análisis complejo (Maloney, 2006).

3.9.1 ESTRUCTURA DE UN CIRCUITO

En la fabricación de los arneses se necesitan distintos componentes o uniones, que podrían parecer iguales sin embargo cumplen un funcionamiento distinto, para poder formar un circuito, estos son: los nodos, las mallas, fuentes, conductores.

Los conductores en los arneses eléctricos son los hilos de cobre de los cables, los cuales tienen una resistencia tan baja que se desprecia, al igual que se utilizan para formar los circuitos, los

nodos son los puntos en los cuales dos o más conductores se unen, Las mallas son todos los caminos cerrados dentro del circuito eléctrico (Floyd *et al.* 2007).

3.9.1.1 TERMINAL ELÉCTRICA

Una terminal eléctrica es un dispositivo la cual se utiliza para unir circuitos eléctricos, estos pueden ser de manera temporal, o permanentes, y existen miles de tipos de terminales eléctricas y con tamaños distintos, dependiendo del uso que se les vaya a dar (Rodríguez, 2014).

En la industria arnesera se le conoce como circuito, a cada cable eléctrico, al cual ya se le ha añadido las terminales y sellos necesarios, para así seguir con el siguiente paso hacia la fabricación completa del arnés.

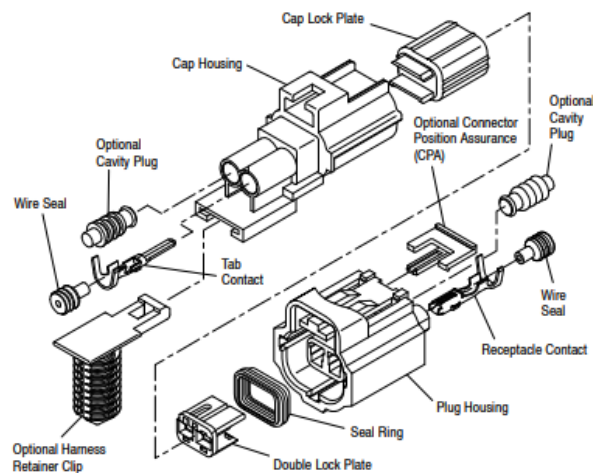


Ilustración 9: Circuito completo

Fuente: (Tyco 2011)

3.10 ARNÉS ELÉCTRICO

Un arnés eléctrico es el conjunto de circuitos los cuales contienen las terminales, conectores finales, clips, cinta aislante entre otros varios accesorios para que pueda ser instalado de manera más fácil y cómoda en la carrocería del automóvil (Moreno & Reyes, 2015). Sin embargo, todos estos arneses deben pasar por pruebas de continuidad entre otras, para así asegurarse de su buen

funcionamiento. Ya que estos deben transmitir de manera correcta las señales enviadas por los sensores del automóvil.



Ilustración 10: Conexiones de Arnese dentro de automóvil

Fuente: (Kyungshin, 2013)

3.10.1 ARNÉS DE PISO

Estos arneses están situados en parte inferior del automóvil, son estos los que se encargan de enviar las señales de los sensores en los asientos, bomba de combustible, baúl entre otros, hacia el arnés principal, al igual que se encarga de suministrar energía eléctrica, a otros componentes como los motores de los vidrios, así como también para alimentar las bocinas de sonido (Kyungshin, 2013).

3.10.2 ARNÉS DE BOLSA DE AIRE

Se podría decir que el arnés de bolsa de aire son los más sencillos, sin embargo, estos arneses son de los más importantes, debido a que estos son los encargados de la activación de las bolsas de aire del automóvil, al momento de que ocurra un accidente, estos transmiten la señal de activación de las bolsas de aire en menos de un segundo desde el momento de ocurrido el accidente.

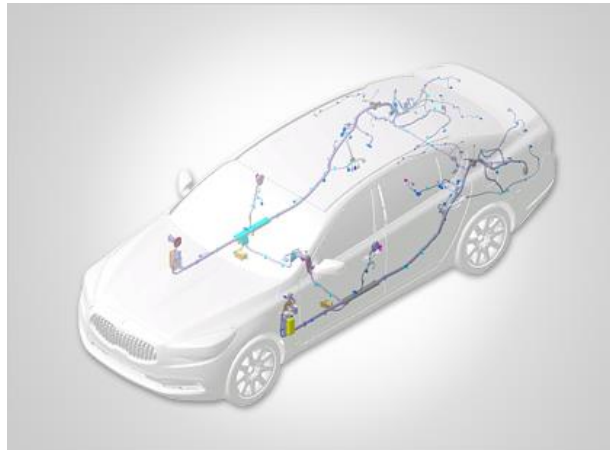


Ilustración 11: arnés de piso instalado

Fuente: (Kyungshin, 2013)

3.10.3 ARNÉS FRONTAL

Estos arneses son los encargados de toda la distribución de alimentación del tablero del automóvil como ser, el radio, luces de emergencia o luces de daño o mal funcionamiento de algún componente dentro del vehículo, a su vez alimentan eléctricamente los sensores de impacto de la parte frontal del automóvil, estos arneses están conectados alrededor del motor del automóvil (Kyungshin, 2013).

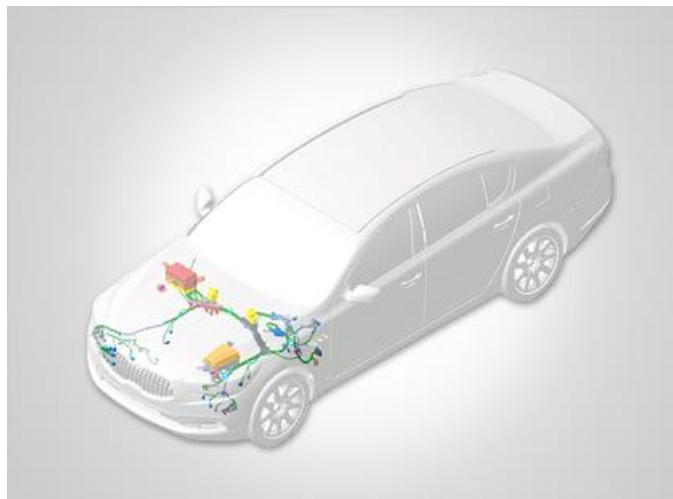


Ilustración 12: conexión arnés frontal.

Fuente: (Kyungshin, 2013)

3.10.4 ARNÉS PRINCIPAL

Estos son los arneses a los cuales las demás familias de arneses en el carro están conectadas unos con otros para completar la comunicación del automóvil además que da avisos de mal funcionamiento dentro del vehículo o por así decirlo es la computadora del automóvil (Carrillo, 2014).

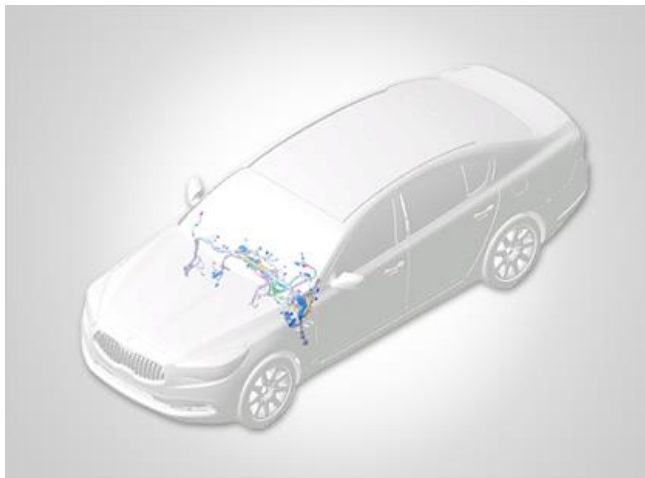


Ilustración 13: conexión arnés principal

Fuente: (Kyungshin, 2013)

3.11 TROQUEL

Los troqueles son estructuras metálicas las cuales, a base de presión, dan forma una forma específica a un objeto, en la industria arnesera, estos son utilizados para presionar las abrazaderas de una terminal y así hacer contacto con el cable eléctrico y con el aislante del cable, y dependiendo de la maquina y la función del cable, puede ser automatizado. Las herramientas más importantes para dar forma a la terminal son, el *conductor punch*, *conductor anvil*, *insulation punch*, *insulation anvil*.

Los troqueles utilizados en la empresa HEDS son los *heavy duty*, los mini die y troqueles coreanos, cada uno de estos se puede diferenciar tanto en la diferencia de tamaños de los *heavy duty* con los mini die y coreanos, al igual que la forma de alimentación, y forma de alimentación de terminales ya que algunos mini die y coreanos puede utilizar pistones neumáticos para la alimentación de terminales, y ser alimentados de manera automatizado, mientras que los *heavy duty* no utilizan pistones neumáticos y no pueden ser automatizados (Villar, 2009).

3.11.1 TROQUEL *HEAVY DUTY*

Principalmente los troqueles *heavy duty* son utilizados en la empresa HEDS para la fabricación de circuitos utilizados en la familia de batería, estos deben ser de gran tamaño debido al calibre utilizado en los cables para las baterías de los automóviles, a su vez estos no pueden ser automatizados al igual por el calibre de los cables, las terminales de estos son de mayor tamaño y necesitan de una mayor fuerza de presión para moldear las terminales de manera correcta (Pérez *et al.* 2014).



Ilustración 14: Troquel *Heavy Duty*

Fuente: Elaboración Propia.

3.11.2 Troquel *Mini Die/ coreano*

Los troqueles *mini die*, y coreanos son utilizados normalmente para todas las familias de arneses a excepción de la familia de los arneses para batería, estos troqueles tienen distintas características, siendo la más importante, la automatización de estos, ya que al trabajar con calibres de cables menores a los de las baterías, es más fácil cortar, desforrar y alimentar con terminales el troquel, a su vez alguno de estos pueden ser equipados con pistones neumáticos para la alimentación de terminales al troquel, o de una manera mecánica para su alimentación de terminales.



Ilustración 15: Ejemplo de troquel *mini die*/coreano

Fuente: Elaboración Propia

3.12 HERRAMIENTAS DEL TROQUEL

Las herramientas más importantes al momento del troquelado de las terminales son: *el conductor punch, conductor anvil, insulation punch, insulation anvil, e insert*, todas estas herramientas son las encargadas tanto de dar forma a la terminal, como también de mantener la terminal en posición y alineada al momento del troquelado. Las herramientas mencionadas en las siguientes secciones serán las utilizadas en troqueles *Heavy duty*, sin embargo, cumplen con las mismas funciones en troqueles coreanos y *minidie*.

3.12.1 CONDUCTOR PUNCH Y CONDUCTOR ANVIL

El *conductor punch* o punzón del conductor, es el encargado de *crimpar* las alas de la terminal al cable conductor de manera que este pueda hacer contacto de manera efectiva y así la terminal pueda transmitir la corriente eléctrica aplicada a través del cable, la altura del *crimpado* del conductor debe ser la adecuada, debido a que si el *crimpado* es demasiado alto, este podría quedar demasiado débil y no podrían hacer un correcto contacto con la terminal, mientras que un *crimpado* demasiado bajo, podría provocar que las alas pincharan o cortaran los hilos del cable, provocando así un mal funcionamiento del arnés. De igual forma esta herramienta es la encargada de dar forma al *crimpado* de las alas del conductor.

El *conductor anvil* o yunque del conductor, es la herramienta que tiene como función, mantener en posición las alas de la parte del conductor de la terminal, esta herramienta es importante ya que, si no es la correcta con respecto a su conductor punch, podría provocar deformidades en el *crimpado* de las terminales. (Tyco 2011)

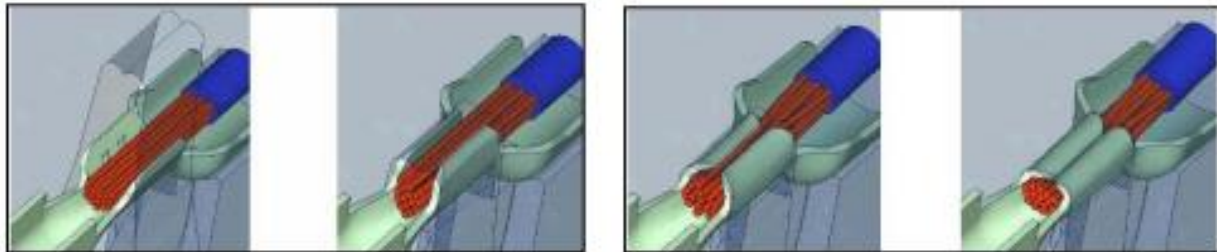


Ilustración 16: Proceso de *crimpado* del conductor

Fuente: (Pérez *et al.* 2014)

3.12.2 *INSULATION PUNCH* E *INSULATION ANVIL*

El *insulation punch* o punzón del aislante, es el encargado de dar forma al *crimpado* de las alas traseras de la terminal, estas alas son las que serán crimpadas de manera que se obtenga una presión para que la terminal queda debidamente ajustada y no se desprenda con facilidad del cable en general, al igual que con la parte del conductor, esta no puede tener una altura ni muy baja ni muy alta debido a las mismas circunstancias, ya que una altura demasiado baja podría perforar el aislante, y una altura demasiado alta hará que no esté bien asegurada la terminal al cable.

El *insulation anvil* o yunque del aislante, debe mantener en posición la parte de la terminal que ira crimpada con el aislante del cable, este también debe complementarse con su *insulation punch*, debido a que puede provocar desperfectos al momento de ser crimpada la terminal (Tyco 2011).

3.12.3 *INSERT*

El *insert* es el conjunto de una o más piezas las cuales pueden estar fabricadas de algún metal en específico así como en plástico, estas herramientas son principalmente utilizadas en troqueles *heavy duty*, debido a las distintas formas con ángulos con las que se fabrican las terminales utilizadas para los arneses de la familia de baterías, estos tienen como principal uso, mantener en

la posición correcta la terminal, así como también provocar que la terminal no se mueva en ningún momento de su posición adecuada al momento de realizar el troquelado de la terminal.

3.13 PLANOS DE TROQUEL

Estos planos son un conjunto de hojas con los que tanto los ingenieros como los técnicos de la empresa Kyungshin Lear, toman como referencia al momento de hacer cambios, o realizar mantenimientos a los troqueles, estos planos cuentan con un total de cinco hojas, las cuales como portada tiene una hoja de TIR, luego va una hoja de *Bill of materials* o lista de materiales de las herramientas especiales para cada troquel, seguidamente una vista explosionada de todas las partes en general del troquel junto con la lista de materiales de dicha vista explosionada, luego una hoja con la vista explosionada de las herramientas especiales mencionadas en el *Bill of materials* de cada troquel, finalizando con la hoja del *checklist*.

3.13.1 HOJA DE TIR

El TIR o Tasa interna de rendimiento, el TIR es la evaluación que se da debido al rendimiento en un periodo y en su totalidad los beneficios dados son igual a los desembolsos (Baca, 2010). En la empresa HEDS, en esta hoja se presenta todos los resultados de las pruebas realizadas por el personal de calidad, así como resultados de pruebas de *pull* o de resistencia de crimpado, así como también de conductividad, y alto de conductor y forro, y sus respectivos gráficos.

3.13.2 BILL OF MATERIALS

El *Bill of materials* o lista de materiales es la parte del plano en el cual se mencionan solamente los materiales o herramientas especiales que se utilizaran a la hora de troquelar, además de mencionar el calibre del cable para el que la terminal está fabricada.

3.13.3 VISTA EXPLOSIONADA TROQUEL EN GENERAL

La vista explosionada, es una vista en la cual se pueden observar todos los componentes por separado de un ensamble y a su vez muestra como estos irán encajados cuando se ensamblen (Rodríguez, 2015). En esta hoja se puede observar todos los componentes de los cuales se conforma un troquel *heavy duty*. En esta hoja se mencionan las herramientas con su nombre general y como ira ensablado todo el troquel.

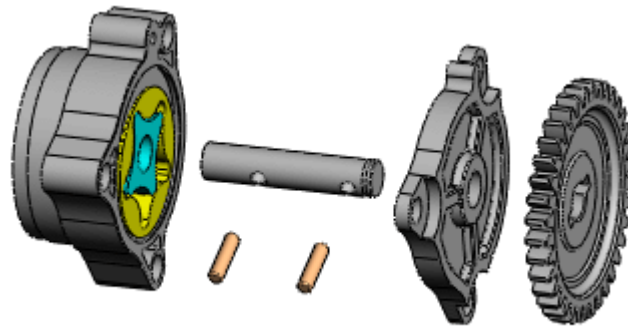


Ilustración 17: Ejemplo de vista explosionada

Fuente: (Rodríguez, 2015)

3.13.3.1 VISTA EXPLOSIONADA HERRAMIENTAS ESPECIALES

En esta etapa del diseño, solamente se visualizan las herramientas especiales con las que trabajara el troquel, estas herramientas normalmente son *el conductor punch, conductor anvil, insulation punch, insulation anvil, e insert*, puede tener separadores entre los *anvil* o los *punches* dependiendo el caso.

3.13.4 CHECKLIST

En esta sección de los planos de los troqueles, se tiene un formato en el cual, se menciona si están presentes o no cada una de las herramientas necesarias para lograr obtener de manera correctas las especificaciones para cada una de las terminales con las que se trabaja dentro de la empresa.

IV. DESARROLLO

Durante el siguiente capítulo, se estarán describiendo cada una de las actividades realizadas en el tiempo de duración de la práctica profesional, a su vez se detallará el trabajo realizado en una forma de tiempo semanal.

4.1 SEMANA 1

Durante la primera semana en la empresa principalmente fueron de capacitaciones e inducciones del trabajo realizado por la empresa, a su vez se me asigno permanecer junto al personal técnico del área mantenimiento de batería, o área de mantenimiento de troquelado de circuitos de arneses para baterías, para así familiarizarme con los troqueles *heavy duty*, y ver como estos están armados y que piezas son esenciales para estos, al igual para aprender como estos son calibrados para cumplir con las especificaciones necesarias y obligatorios para cada una de las terminales utilizadas actualmente dentro de la empresa, y analizar las fallas o problemas más comunes en estos troqueles.

4.1.1 CALIBRACIÓN DE LOS TROQUELES

Durante estos días las actividades diarias junto al personal de mantenimiento fueron, hacer calibraciones de especificaciones para las distintas terminales, así como también hacer cambios de troqueles, para así dar paso a la fabricación de los distintos circuitos elaborados por la empresa, para los arneses de la familia de batería.

Durante esta semana se observó que para calibrar los troqueles y proporcionar las especificaciones necesarias de la altura del forro, altura del conductor y tamaño de campana, solamente para la altura del conductor existe una manera para calcular cuantos milímetro se le aumentara o disminuirá su altura, mientras que para la altura del forro y tamaño de la campana estas se realizan a base de prueba y error, lo que aumenta la cantidad de probetas o pruebas realizadas para obtener las especificaciones necesarias.

4.1.2 MANTENIMIENTO DE PRENSA

Se realizó un mantenimiento preventivo a una de las prensas del área, debido a que se observaba que la prensa estaba trabajando de manera más lenta de lo habitual y un poco forzada, por lo que junto con el personal de mantenimiento se decidió desarmar la parte posterior de la misma, y se observó que la lubricación de algunos componentes no era la adecuada, de esa forma se decidió hacer una limpieza de los componentes y así realizar una adecuada lubricación de estos.

4.2 SEMANA 2

Para la semana 2, se me asignó un cambio de área en el cual pasaría de estar en el área de mantenimiento de batería, al área de *crimping*, en el cual durante esta semana se me capacitó acerca del proceso de liberación de troqueles en general hacia el área de piso o producción, así mismo, se me capacitó durante la semana en el uso de *SolidWorks*, para el diseño de herramientas, como los *conductor punch*, *conductor anvil*, *insulation punch*, e *insulation anvil*.

4.1.2 DISEÑO DE HERRAMIENTAS

Para el diseño de las cuatro herramientas de troquelado, a la empresa se le entregan sus respectivos planos y una cantidad de piezas de cada una de las herramientas, desde las empresas Kyungshin, y Lear, sin embargo para que se puedan fabricar los repuestos se deben modificar o rediseñar las herramientas para que estas puedan ser fabricadas por los proveedores de la empresa HEDS, sin embargo al momento en los que debía rediseñar las herramientas debía tener en cuenta de no hacer cambios que pudieran afectar las especificaciones finales que tendrán las terminales al momento del *crimpado*.

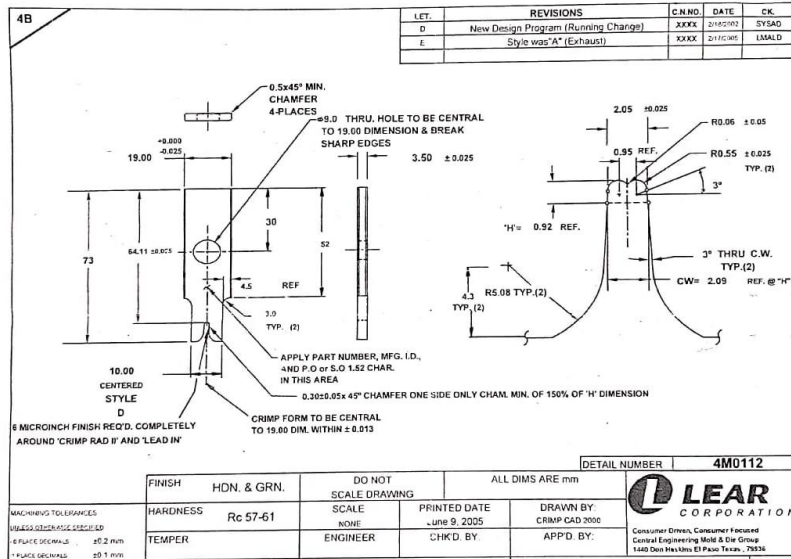


Ilustración 18: Diseño Conductor Punch

Fuente: (Elaboración Propia)

4.3 SEMANA 3 Y 4

Durante las semanas 3 y 4 se me asigno un proyecto relacionado con la liberación de diseños de planos para los troqueles *heavy duty*, ya que estos son necesarios al momento de un cambio herramental de los troqueles, esto conlleva a la utilización principalmente del uso de SolidWorks, para realizar el diseño de las herramientas utilizadas en dichos troqueles, así como también generar una vista explosionada, del armado de todas las partes importantes de estos troqueles, al igual que una vez generado el plano de estos troqueles, se debía realizar una lista de materiales para cada uno de los planos.

4.3.1 DISEÑO DE PLANOS

Para cada uno de los diseños de planos de los troqueles *heavy duty*, a estos debía realizarles un total de cinco hojas, y en el siguiente orden, como portada deben llevar una hoja de TIR, seguido de la hoja de *Bill of material* o lista de materiales, luego una hoja con vista explosionada de todas las partes de las que se compone un troquel *heavy duty*, seguido de una hoja de la vista explosionada de las herramientas especiales mencionadas en el *Bill of material*, y finalizando con la hoja del *checklist* para cada uno de los troqueles.

4.3.2 DISEÑO DE VISTAS EXPLOSIONADAS

Para poder llegar a obtener una vista explosionada de cada uno de los troques, primeramente debía realizar lo que eran sus respectivos ensambles, en los cuales contenía cada una de las herramientas especiales para el troquelado de las distintas terminales, a su vez debía realizar las correctas relaciones de posiciones de las herramientas, ya que de la manera en que estas estén posicionadas en el programa, es como se vería ya ensambladas físicamente en los troques, por lo que si se observaba algún desperfecto o si la terminal no descansara de la manera correcta sobre el *insert* y los *anvils*, estas de igual manera quedarían mal posicionadas físicamente en el troquel.

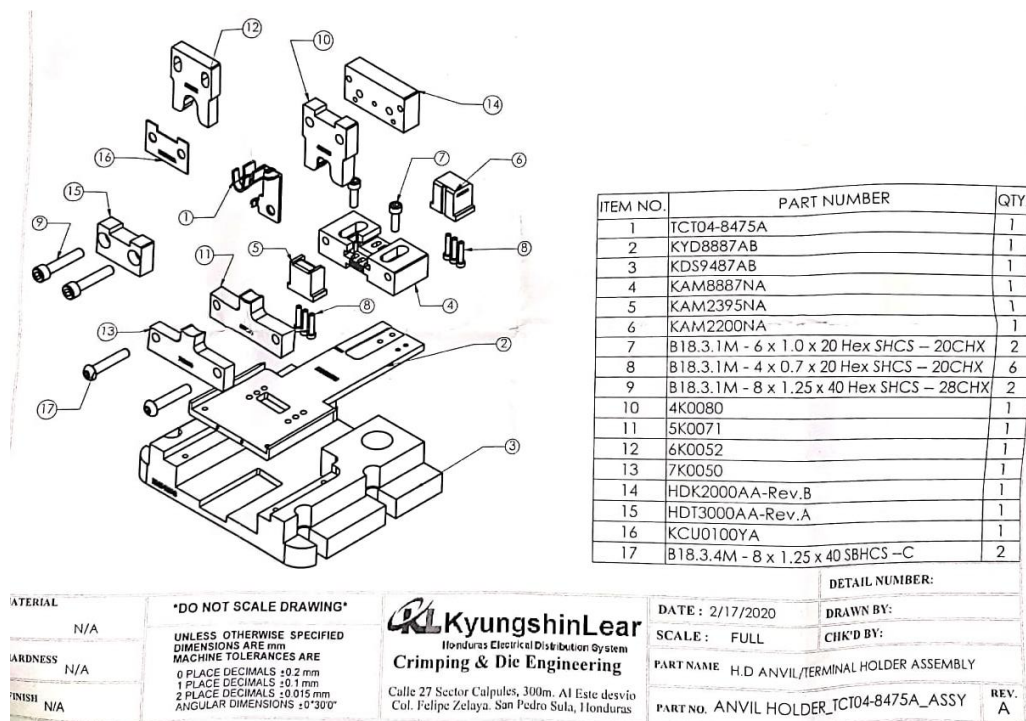


Ilustración 19: Vista explosionada herramientas especiales de troquel heavy duty

Fuente: (elaboración Propia)

4.3.3 RECTIFICADO DE HERRAMIENTAS

A Medida realizaba los distintos planos de los troques, encontraba alguno que otro error en ellos, sin embargo observe que al momento de realizar las relaciones de posiciones de las herramientas en uno de los ensambles de los troques, la terminal sobresalía del *insulation anvil*, dando así a que produjera alteraciones en las especificaciones al momento de ser *crimpada*, por

lo que se le asigno a un técnico a ir por dicho troquel al área de batería, y se observó que efectivamente la terminal sobresalía del *insulation anvil*, y este no había sido reportado por el personal del área de batería, a su vez se decidió asignar a un técnico a realizar un rectificado a una de las piezas del insert del troquel, y solamente se le debían reducir un total de 5 milímetros para que la terminal quedara en la posición adecuada.

Una vez realizada la rectificación de la pieza, debía modificar la pieza en *SOLIDWORKS*, así como también actualizar su respectivo plano y sus cotas en el mismo, para el momento en que se ordene la compra de este, evitar realizar nuevamente un rectificado en ella.

4.4 SEMANA 5

Durante la semana 5 de la practica logre finalizar el proyecto que se me asigno con respecto a los diseños de los planos para los troqueles *heavy duty*, seguidamente se me asigno junto con 1 técnico a realizar, un chequeo o *checklist* de cada uno de los planos con respecto a los troqueles en piso, esto para asegurarse de que cada troquel estaba con sus respectivas herramientas, y observar si algún componente o herramienta estaba en buenas condiciones, y hacer el cambio necesario de las partes dañadas, de igual forma se me capacito durante la semana para realizar la autorización del cumplimiento del trabajo del personal técnico del área de *crimping*, así como también asignar trabajo al personal técnico presente en mi turno laboral como al personal técnico del siguiente turno labora.

4.4.1 ASIGNACIÓN DE TRABAJO A PERSONAL TÉCNICO

Luego de finalizado los planos de los troqueles *heavy duty*, se me autorizo asignar trabajos a los técnicos del siguiente turno, estos consistían en realizar o repetir ciertos estudios siempre ligados al área de baterías, ya que estos son necesarios para recolectar la información necesaria para las hojas de los TIR, así como también realizar los cortes de pruebas antiguas para *scrap*, o lo que es realizar o extraer las terminales de estudios antiguos, para su reciclaje, de igual forma le asiste al ingeniero de proceso al momento de autorizar la finalización de cada uno de los estudios realizados por los técnicos al final de cada jornada laboral.

4.5 SEMANA 6 Y 7

Durante estas dos últimas semanas de mi tiempo de práctica profesional en la empresa pase a realizar lo que son los respectivos *checklist* para cada uno de los troqueles *heavy duty*, para esta asignación trabaje junto a un técnico del personal de *crimping*, debido a la carga de estudios que el resto del personal debía cumplir, para estos *checklist*, debía llenar un formulario especificando exactamente cada una de las herramientas especiales con las que el troquel trabaja en el área de piso, a su vez comparar si estas eran las correctas con respecto a las mencionadas en el diseño del plano.

4.5.1 CUMPLIMIENTO DEL *CHECKLIST*

Debido a la gran cantidad de fallos al momento de troquelar las terminales por parte del personal del área de batería, varios *insert* de estos troqueles, estaban fabricados en plástico, para una solución a corto plazo, sin embargo mi responsabilidad con este trabajo era de asegurarme de que se cambiaran todos estos a su versión en metal, si es que se contaba con ellos, de igual forma realizar un mantenimiento preventivo, así que me debía asegurar que todas las partes del troquel incluyendo la tornillería se encontrara en excelentes condiciones, y en caso contrario asignar a que estas piezas fueran reemplazadas, así mismo debía asegurarme de que se les realizara limpieza y lubricación adecuada a cada parte de los troqueles. También como parte de este trabajo era decidir si se debía hacer una compra de componentes como el *insert*, si estos estaban dañados o si pudiesen a llegar a dañarse próximamente, y realizar una lista de componentes necesarios a comprar.

4.5.2 CAMBIO DE HERRAMIENTAS

Durante la realización de los *checklist* se encontraron dos troqueles los cuales al momento de colocar sus respectivas terminales, estas no encajaban de forma correcta en sus *anvil*, en el primer caso la terminal sobresalía de su *conductor anvil*, por lo que esta generaba una campana demasiado grande, y a su vez se producían líneas de presión inaceptables para el crimpado de dicha terminal, por lo que se decidió hacer un cambio tanto de su *conductor punch* como de *conductor anvil*, debido a que si se cambia una de estas herramientas se debe cambiar su contra

parte, sin embargo el cambio solamente debía ser del espesor de las herramientas, así que procedí a realizar una investigación en los documentos de la empresa para verificar con que herramientas se podría hacer el cambio sin afectar las especificaciones necesarias con las que debía cumplir la terminal ya *crimpada*, luego de esto se debían realizar pruebas para verificar si en realidad las especificaciones de tamaño de la terminal no se alteraban, a partir de esto asigne a un técnico a realizar el respectivo estudio para así generar un nuevo TIR, para este conjunto de herramientas, para el segundo caso se encontró que la terminal sobresalía de su *insulation anvil*, por lo que procedí a realizar el mismo procedimiento del primer caso, a diferencia de que las herramientas a cambiar serían el *insulation punch* e *insulation anvil*, de igual forma asigne un técnico para elaborar el respectivo estudio del nuevo conjunto de herramientas.

4.5.3 HERRAMENTAL INTERCAMBIADO ENTRE TROQUELES

Durante esta semana se detectó que un troquel trabaja con las herramientas de otro troquel, que trabajaba con una terminal similar a la de este, debido a que el número de serie del troquel no coincidía con el número de parte de herramientas con las que debía trabajar, por lo que se realizó el intercambio de herramientas, debido a que si estas seguían de esta forma, al momento de que el personal utilizara dicho troquel, la terminal crimpada no tendría las especificaciones requeridas por la empresa.

4.5.4 ASIGNACIÓN DE TROQUEL

Durante la etapa de trabajo del *checklist*, se presenta la situación de que algunas de las terminales que se usaran para los siguientes circuitos de baterías a realizarse para los nuevos modelos de automóviles, no tenían asignado un troquel para trabajar, por lo que, se debió consultar con el personal del departamento de ingeniería, para verificar que terminales son las que más se utiliza por el momento, y así asignarles sus respectivos troqueles con sus números de series para poder identificarlos de manera más fácil.

4.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presentan las actividades realizadas durante el periodo de práctica profesional en la empresa Honduras Electrical Distribution System

Ilustración 20: Cronograma de Actividades

Actividad	Actividad para desarrollar	Semana						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Capacitaciones sobre área de batería	■						
2	Mantenimiento de Prensa	■						
3	calibración de los troqueles	■						
4	Capacitación en el uso de <i>Solidworks</i>		■	■				
5	Diseño de herramientas		■	■				
6	Diseño de planos de troqueles <i>Heavy duty</i>			■	■			
7	Diseño de planos			■	■			
8	Diseño de Vistas explosionadas			■	■			
9	Rectificado de Herramientas				■			
10	Manejo de personal técnico				■	■	■	■
11	Asignación de trabajo a personal técnico					■	■	■
12	Cumplimiento del <i>Checklist</i>						■	■
13	Cambio de Herramientas							■

Fuente: (elaboración Propia)

V. CONCLUSIONES

- Se logro durante el periodo de trabajo, diseñar los planos de todos los troqueles *heavy duty*, logrando así realizar mantenimientos tanto preventivos como correctivos de manera eficiente al momento de reemplazar piezas dañadas o faltantes.
- Se realizaron los *checklist* de los troqueles heavy duty, en los cuales se detectaron que la mayoría de estos troqueles, siguen trabajando con piezas antiguas a las propuestas en los planos o impresas en plástico.
- Se detectaron troqueles asignados a terminales obsoletas o con muy poca demanda, y así reasignarlos para la fabricación de nuevos circuitos durante los próximos meses del año para un trabajo más eficiente y preciso.

VI. RECOMENDACIONES

6.1 A LA EMPRESA

Elaborar un formato de *checklist* que cuente con más secciones para troqueles *heavy duty*, ya que con el que se cuenta actualmente hay muchas secciones que no aplican para estos troqueles, al igual que no existen secciones con respecto a algunas piezas en estos troqueles.

6.2 A LA INSTITUCIÓN

- Incluir un curso de manejo de personal en el pensum de la carrera ya que considero que esto sería de utilidad para nuestro desarrollo como profesionales y nos daría una ventaja más en el mercado laboral.
- Mejorar los Laboratorios de Maquinas Herramientas, Mecatrónica, Automatización, Electrónica.
- Aumentar las clases prácticas en clases como Sistemas automatizados de manufactura, Maquinas herramientas, Electrónica, Circuitos Eléctricos, de manera que el estudiante este más familiarizado con el mercado real que encontrara al salir de la universidad.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Pulido, Manuel. 2000. *Convertidores de frecuencia, controladores de motores y SSR*. Barcelona: Marcombo.
- Baca Urbina. 2010. *Evaluación de proyectos*. Mexico: McGraw-Hill.
- Carrillo, Jorge. 2014. "El cluster de cables de arnés automotrices".
- Carrillo, Jorge, y Raúl Hinojosa. 2001. "Cableando el norte de México: la evolución de la industria maquiladora de arneses". (21):36.
- Dassaults Systems. 2020. "Software de diseño CAD 3D". Recuperado el 1 de marzo de 2020 (<https://www.solidworks.com/es/home-page-2020>).
- Floyd, Thomas L., Rodolfo Navarro Salas, Luis Mauro Ortega González, y Gustavo Pérez López. 2007. *Principios de circuitos eléctricos*. México.: Pearson Educación.
- García Palencia, Oliverio. 2012. *Gestión moderna del mantenimiento industrial principios fundamentales*. Bogotá (Colombia: Ediciones de la U.
- Groover, Mikell P. 2007. *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3a. ed.)*. México, D.F., MEXICO: McGraw-Hill España.
- Hyundai Motors. 2020. "About Hyundai | Hyundai GT". *HYUNDAI MOTORS*. Recuperado (<https://www.hyundai.com/dom/es>).
- Komax. 2018. "Digital Services Komax Connect".
- Kyungshin. 2013. "Wiring Harness". Recuperado el 29 de febrero de 2020 (http://www.kyungshin.co.kr/e_sub02/sub01_01.asp).
- Kyungshin Lear. 2015. "Kyungshin Lear". *Kyungshin Lear*. Recuperado (<http://kyunshinlear.blogspot.com/>).
- LEAR CORPORATION. 2020. "Lear Corporation | Asientos automotrices y sistemas electrónicos". Recuperado el 29 de febrero de 2020 (<https://www.lear.com/>).
- Maldonado, Serafin. 2005. "La rama automovilística y los corredores comerciales del TLCAN". 59:370–78.
- Maloney, Timothy J. 2006. *Electrónica industrial moderna*. Pearson Educación de México, SA de CV.

- Moreno Perea, Karlos Gerardo, y Octavio Reyes López. 2015. "Mejoramiento de la productividad mediante la reducción de costos en una línea manufacturera de arneses eléctricos". *Ingenierías USBmed* 6(1):5.
- Mortimore, Michael, y Faustino Barron. 2005. "Informe sobre la industria automotriz mexicana". (162):5-50.
- Orellana, Carlos. 2007. *La Maquila Textil y Arnese*s.
- Pérez, Osmel, Reinaldo Pérez, Tania Rodríguez, y Pérez Miguel. 2014. "Diseño de troqueles para sistema de rodaje en contenedores de desechos".
- Rodríguez Fernández, Julián. 2014. *Equipos eléctricos y electrónicos*. Madrid: Paraninfo.
- Rodríguez Vidal, Carlos. 2015. *Diseño mecánico con SolidWorks 2015*. Madrid: RA-MA Editorial.
- SAE. 2014. "PERFORMANCE SPECIFICATION FOR CABLE-TO-TERMINAL ELECTRICAL CRIMPS".
- Tyco, Tyco Electronics Corporation. 2011. "Sealed Sensor Connector (SSC)". 17.
- Vázquez, Edgardo J. Escalante. 2005. *Seis - Sigma. metodología y técnicas*. Limusa.
- Villar, Camilo. 2009. "Troqueles y Troquelado, para la producción de grandes series de piezas".