



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

KYUNGSHIN-LEAR

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

PRESENTADO POR:

21441031 DANIEL IVÁN FLORES VELÁSQUEZ

ASESOR:

ING. ALBERTO CARRASCO

CAMPUS SAN PEDRO SULA; AGOSTO, 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia ya que todos los logros y objetivos que alcance fueron únicamente debido a su ayuda y apoyo incondicional. Sin su presencia en los momentos difíciles jamás hubiese logrado mi sueño de finalizar esta etapa. Gracias por todas las enseñanzas y los consejos.

Agradezco a los catedráticos que con sus conocimientos y experiencias profesionales me guiaron durante toda la carrera por el camino del saber. Por su ayuda con cada duda y tiempo dedicado a mi formación me han preparado para afrontar cualquier problema en mi vida profesional.

Agradezco a mis compañeros y amigos por acompañarme durante todo el proceso que implicó el llegar hasta la meta que tanto anhelábamos alcanzar. Les agradezco por su compañía en todos los momentos de dificultad y alegría y por hacer de esta una experiencia inolvidable.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe tuvo como objetivo el desarrollo de la práctica profesional realizada previo a la obtención del título de Ingeniería en Mecatrónica en UNITEC.

La práctica profesional tuvo un enfoque principal a la aplicabilidad de los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas durante el desarrollo de la carrera universitaria, fomentando la habilidad de comunicación y sobre todo la integración en un ambiente laboral. Dicha práctica se ejecuta en KyungshinLear realizando las actividades asignadas por el departamento de Mantenimiento.

El presente informe consta de diversos capítulos, en el primer capítulo se hablará y describirá un poco sobre la carrera Ingeniería en Mecatrónica y se describirá la forma en que será desarrollado el informe. En el segundo capítulo se describirá la empresa como tal, es decir, la visión de la empresa, la misión de la empresa, los valores y objetivos a alcanzar en la práctica profesional. El tercer capítulo que consta del marco teórico se hablará de las diferentes máquinas que existen dentro de la empresa describiendo brevemente su función y sus más comunes fallos. En el capítulo siguiente se detallarán las actividades realizadas a lo largo de la práctica profesional. Para finalizar el documento se encuentran las conclusiones y recomendaciones que se dieron al finalizar las diferentes actividades asignadas.

TABLA DE CONTENIDO

I. Introducción	2
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	3
2.1 Descripción de la empresa	3
2.1.1 Misión.....	3
2.1.2 Visión.....	3
2.2 Descripción del Departamento	4
2.3 Objetivos	4
2.3.1 Objetivo General	5
2.3.2 Objetivos Específicos.....	5
III. Marco Teórico	6
3.1 Bench Master	6
3.2 Máquinas Komax.....	9
3.3 Desferradoras manuales	11
3.4 Prensas MECAL.....	12
3.5 Troqueles.....	12
3.5.1 Troquel Coreano de alimentación trasera	13
3.5.2 Herramientas de un Troquel	14
3.6 FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS DE ACTUADORES	17
3.6.1 CILINDRO DE SIMPLE EFECTO.....	18
3.7 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)	20
IV. DESARROLLO.....	23
4.1 Actividades por semana	23
4.1.1 Semana 1	23
4.1.2 Semana 2	24
4.1.3 Semana 3	26
4.1.4 Semana 4.....	27
4.1.5 Semana 5.....	29
4.1.6 Semana 6.....	30
4.1.7 Semana 7.....	32
4.1.8 Semana 8.....	35
4.1.9 Semana 9.....	37

4.1.10 Semana 10	38
4.2 Cronograma de Actividades	41
4.3 Conclusiones.....	42
4.4 Recomendaciones	42
4.4.1 Hacia la empresa	42
4.4.2 Hacia la Universidad	43
BIBLIOGRAFÍA	44

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Logo KyungshinLear.....	3
Ilustración 2 Prensa Bench Master Troqueles Coreanos y MiniDie	7
Ilustración 3 Prensa Bench Master para troqueles heavy duty.....	8
Ilustración 4 Máquina KOMAX ALPHA477	9
Ilustración 5 Prensa MCI711	10
Ilustración 6 Desforre manual Schleuniger unistrip 2600.....	11
Ilustración 7 Prensa MECAL MCL-P107	12
Ilustración 8 Troquel de alimentación trasera	13
Ilustración 9 Tipos de Troqueles	14
Ilustración 10. Herramienta Conductor Punch	15
Ilustración 11 Herramienta Conductor Anvil.....	16
Ilustración 12. Herramienta Insulation Punch	16
Ilustración 13 Herramienta Insulation Anvil,	17
Ilustración 14 Ilustración 3 Imagen real, dibujo en sección y símbolo de un cilindro de simple efecto.....	18
Ilustración 15 Trenzadora Coreana	19
Ilustración 16 Ilustración 4 Imagen real, dibujo en sección y símbolo de un cilindro de doble efecto.....	20
Ilustración 17 PLC Micrologix 1200 (Catalogo Rockwell Automation pág. 8)	21
Ilustración 18. Área de Crimping	24
Ilustración 19 Plano de Insulation Punch	25
Ilustración 20. Plano de Conductor Anvil	25
Ilustración 21. Cortador Chopper	26
Ilustración 22 Troquel Coreano con guarda	27
Ilustración 23 Primer diseño de Guarda	28
Ilustración 24 Guarda	29
Ilustración 25 Tableros de Pruebas Eléctricas.....	30
Ilustración 26 Terminal Holder Plate	31
Ilustración 27. Base de Anvil Holders.....	31

Ilustración 28 Parte H.D. Terminal Holder	32
Ilustración 29 Máquina Mecal p200 BT,.....	33
Ilustración 30 Conexión de la maquina p200 BT	34
Ilustración 31 CFM-Lite Sultec,.....	35
Ilustración 32 Sensor de Fuerza.....	36
Ilustración 33 Modelo de grafica de CFM –Lite	36
Ilustración 34 Grafico del CFM luego del aprendizaje	37
Ilustración 35 Área de Macro	38
Ilustración 36 Bahía 10 Área de Corte	39
Ilustración 37 Alpha 3557	40
Ilustración 38 Komax Alpha 3557.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma.....	41
--------------------------	----

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

- Arnés Eléctrico: conjunto de circuitos donde viajan las señales eléctricas de los automóviles.
- Troquel: herramienta utilizada para unir una terminal al extremo de un cable utilizando una fuerza específica.
- Crimpado: La conexión entre una terminal y un cable que se realiza deformando las alas, envolviéndolas alrededor del cable de una manera que crea un contacto eléctrico y / o mecánico permanente.
- Aplicación: combinación de cable(s), terminal y sello.
- CCH (*Conductor Crimp Height*): Altura del crimpado del conductor.
- CCW (*Conductor Crimp Width*): Ancho del crimpado del conductor.
- ICH (*Insulation Crimp Height*): Altura del crimpado del forro.
- ICW (*Insulation Crimp Width*): Ancho del crimpado del forro.
- DFM (*Design Failure Mode*): Modo de falla de diseño.
- USCAR-21: Esta especificación define los métodos de prueba básicos y los requisitos para las conexiones de crimpado sin soldadura.
- Tooling: Herramientas usadas en el troquel para darle forma al crimpado con sus medidas previamente especificadas.
- APQP (*Advanced Product Quality Planning*): Planeamiento avanzado de calidad del producto y revisión de calidad de acabado.
- TIR (*Termination Inspection Report*): Informe de inspección de terminación.
- Surrugar: Usar un troquel con partes especiales y/o tooling distinto para crimpar una terminal específica y así poder adaptar a una nueva herramienta.

I. INTRODUCCIÓN

En el informe se presenta en detalle las actividades realizadas durante el periodo de tiempo de 10 semanas y la información para conocer específicamente las funciones ejercidas y la realización de los trabajos asignados a lo largo de la práctica profesional. Todos los trabajos se realizaron con la supervisión y ayuda de los ingenieros de KyungshinLear, y un grupo de técnicos especializados en cada una de las diferentes áreas de trabajo, siguiendo la forma y orden de trabajo que la empresa suele trabajar.

Este informe cuenta con una estructura de desarrollo cronológico en el cual se ven descritos datos generales de la empresa, conceptos teóricos de los diferentes equipos que se encuentran dentro de la empresa; también una descripción de los diferentes mantenimientos a la maquinaria de la empresa que han enriquecido el conocimiento sobre la mecatrónica.

La carrera Ingeniería en Mecatrónica tiene una extensa área de trabajo u aplicabilidad, debido a que la carrera no se especializa directamente en un área, sino que tiene un nivel balanceado de diferentes ramas de las ingenierías, y esto hace a que quede a disposición de cada profesional a elegir en que rama desea desenvolverse laboralmente. Con esto se da a entender que un pasante de ingeniería mecatrónica tiene la posibilidad de laborar en el área de mantenimiento de la planta o ya sea a dicha máquina en específico o puede enfocarse en otras ramas como sería las diferentes programaciones que existen en la empresa ya sea una programación en controles lógicos programables, o en los diferentes tipos de microprocesadores si existen en la planta. Y existe la parte de diseño, en esta área puede constar en el proceso de fabricación de planos que va de la mano con la fabricación de piezas para el proceso que sea asignado.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La fábrica Honduras Electrical Distribution Systems, una empresa conjunta de Lear, Hyundai y Kia, fue establecida en junio de 2003 con una inversión total de \$23 millones. La empresa se encarga de exportar los sistemas eléctricos para automotores a los Estados Unidos, donde son ensamblados a los modelos de vehículo que corresponden. En la empresa se fabrican los arneses correspondientes para los vehículos Hyundai, Sonata, Santa Fe y Kia Optima.



Ilustración 1 Logo KyungshinLear

Fuente: (Honduras Electrical Distribution Systems, 2014)

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.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

La práctica profesional se realizó en el departamento de mantenimiento, la cual consta de diversas áreas. El área de mantenimiento de Corte, en esta área se encuentran las máquinas con mayor automatización ya que dichas máquinas hacen el proceso por si solas y el contacto con el operador es mínimo, ya que el operador se involucra cuando se necesita material para trabajar o cuando se reporta un defecto ya sea de la máquina o del circuito, y el mantenimiento del área se encarga de vigilar y reparar cualquier defecto que pueda surgir ya sea en la máquina o en algún componente de la máquina. En las máquinas encontramos diferentes tipos de sensores que con controlados por medio de un PLC. En esta área se encuentra un supervisor asignados y un grupo de técnicos que son los encargados de resolver cualquier tipo de problemas que se presenten.

Existe otra área de mantenimiento que es el área de Macro, en esta área se encuentran las máquinas de troquelado manual, las máquinas de trenzado, las máquinas desferradora de intermedio, las máquinas dispensadoras de tape, las máquinas de tubing, las maquinas Hypo, las máquinas de desforre manual y automático. El área consta de prensas manuales en que los operadores se encargan de crimpar las terminales correspondientes a cada circuito siendo un proceso puramente manual ya que el operador coloca el cable y lo crimpa, el área consta de un supervisor y un grupo de técnicos que se encargan de solucionar los problemas que se presenten ya sea en las prensas o en cualquier otro tipo de máquinas que existen en el área. El área de Crimping es parte del área de mantenimiento y en dicha área se encargan de hacer

2.3 OBJETIVOS

En una investigación los objetivos son de vital importancia, ya que determinan el alcance de un proyecto y lo que se pretende lograr durante la elaboración del mismo y así tener definido hasta donde llegar con la planeación del proyecto o con su implementación.

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar implacablemente los trabajos asignados por los supervisores y finalizarlos en las fechas establecidas. Cumpliendo con los estándares establecidos por la empresa.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar los trabajos asignados por los supervisores en el tiempo que han sido estipulados y de la forma correcta conforme a los procedimientos que exige la compañía.
- Supervisar, dirigir y en caso de ser necesario auxiliar al personal técnico cuando se tenga un inconveniente con algunas de las máquinas o troqueles para poder realizar el mantenimiento en el menor tiempo posible.
- Diseñar guardas para troqueles y así prevenir una lesión por parte de los operadores, después de diseñada las guardas generar el plano para la fabricación e instalación de las guardas.

III. MARCO TEÓRICO

Cada proceso que es realizado en las diferentes máquinas de la empresa tiene que pasar por ciertos parámetros de validación, ya que con respecto a parámetros es que se basa la calidad del circuito realizado, y en un arnés se necesitan altos estándares de calidad.

En la empresa KyungshinLear existen diversos tipos de máquinas, en el marco teórico se hablará y describirá cada modelo de máquinas que existen dentro de la empresa.

Según Eismin (2014): una terminal es un conector que mantiene unidos los hilos de un cable y son usados para conectar los cables a los equipos eléctricos, estas terminales se mantienen unidas a los cables por el proceso de crimpado.

En el presente marco teórico se detallará algunas de las maquinarias con las cuales se trabajan en la empresa KyungshinLear. Desde las máquinas más básicas hasta las máquinas más complejas. Cada una de estas máquinas tiene diferentes funciones y realizan un diferente tipo de trabajo ya sea por su capacidad de fuerza o por su tamaño para realizar troquelados que necesiten de más esfuerzo. Dentro de las maquinarias que existen dentro de la empresa podemos encontrar modelos de máquinas de son automatizadas ya que la mayoría del trabajo se es realizado por la máquina.

3.1 BENCH MASTER

Dentro de la empresa existen diversos tipos de prensas manuales, dentro de los tipos de marcas encontramos las prensas Bench Master. Entre los modelos de las Bench Master se encuentran dos diferentes tipos, una prensa que se utiliza para montar los troqueles normales que corresponden a los circuitos pequeños, y la prensa Bench Master para los troqueles heavy duty, este tipo de troqueles son utilizados para crimpar las terminales de las baterías de los automóviles.

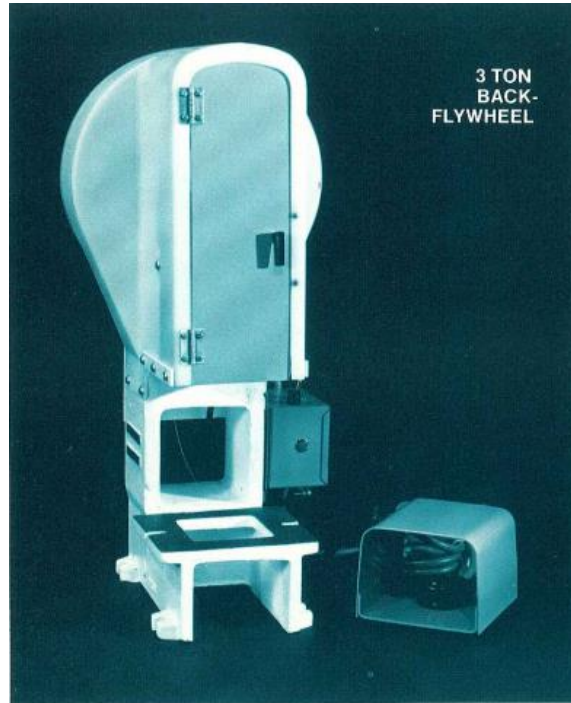


Ilustración 2 Prensa Bench Master Troqueles Coréanos y MiniDie

Fuente: (SterlingMachinery, 2019)

La prensa Bench Master back-Flywheel fue diseñada para la alta producción de terminales para los circuitos eléctricos, está diseñada para soportar de 3-5 toneladas de fuerza. Una vez montado el troquel en la máquina, la máquina comienza a trabajar y la prensa es activada mediante un pulso el cual es accionado por medio de un pedal. Cada una de las prensas que existen en la fábrica consta de una guarda de seguridad la cual impide que el número de lesiones a la hora de troquelar sea bajo, manteniendo fuera de alcance que los operadores se puedan herir cuando la prensa sea accionada.

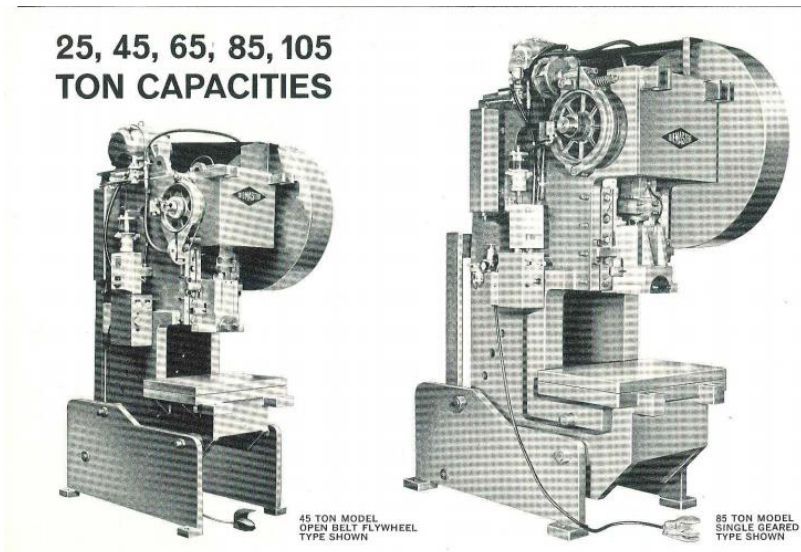


Ilustración 3 Prensa Bench Master para troqueles heavy duty

Fuente: (SterlingMachinery, 2019)

El siguiente tipo de prensa es las Bench Master para heavy duty, su nombre es heavy duty debido a que el tipo de troquel que es utilizado en este tipo de prensa es un troquel de mayor rusticidad por lo tanto necesita una mayor fuerza, este tipo de prensas es utilizada para crimpar las terminales de los circuitos que corresponden a la batería del automóvil.

Las prensas BenchMaster forman parte del equipo que se utiliza para el troquelado manual que se da en la planta de KyungshinLear, en este tipo de máquinas los operadores tienen que activar el ciclo de crimpado una vez que hayan colocado la terminal y el cable donde corresponden, para que la máquina pueda crimpar las terminales correspondientes a un circuito se necesita un troquel, dependiendo de la asignación del circuito le corresponderá cierto troquel, la asignación ha si establecida por APQP, cada troquel tiene una terminal en específico por lo tanto el número de troquel tiene que ser exactamente el mismo con el número de seria de la terminal. Más adelante se detallará los tipos de troqueles y cómo funcionan.

3.2 MÁQUINAS KOMAX

Dentro del área de corte se encuentra las maquinas KOMAX, estas máquinas tienen un proceso de mayor automatización debido a que el operador no tiene un gran contacto con el proceso, debido a que la máquina consta de un PLC el cual mediante su programación realiza el circuito que ha sido asignado por el operador. En las maquinas KOMAX la máquina es quien corte el cable a la longitud que corresponde el proceso, y es la máquina quien lo corta a la distancia correspondiente, al mismo tiempo el cable es desforrado y crimpado con la terminación que le corresponde, ambos extremos del cable tienen terminales diferentes, la máquina corta, desforra y crimpa el circuito y este proceso se repite la cantidad de veces que le fue programado. Dentro de las maquinas KOMAX tenemos prensas MCI711 que son prensas KOMAX. La prensa MCI711 consta de una tarjeta digital la cual hace posible que existe una comunicación entre la prensa y el PLC que controla la máquina.



Ilustración 4 Máquina KOMAX ALPHA477

Fuente: (Estanflux, 2019)

En la ilustración número 4 podemos observar la máquina KOMAX la cual realiza los circuitos que le son asignados, con los parámetros correspondientes a ese circuito. La máquina consta de diversos números de sensores que hacen posible sus numerosas tareas en un mismo

lapso de tiempo, la máquina consta de cuchillas que se encargan de cortar el cable y desforrarlo, existen dos tipos de máquina KOMAX en la empresa, existe de alimentación doble y de alimentación sencilla. Las máquinas de alimentación doble pueden trabajar con dos diferentes tipos de calibre de cable siempre y cuando los calibres necesiten estar crimpados juntos. Y el de alimentación sencilla se trabaja con un calibre de cable.



Ilustración 5 Prensa MCI711

Fuente: (Estanflux, 2019)

La ilustración 5 nos muestra como es la prensa MCI711, se observa la forma en que va montado el troquel ya sea que el troquel es un troquel minidie o un troquel coreano. En las maquinas Komax Alpha477 consta de dos prensas MCI711 ya que los circuitos necesitan ir crimpados de ambos extremos y las terminales que se necesitan crimpar en el cable son diferente al inicio y al final, por lo tanto se necesitan dos diferentes tipos de troqueles y en cada prensa se montan un en cada prensa, al igual existen las maquinas Komax dobles que son máquinas que utilizan tres prensas ya que el circuito necesita una grapa que une dos diferentes circuitos pero siempre tienen que ir crimpados de los tres lados por esa razón necesita tres prensas con tres diferentes tipos de troqueles.

3.3 DESFORRADORAS MANUALES

El desforre manual se realiza con la herramienta de corte LTIM 0186, y el desforre respectivo realizado en una máquina de enjuague semiautomática – Schleuniger unistrip 2015

Las desferradoras manuales constan de un par de juego de cuchillas la cual es la que proporciona el desforre correspondiente.



Ilustración 6 Desforre manual Schleuniger unistrip 2600

Fuente: (Estanflux, 2019)

Aquí observamos la Schleuniger unistrip 2600, en la cual se pueden programar las diferentes distancias de desforre de cable, también se puede seleccionar si se desea un solo recorte o dos recortes para así mejorar el acabado después de desforrar.

3.4 PRENSAS MECAL

Existe otro tipo de prensas dentro de la empresa y son las prensas MECAL, que es una Prensa semiautomática o automática (integrada en máquina de corte y pelado) modelo P107.



Ilustración 7 Prensa MECAL MCL-P107

Fuente: (Estanflux, 2019)

Las prensas mecal lleva una bobina terminal de soporte, este tipo de prensa es accionado mediante un pedal, en la parte donde está el soporte consta de un sensor inductivo que detecta cuando la prensa ya ha cumplido el ciclo de troquelado y así comprueba de que se encuentra en la posición inicial.

3.5 TROQUELES

Lear Corp. (2002) Un troquel es una herramienta utilizada para unir una terminal al extremo de un cable utilizando una fuerza específica. Lear diseñó un mini aplicador para utilizarse en todas las plantas de ensamble LEAR y lograr con ello una estandarización en un solo estilo de aplicador, este concepto fue nombrado Troquel

2000. Este diseño tiene las ventajas de tener un bajo costo inicial, no requiere mucho mantenimiento y puede ser utilizado en virtualmente cualquier prensa.

Las principales herramientas para la fabricación de arneses son los troqueles, ya que los troqueles son los responsables de crimpar las terminales correspondientes a cada circuito. Los troqueles constan de herramientas dentro de ellos y estas herramientas son las que proporcionan las medidas de las terminales, estas medidas se conocen como alto del conductor y alto del forro. Existen diferentes tipos de troqueles y diferentes modelos de troqueles.

3.5.1 TROQUEL COREANO DE ALIMENTACIÓN TRASERA

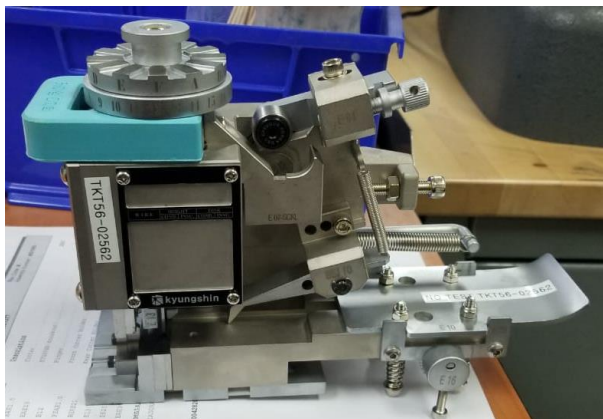


Ilustración 8 Troquel de alimentación trasera

Fuente: Captura propia

En la ilustración 8 se aprecia un troquel coreano de alimentación trasera.

Hay tres tipos de Troquel como se puede ver en la ilustración 9:

- Izquierdo
- Derecho
- De Alimentación Trasera

Los troqueles de alimentación trasera son usados para aplicar grapas, que es otro tipo de terminal, este tipo de aplicación se utiliza para unir dos cables por el lugar del desforre y así formar de ellos un solo circuito, no por los extremos como es el caso en los troqueles izquierdos y derechos.



Ilustración 9 Tipos de Troqueles

Fuente: (Lear, 2019)

El troquel cuenta con 2 tipos de partes, comunes y especiales. Las partes comunes son las que se encuentran en todos los troqueles y se pueden intercambiar entre troqueles sin causar ningún problema. Las partes especiales son las que cambian tomando en cuenta algunos factores como ser: el tipo de terminal, el tipo de cable y si necesita un tipo de sello o no. El conjunto de todas estas partes en un troquel dictará el funcionamiento del mismo y cómo se comportará cuando se realice el crimpado.

3.5.2 HERRAMIENTAS DE UN TROQUEL

Un troquel por su cuenta no puede realizar el crimpado, ya que solo haría la acción de aplastar la terminal sin unirla al cable, por lo que se necesita herramientas especiales dentro del troquel, para darle la forma y las especificaciones deseadas a la terminal. Existen dos pares de herramientas para el forro y el conductor. Las herramientas del conductor tienen como nombre conductor punch y conductor anvil, las herramientas del conductor son las encargadas de crimpar la parte superior de las terminales, en esta parte se encuentra algo que se llama campana que esta es formada cuando se crimpa la terminal y es dada por la forma que tiene la herramienta del conductor, el otro par de herramientas tiene como nombre insulation punch y insulation anvil, este par de herramientas crimpan la parte de las abrazaderas de la terminal, con la forma que tengan las herramientas se determinará si las abrazaderas de la terminal son de una forma llamada overlap que consta de una abrazadera

sobre la otra abrazadera, si es en forma de v la forma en que se crimpan ambas abrazaderas harán una forma de la letra v.

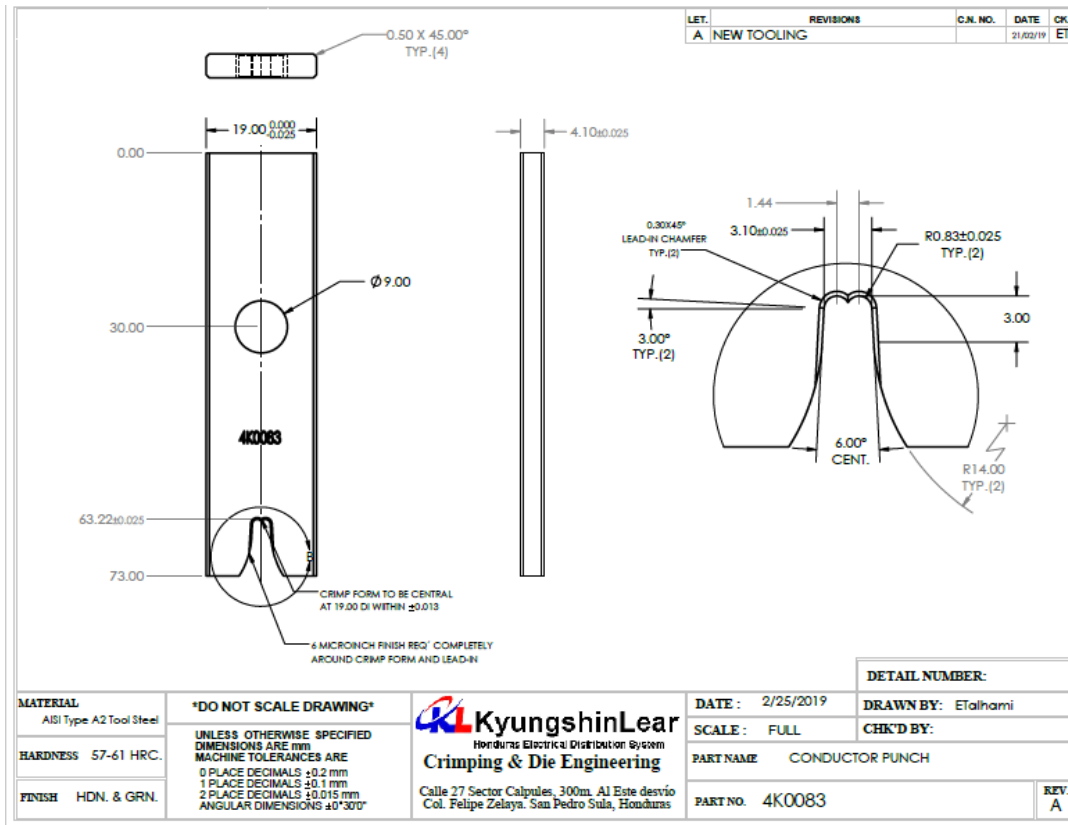


Ilustración 10. Herramienta Conductor Punch

Fuente: (Lear, 2019)

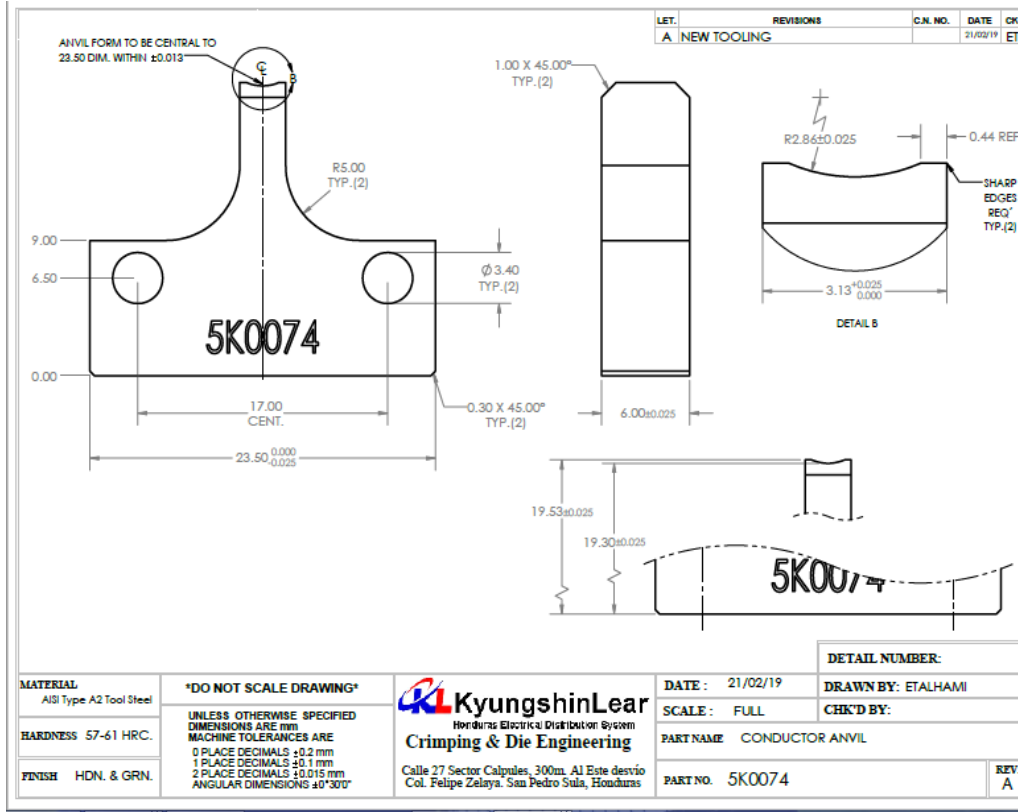


Ilustración 11 Herramienta Conductor Anvil

Fuente: (Lear, 2019)

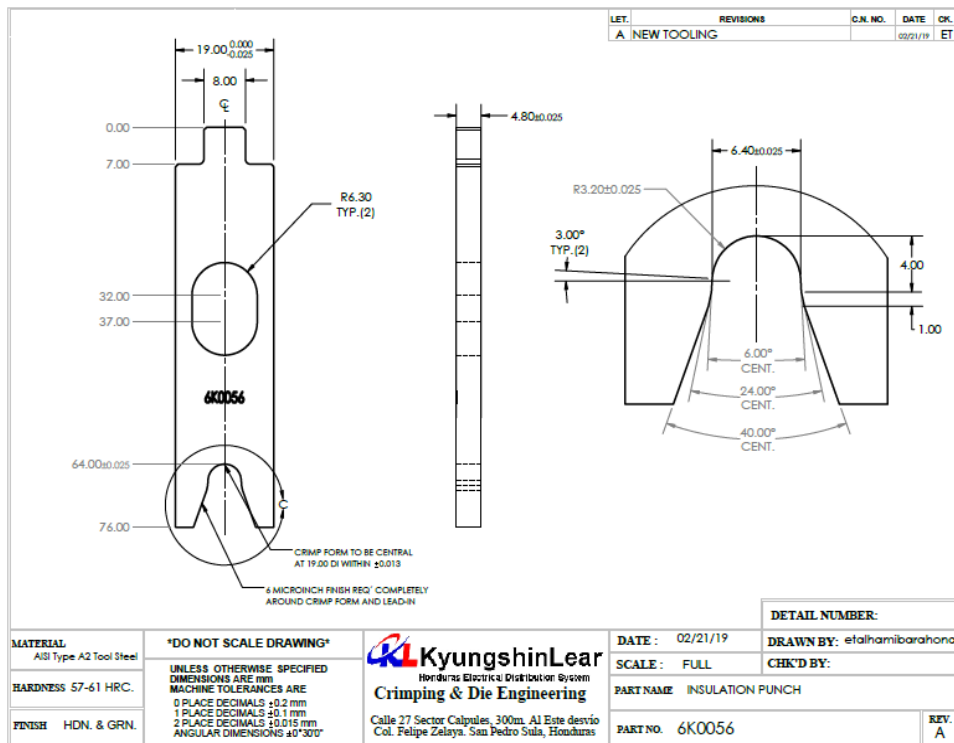


Ilustración 12. Herramienta Insulation Punch

Fuente: Fuente: (Lear, 2019)

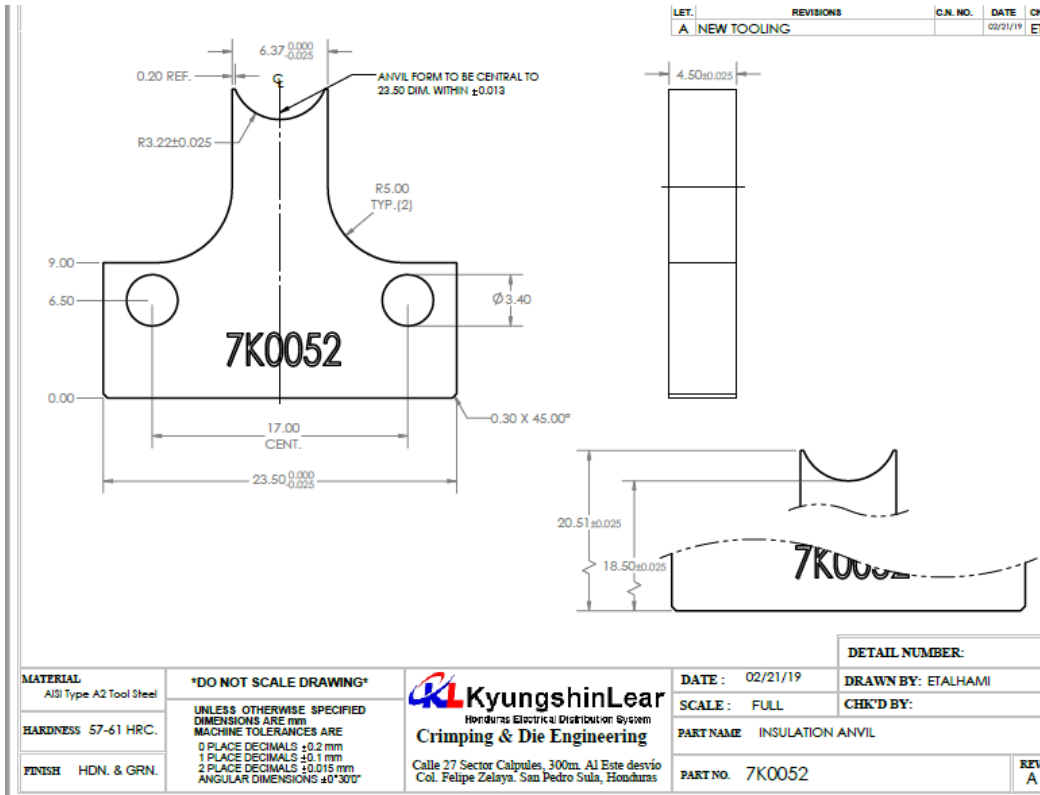


Ilustración 13 Herramienta Insulation Anvil,

Fuente: (Lear, 2019)

En las ilustraciones número 10,11,12,13 podemos observar las herramientas que se utilizan en los troqueles, con estas herramientas las terminales con *crimpadas* una vez que son montadas en el troquel y están listas para ser añadidas al circuito correspondiente.

3.6 FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS DE ACTUADORES

A los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad. (Guachi, 2015, p.4)

En la empresa se utilizan diversos tipos de actuadores, los más comunes son los que encontramos en las guardas de las maquinas Komax, ya que cuando el técnico necesita trabajar en la máquina debido a una falla la guarda se activa y esta sube permitiendo al técnico poder trabajar, la guarda son levantadas por medio de pistones neumáticos y estos pistones mantienen arriba la guarda el tiempo necesario para que el técnico trabaje y repare cualquier tipo de falla que tenga la máquina.

3.6.1 CILINDRO DE SIMPLE EFECTO

En los cilindros de simple efecto, el aire se alimenta en un solo lado. Por ello, estos cilindros solamente pueden ejecutar un trabajo en un solo sentido. Para que el cilindro retroceda, debe descargarse primero el aire contenido en la cámara para que se mueva el vástago por la fuerza que ejerce el muelle incorporado. El aire se descarga a través de un taladro que se encuentran en la culata del cilindro.



Ilustración 14 Ilustración 3 Imagen real, dibujo en sección y símbolo de un cilindro de simple efecto.

Fuente: (Festo, 2019)

Dentro de la empresa existen diferentes tipos de guardas que necesitan ser activadas y desactivadas, como podemos ver en la imagen 15 en las maquinas trenzadoras coreanas cuando es activado el inicio del proceso la guarda es activada cubriendo los *Pocayoque* que

son los que hacen la función de girar y trenzar el cable para este tipo de máquinas se utiliza otro tipo de cilindro.



Ilustración 15 Trenzadora Coreana

Fuente: Propia

3.6.1 CILINDRO DE DOBLE EFECTO

Los cilindros de doble efecto reciben aire comprimido en ambos lados. Por ello, estos cilindros pueden ejecutar un trabajo en ambos sentidos. La fuerza que se aplica en el vástago es algo superior en avance que, en retroceso, ya que la superficie es mayor en el lado del émbolo que en el lado del vástago.

Los cilindros de doble efectos tienen una conexión en cada lado, es decir, en cada cámara de presión. Antes de ejecutarse el movimiento en el sentido contrario, es necesario descargar primero el aire contenido en la cámara del lado opuesto (lado del vástago o lado del émbolo).



Ilustración 16 Ilustración 4 Imagen real, dibujo en sección y símbolo de un cilindro de doble efecto

Fuente: (Festo, 2019)

3.7 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Para la construcción de sistemas industriales la toma de decisiones del sistema se lleva a cabo por instrucciones codificadas que se almacenan en un chip de memoria y se ejecutan en un microprocesador. Si el sistema de control necesita modificarse, solo se cambian las instrucciones codificadas. Tales cambios se denominan cambios de software, y son implementados rápida y 29 fácilmente. Por lo tanto, nos referimos a tales sistemas como sistemas programables. Si todos los componentes necesarios de control se ensamblan y venden como una unidad completa, la unidad se conoce como un controlador lógico programable. (Maloney, 2006)

Los PLC son los sistemas de control más utilizados y a la vez, son los más sencillos, por lo que a continuación se ofrecen informaciones más detalladas sobre este tipo de sistemas de control. Y se explicara en donde se encuentran dentro de KyungshinLear.



Ilustración 17 PLC Micrologix 1200 (Catalogo Rockwell Automation pág. 8)

Fuente: (Rockwell, 2019)

La programación de un autómata consiste en el establecimiento de una sucesión ordenada de instrucciones que están disponibles en el sistema de programación y que resuelven el control sobre un proceso determinado. No existe una descripción única para cada lenguaje, sino que cada fabricante utiliza una denominación particular para las diferentes instrucciones y una configuración particular para representar las diferentes variables internas y externas. (Fernando, Enrique, Armando, Ignacio, & Alejandro, 2009, p. 46)

El componente principal de un PLC es el sistema de microprocesadores. Mediante la programación del microprocesador se define lo siguiente:

- Determinación de las entradas (INPUTS I1, I2, etc.) que se registrarán y en qué orden se encuentran.
- La forma de relacionar entre sí esas señales de entrada con las de salida.
- En qué salidas (OUTPUTS Q1, Q2, etc.) se pondrán las señales correspondientes a los resultados del procesamiento de las señales de entrada

Lo que significa que en un PLC el comportamiento del sistema de control no se define mediante la conexión de módulos eléctricos (hardware), sino mediante un programa (software). Y conforme a lo que se cargado en la memoria del PLC será el proceso realizado por la máquina.

En la empresa KyungshinLear las máquinas que utilizan un PLC son las maquinas Komax ya que estas máquinas tienen un 80% de su proceso automatizado. El operador de la maquina

se encarga de abastecer de cable la máquina, de cargar la terminal que se utilizara para realizar el circuito, se encarga de ingresar el código del circuito que se tiene que correr correspondiente a los troqueles que tenga montados, al cable y al número de terminal que monte. El operador verifica que todo este conforme a las especificaciones que se le han dado al circuito, en caso de que no cumplan con las especificaciones el operador llama al técnico para que solucione el problema.

Y esa es la parte en que el operador tiene algo que ver en a máquina. El resto del proceso que es cortar el cable, desforrarlo y crimpado es realizado automáticamente por la maquina por la programación que ha sido cargada en el PLC.

El sistema eléctrico de potencia ideal es un sistema selectivo. Para funcionar de esta manera, los dispositivos de protección deben ser coordinados con cada uno de los otros, de tal forma que sólo opere primero el dispositivo que se encuentra más cercano a la falla; si por alguna razón este dispositivo falla en su operación, el siguiente debe abrir una porción mayor del circuito y así sucesivamente hasta el dispositivo de protección de la fuente. (Harper, 2005, p. 271)

IV. DESARROLLO

4.1 ACTIVIDADES POR SEMANA

4.1.1 SEMANA 1

La primera fase fue realizada en el área de mantenimiento, pero el área de mantenimiento se divide en múltiples áreas y una de esas áreas es Crimping, que es donde fui asignado por un tiempo, en el área de Crimping se realizan los estudios necesarios para las nuevas aplicaciones de los circuitos, esta área es encargada de comprobar y verificar la buena condición de los procesos que se corren en el área de producción. Los estudios que se realizan tienen que ser aprobados por APQP y si estos estudios tienen algún defecto el área de Crimping se encarga de solucionarlo y comprobar por qué se estaba dando el defecto. En la primera semana se me introdujo a los diferentes estudios que se tienen que realizar para comprobar el buen estado de los procesos que se corren en planta. El área de Crimping se encarga del diseño de las herramientas de los troqueles ya que HEDS ha ido tomando su propio formato de trabajo con las herramientas por ende se herramientas utilizadas en KyungshinLear son diseñadas por Crimping. Crimping se encarga de los diferentes diseños de complementos que son requeridos o solicitados por el área de mantenimiento en piso.



Technical Manning:
First shift : 5
Second Shift: 5
Rate of Samples for Crimp validation: 20 per week

Ilustración 18. Área de Crimping

Fuente: (Lear,2019)

En la ilustración 18 se puede observar como el grupo de técnicos de Crimping realizan los estudios que han sido asignados por los supervisores.

4.1.2 SEMANA 2

En la segunda semana continúe con la introducción del área y me fue asignado hacer el plano de algunas herramientas de los troqueles, por ende, procedí a tomar medidas de las herramientas con el vernier y utilicé el micro-view para poder observar las medidas con más complejidad como ser los ángulos y círculos que están en las herramientas. La precisión de las medidas de las herramientas tiene que ser exacta ya que si la herramienta es muy grande las herramientas no entrarías en el troquel y no podrían ser utilizadas o si las medidas son muy pequeñas las herramientas no podrían quedar fijas a la hora de troquelar y se dañarían por el movimiento de la prensa. Luego de haber tomado las medidas necesarias procedí a hacer el dibujo utilizando Solidworks, al finalizar el dibujo se comenzó la elaboración del plano.

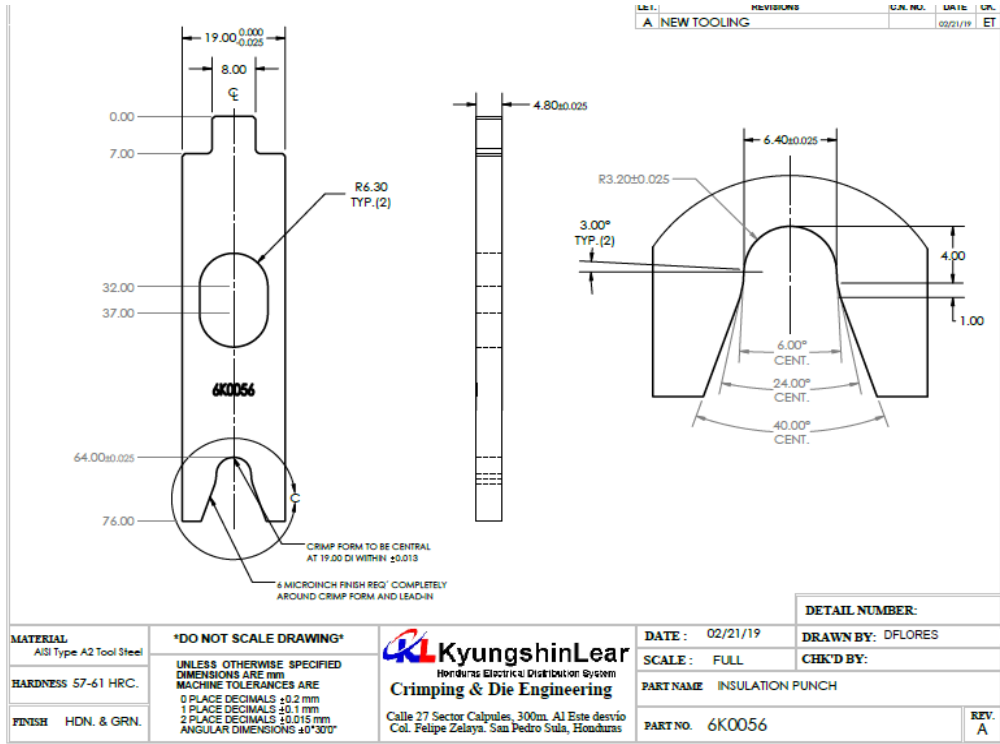


Ilustración 19 Plano de Insulation Punch

Fuente: (Lear,2019)

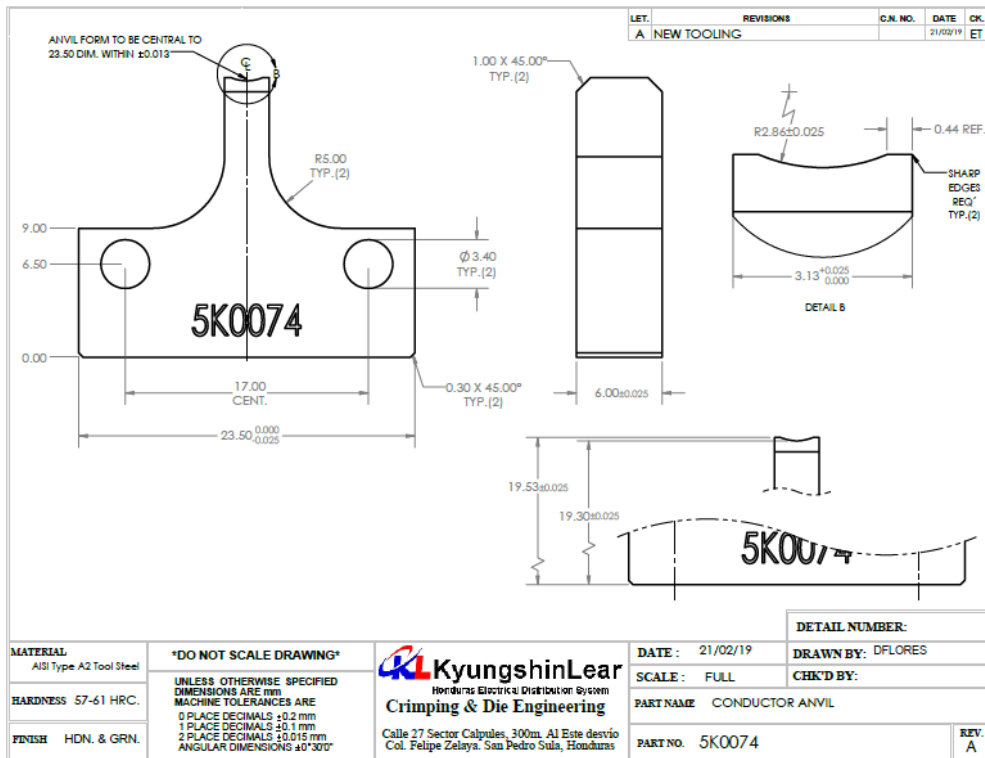


Ilustración 20. Plano de Conductor Anvil

Fuente: (Lear,2019)

En la ilustración número 19 y 20 se muestran alguno de los planos de las herramientas que fueron elaborador durante el transcurso de la semana.

4.1.3 SEMANA 3

En la semana 3 el supervisor me pidió hacer una instalación de un componente de una troqueladora manual. El componente que se instaló fe un cortador tipo chopper, este cortador ayuda al operador ya que cuando el circuito que esta crimpado tiene un defecto ya sea por las medidas que están muy altas o muy bajas o porque esta desalineada entre otros defectos. Las maquinas Troqueladoras manuales constan de un CFM el cual se encarga de grabar graficas con el comportamiento de la prensa cuando se está troquelando. Se inicia un aprendizaje a la máquina para que este sea tomado como referencia de como tienen que estar las medidas. Luego de haber grabado curve se comienza a producir, si está troquelando y llega un momento en que la gráfica se salió de la pre-establecida anteriormente en CFM se activa mostrando que hay una incongruencia en la pieza troquelada y junto al CFM se activa el cortador chopper que desecha el circuito defectuoso cortándolo y dejándolo inservible. Las fallas se pueden dar ya sea que las medidas del conductor y del forro se han movido y no concuerdan con las medidas establecidas por calidad o porque la terminal se encuentra adelantada o atrasada, muchos otros factores pueden activar la falla.

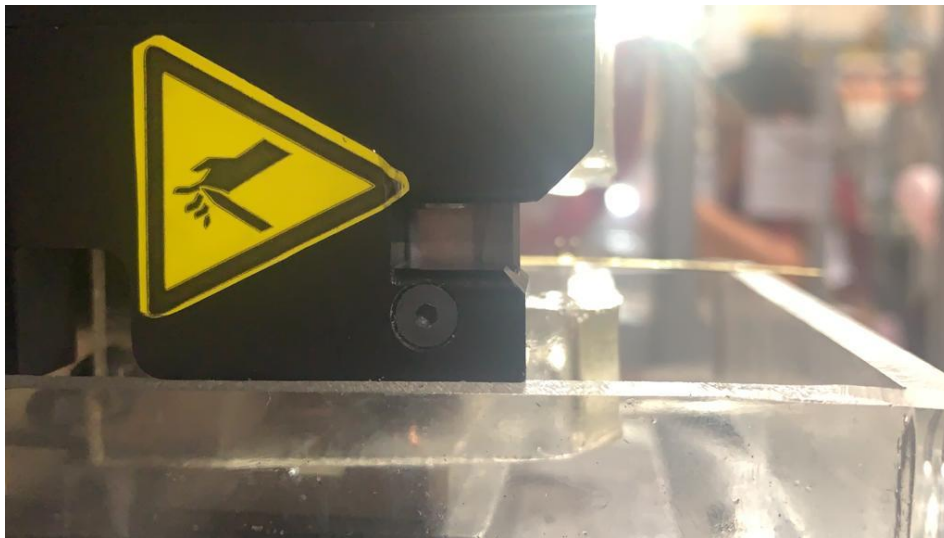


Ilustración 21. Cortador Chopper

Fuente: Propia

En la imagen anterior se observa la cortadora chopper ya añadida a la guarda de la máquina y se muestra cuando se activó ya que una falla había sido detectada.

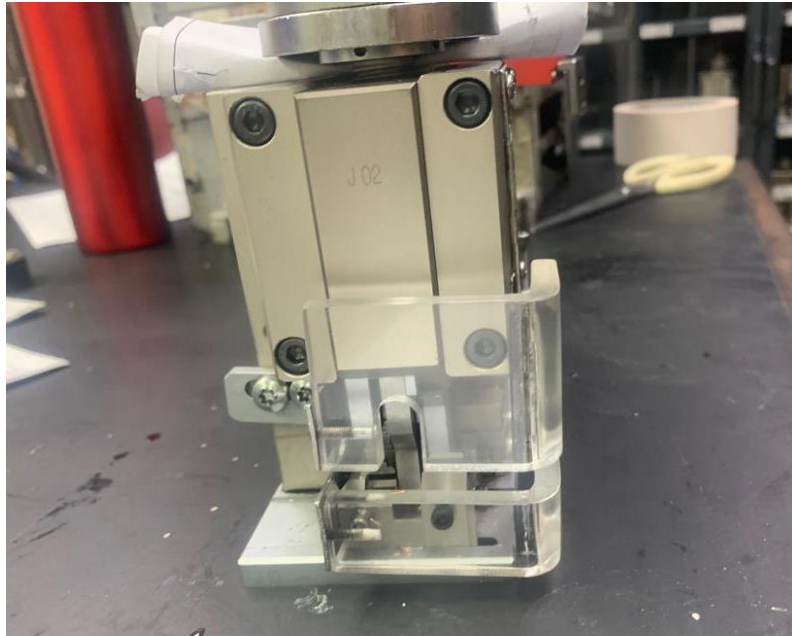


Ilustración 22 Troquel Coreano con guarda

Fuente: Propia

4.1.4 SEMANA 4

En la imagen anterior se muestra un troquel coreano utilizado en el área de Grapa. El troquel utiliza una guarda de acrílico como se muestra en la imagen. El defecto que se observó en el tipo de guarda fue que la guarda estaba sujeta de las herramientas del conductor anvil y el insulation anvil, y cuando se quería quitar la guarda ya sea para hacer una limpieza o por si la guarda se había dañado se daba el problema que el troquel llegaba a descalibrarse y si el troquel no estaba bien calibrado se podía dañar las herramientas ya que el conductor punch podría chocar con el insulation anvil y esto causaría que se dañaran las herramientas. Se observó la necesidad de rediseñar la guarda de una forma que la guarda ya no se sostuviera de las herramientas, sino que buscar un lugar fijo donde no se lleguen a dañar las herramientas cuando se quiera quitar la guarda.

Para poder diseñar la guarda se necesitó tomar medidas del troquel y observar de donde se podía sujetar la guarda. Se tomaron las medidas y se procedió al diseño de la nueva guarda.

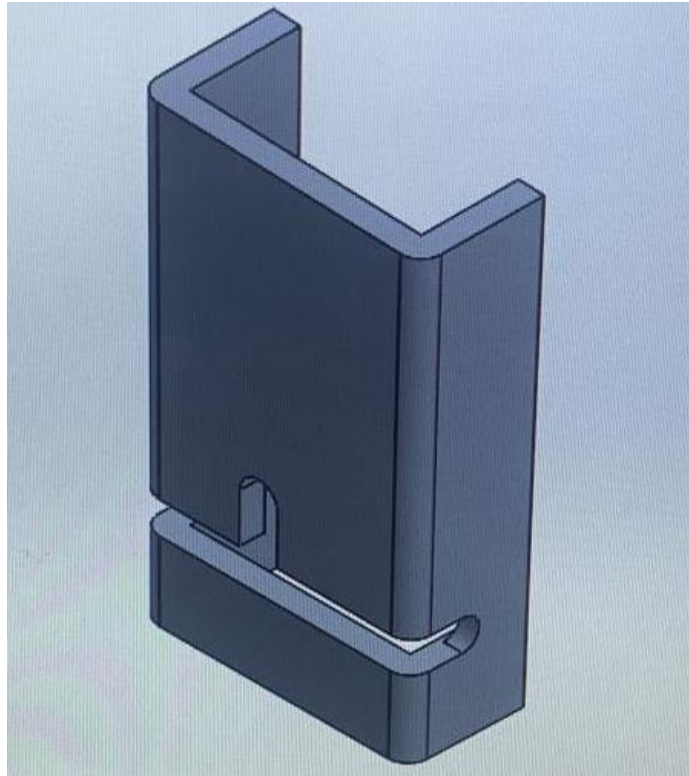


Ilustración 23 Primer diseño de Guarda

Fuente: Propia

Se hizo un prototipo de la guarda y se entregó el plano a taller para la fabricación de la guarda. Se entregó la guarda conforme al diseño entregado, cuando la guarda fue reemplazada se observó que la nueva guarda necesitaba unos ajustes menores para que el ensamblaje quedara más fuerte. Se procedió a modificar el diseño de la guarda para así llegar a tener la guarda final que se iba a utilizar y reemplazar a la antigua.

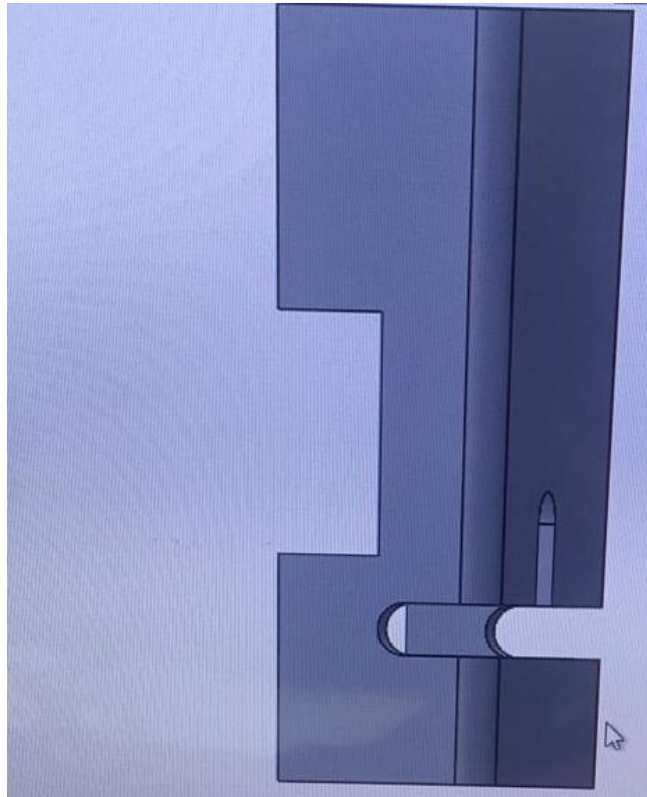


Ilustración 24 Guarda

Fuente: Propia

4.1.5 SEMANA 5

En la semana número cinco el supervisor de mantenimiento del área de ensamble entregó unas piezas que necesitaban ser dibujadas para mandar a un proveedor y que el proveedor comenzara a fabricar las piezas. Las piezas eran pines de latón que se utilizan en las máquinas de ensamble para montar los arneses cuando se quieren terminar de unir los circuitos para tener un producto final que sería el arnés. Los pines que fueron entregados tenían varios defectos ya que las medidas no eran iguales e incluso las piezas estaban con defecto en el diseño ya que los agujeros para los tornillos quedaban expuestos por la falta de exactitud en las medidas. Se tomaron medidas y se modificaron a modo que no afectara a la hora de que necesitaran ser ensamblados en las máquinas pero que a la vez quedarán con más resistencia. Luego se procedió a hacer los planos y fueron entregados al supervisor. Se hicieron un total de 55 planos de los pines de Latón.



Ilustración 25 Tableros de Pruebas Eléctricas

Fuente: (Lear, 2019)

En la ilustración se muestran los tableros donde van colocados los pines que se trabajaron en esta semana.

4.1.6 SEMANA 6

En la semana 6 llegó un nuevo proyecto a la empresa y era la fabricación de anvil holders. Los anvil holders se utilizan para los troqueles Heavy Duty, los troqueles Heavy Duty son utilizados para crimpar las terminales que corresponden a las baterías de los arneses. El proceso necesita prensas más robustas ya que las terminales son de mayor tamaño por ende la prensa necesita ser más potente. Los anvil holders se utilizan para que las terminales puedan descansar a la hora que sea troquelada, el anvil holders impide que la terminal se mueva de un lado para otro y que este firme a la hora de hacer el troquelado ya que si no está firme cuando sea crimpada la terminal puede salir con las abrazaderas torcidas u otros defectos. Cada tipo de terminal tiene su anvil holders ya que algunas terminales tienen una parte que sale del anvil holders mientras otras quedan totalmente dentro del anvil holders. Se proporcionaron las terminales en 3D para que se pudiera ensamblar todo el conjunto una vez diseñado el anvil holders y así comprobar su buen funcionamiento previo a hacer un

prototipo para luego confirmar físicamente que se puede implementar y luego mandar los planos necesarios a un proveedor para que pueda comenzar a producir los anvil holders.

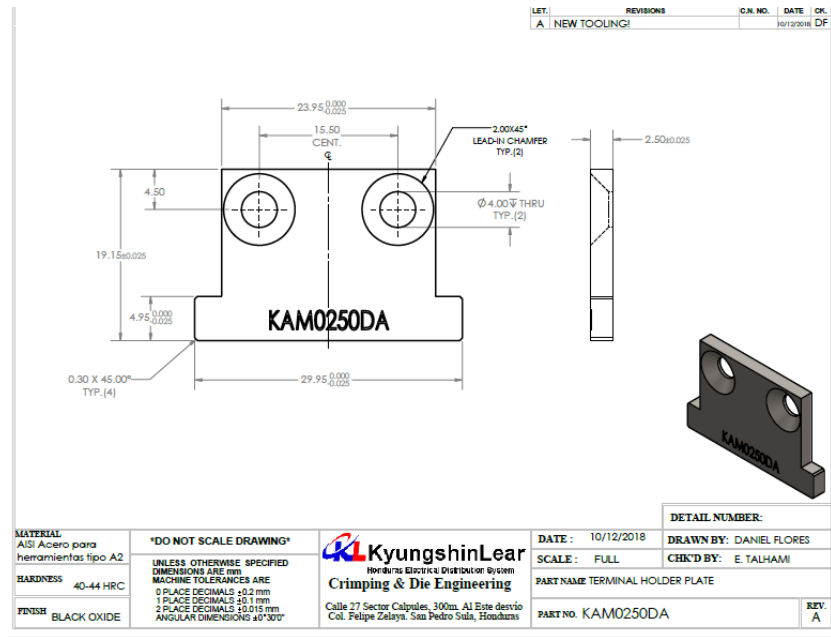


Ilustración 26 Terminal Holder Plate

Fuente: (Lear, 2019)

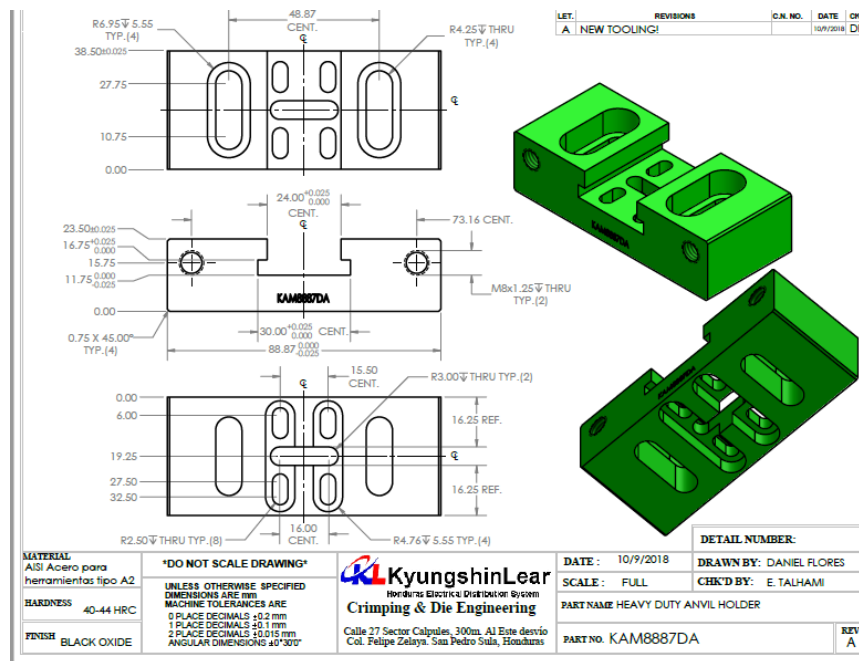


Ilustración 27. Base de Anvil Holders

Fuente: (Lear, 2019)

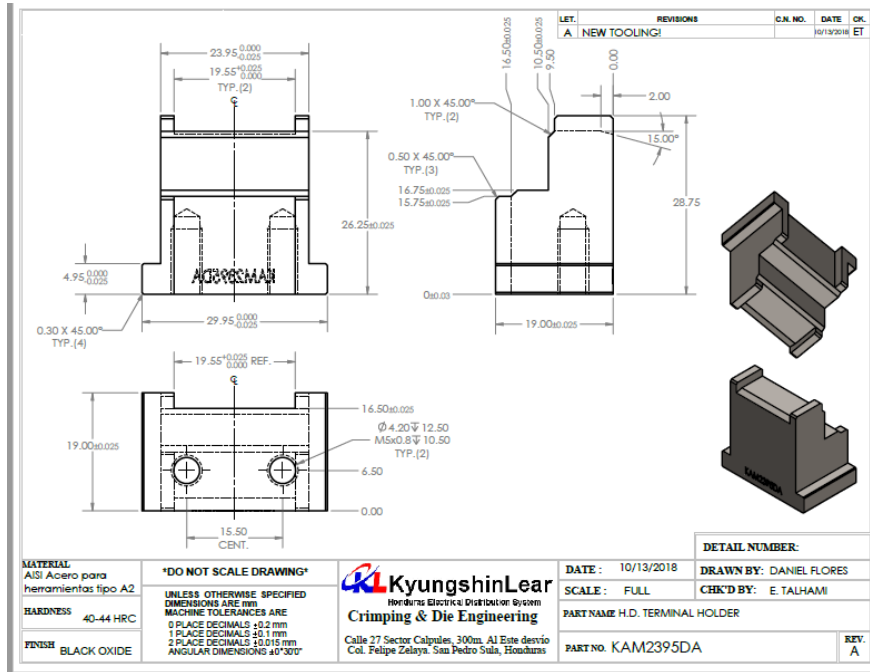


Ilustración 28 Parte H.D. Terminal Holder

Fuente: (Lear, 2019)

En las imágenes anteriores se muestran algunas de las piezas diseñadas durante la semana 6 en ellas podemos observar la base de los *anvil holders* que es donde van ensamblada los otras dos partes, la base va colocada sobre el troquel *heavy duty* y en la base se coloca el terminal *holder* y el terminal *holder plate*.

4.1.7 SEMANA 7

En el transcurso de la semana llegaron nuevas máquinas a la empresa KyungshinLear. Las máquinas que se adquirieron serian instaladas en el área de batería, estas son máquinas de la marca MECAL p200 BT y su función es troquelas manualmente las terminales con mayor tamaño. Estas terminales se utilizan principalmente para el arnes que se compone para conectar la batería del automóvil.



Ilustración 29 Máquina Mecal p200 BT,

Fuente: Propia

La máquina p200 cuenta con varios componentes entre ellos con un motor de $\frac{1}{2}$ hp, cuenta con pistones neumáticos que ayudan para poder subir y bajar la guarda de protección cuando se está troquelando, cuenta con botones que sirven para activar y desactivar la máquina, los botones le dan el mando de troquelar. Para la instalación de la maquina se tuvo que observar el diagrama de la forma en que se conecta la máquina para que pueda trabajar de la forma que corresponde.



Ilustración 30 Conexión de la maquina p200 BT

Fuente: Propia

Durante la semana se hizo la correcta conexión de todos los elementos que pertenece y se hicieron las pruebas necesarias para comprobar el buen funcionamiento de la máquina, se conectaron los diferentes contactores y el resto de los componentes de manera que se observará y poder entender la conexión de cómo había sido realizada.

4.1.8 SEMANA 8

En la semana número 8 se decidió reemplazar un componente de la máquina que tiene como nombre CFM, que significa *Crimp Force Monitor*, este componente es utilizado para medir la gráfica de fuerza que se ejerce en una prensa a la hora de troquelar una terminal. Para comenzar el proceso el operador debe realizar un aprendizaje, que este se realiza troquelando piezas que tengas la medida correcta de desforre, las medidas correspondientes ya sea de el forro o del conductor de una terminal. Cuando se selecciona aprendizaje el CFM comienza a grabar en la curva la fuerza máxima y mínima que se ejercerá a la hora de que se crimpa la terminal y así llega a conocer los valores que están dentro de los parámetros que se han establecido con anterioridad.



Ilustración 31 CFM-Lite Sultec,

Fuente: (Manual CFM-Lite Sultec Co.,Ltd, 2019)

El CFM cuenta con un sensor y este sensor va conectado a la prensa y así cada vez que es troquelado y activado el ciclo el sensor mide la fuerza con la cual baja la prensa y este le manda la información al CFM.



Ilustración 32 Sensor de Fuerza

Fuente: (Manual CFM-Lite Sultec Co.,Ltd, 2019)

Cuando se la da el proceso de aprendizaje el CFM tira la gráfica de cómo tiene que ser cada vez que es crimpada una terminal, si este se activa es porque algo anda mal con la terminal crimpada por ende hay que revisarla para saber porque se activó el CFM.

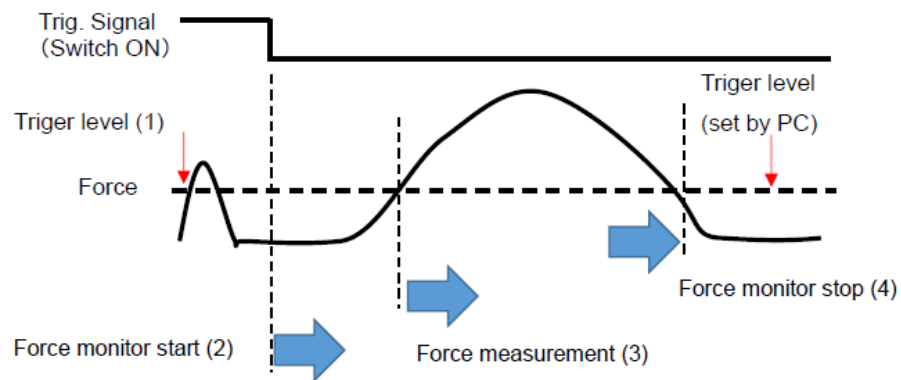


Ilustración 33 Modelo de grafica de CFM –Lite

Fuente: (Manual CFM-Lite Sultec Co., Ltd, 2019)



Ilustración 34 Grafico del CFM luego del aprendizaje

Fuente: Propia

Los CFM fueron instalados en 10 máquinas, debido a que las máquinas que se le instalaron tenían un CFM menos precisos que causaban que se dejaran pasar muchos defectos en el área.

4.1.9 SEMANA 9

En la semana 9 se continuó con la instalación de los CFM en las máquinas Troqueladoras manuales y al mismo tiempo se me asignó supervisar el área de macro que es donde se encuentran las Troqueladoras manuales. Mi función era supervisar al personal técnico de que cuando los operadores necesitaran técnico debido a un problema de la máquina o del troquel ellos fueran a solucionarlo. Cuando un técnico necesitaba ayuda para poder solucionar el problema él solicitaba ayuda y era cuando se le iba a asistir para poder solucionar el problema y así poder poner a trabajar la maquina lo más pronto posible. Uno de los problemas más comunes se tenían en las máquinas BenchMaster, y el problema era que la maquina dejaba de troquelar, es decir, cuando se activaba el pedal para comenzar el ciclo para troquelar este no se cumplía debido a diferentes factores. Uno de los factores era que la bobina que movía el timón y hacia que el brazo troquelara estaba dañada, se observó

la necesidad de solucionar el problema, se desarmó la parte mecánica de la máquina y se reparó la pieza que estaba dañada y la maquina continuó trabajando de la forma correcta.



Ilustración 35 Área de Macro

Fuente: Propia

4.1.10 SEMANA 10

En la semana 10 hubo un cambio de área, me trasladaron al área de corte, en el área de corte se encuentran las máquinas automáticas. Me asignaron a esta área para supervisar y dirigir al personal técnico, mi trabajo mayormente se enfocaba en mantener el control en el área con las maquinas que pedían un servicio técnico y poder agilizar más a los técnicos para tener un menor número de tiempo. El área de corte consta de 10 bahías y en las 10 bahías existen 62 máquinas, existen maquinas Alpha KOMAX de diferentes modelos y máquinas KM. El área de corta cuenta con 12 técnicos uno por bahía, y en la última bahía consta de 2 técnicos, y dentro de los dos existe un técnico en computación que se encarga

de los problemas que surgen cuando se trata del sistema operativo de las computadoras. Se me asignó supervisar todas las bahías y así ayudar a restar el tiempo de mantenimiento que se daba en el turno de trabajo.



Ilustración 36 Bahía 10 Área de Corte

Fuente: Propia

En la imagen anterior podemos observar la bahía número 10 consta de la maquina 50-55 y de las 57-58. La bahía 10 consta de máquinas Komax. La mayoría de las fallas en esta máquina es por los sensores de cable frontales y traseros. Esto quiere decir que cuando el cable pasa por los sensores después de haberlo desferrado y crimpado el sensor no los detecta por ende se muestra un error en la máquina.



Ilustración 37 Alpha 3557

Fuente: Propia



Ilustración 38 Komax Alpha 3557

Fuente: Propia

4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 1. Cronograma

Actividad	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Introducción al Área de Crimping	█	█								
Elaboración de Planos y Dibujos de Herramientas para Troqueles		█								
Instalación de Cortadores Chopper en Troqueladoras Manuales			█							
Diseño de guarda para troqueles Coreanos			█	█						
Diseño y Elaboración de pines para Máquinas de Ensamble final				█	█					
Diseño y elaboración de anvil holders para troqueles heavy duty					█	█				
Instalacion de Máquinas Mecal							█			
Instalación de CFM en Máquinas del Área de Macro								█		
Supervisión en el Área de Macro								█	█	
Supervisión de Área de Corte										█

Fuente: Propia

4.3 CONCLUSIONES

A continuación, se detallarán las conclusiones obtenidas durante la elaboración del proyecto.

- 1) A lo largo de la práctica se asignó diversos planos y diseños a elaborar, se cumplió con el trabajo en el tiempo estipulado para ser entregados, fueron verificados y aprobados por el supervisor, ya que cumplían todos los requerimientos solicitados.
- 2) Se realizaron diversos preventivos en el área de Macro para asesorarse del buen funcionamiento de las prensas de la empresa e impedir tener una mala manufacturación del circuito por un defecto en las troqueladoras manuales.
- 3) Se instalaron CFM con mucha mayor precisión para reducir los posibles circuitos defectuosos y así comprobar la buena manufacturación de los circuitos para los arneses eléctricos automotrices.

4.4 RECOMENDACIONES

4.4.1 HACIA LA EMPRESA

- 1) Implementar capacitaciones para practicantes de ingeniería, abarcando cada proceso dentro de la planta, para que el alumno este más capacitado y así al finalizar su práctica poder desempeñarse en cualquier entorno.
- 2) Mejorar la distribución de la planta, ya que se dificulta la localización de las máquinas.
- 3) Mejorar la atención del área de almacén, ya que se pierde mucho tiempo en que se entreguen las herramientas o piezas. Se debe tener un sistema más eficaz y rápido para la alcalización de números de partes, ya que durante los inicios de turno se congestiona de gente y solo hay una persona atendiendo.

4.4.2 HACIA LA UNIVERSIDAD

- 1) Mejorar los conocimientos en equipos neumáticos e hidráulicos y de los diferentes sensores, ya que en el mundo de la industria se observan una infinidad de componentes.
- 2) Implementar charlas sobre seguridad industrial, ya que es muy importante dentro de cualquier industria para evitar todo tipo de accidente y la muerte.

BIBLIOGRAFÍA

Eismin, T. K. (2014). *Aircraft electricity and electronics* (6th ed). New York: McGraw-Hill Education.

Estanflux. (2019). Estanflux, industria electrónica y cableado. Recuperado 25 de agosto de 2019, de <http://estanflux.es/>

Fernando, C. H., Enrique, G. F. G., Armando, S. B. E., Ignacio, Y. G., & Alejandro, Z. C. C. (2009).

Automatización de un puente-grúa (Thesis). Recuperado de

<http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2942>

Festo. (2019). Pneumatic & electric automation technology | Festo USA. Recuperado 25 de agosto de 2019, de <https://www.festo.com/us/en/>

Guachi, S. (2015). *Funcionamiento de los sensores y actuadores de un sistema*. Recuperado de

https://www.academia.edu/22969296/CAP%C3%8DTULO_I._FUNCIONAMIENTO_DE_LOS_SENSORES_Y_ACTUADORES_DE_UN_SISTEMA

Harper, G. E. (2005). *Proteccion de instalaciones electricas industriales y comerciales / Protection of Electrical Industrial and Commercial Installations*. Editorial Limusa.

Honduras Electrical Distribution Systems. (2014, septiembre 9). Kyungshin Lear: Kyungshin Lear

Honduras Distribution Systems. Recuperado 20 de agosto de 2019, de Kyungshin Lear

website: <http://learkyung.blogspot.com/2014/09/kyungshin-lear-honduras-distribution.html>

Lear Corp. (2002). *Manual del Troquel LEAR*. Lear Corp.

Lear, Corporation. (2019). Lear Corporation | Corporate Blog. Recuperado 17 de mayo de 2019, de

<https://www.lear.com/blog/>

Maloney, T. J. (2006). *Electrónica industrial moderna*. Pearson Educación.

Muñoz, E. M. L. (2013). *Fundamentos de investigación—Un enfoque por competencias 2a edición*.

Alfaomega Grupo Editor.

Muñoz Razo, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. México, D.F.: Pearson Educación.

Rockwell. (2019). Rockwell Product Catalog. Recuperado 25 de agosto de 2019, de <https://configurator.rockwellautomation.com/#/browse>

SterlingMachinery. (2019). Buy, Sell, Trade New and Used Metal Working Machinery | New & Used Hydraulic Press Brakes, Shears, Presses | Fabricating Machinery | Lathe, Milling Machine, Saw, Grinder | Sheet Metal Rolls | Fiber Laser Sterling Machinery. Recuperado 25 de agosto de 2019, de <https://www.sterlingmachinery.com/>

Barrientos. A., & Gambao, E. (2014). *Sistemas de producción automatizados*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=32296>
80

Cembranos Nistral, F. J. (s/f). *Automatismos Eléctricos Neumáticos e Hidráulicos* (5a ed.). Thomson.

L. Norton, R. (2009). *Diseño de Maquinaria* (4.a ed.). Recuperado a partir de <http://unitec.libri.mx/libro.php?libroid=7117>

K. Alexander, C., & N. O. Sadiku, M. (s.f.). *Fundamentos de circuitos eléctricos*(3.aed.). McGraw-Hill

Lear Corp. (2004). *Manual del Troquel LEAR MiniDie*. Lear Corp.

