

07 de
junio de
2019



MAHLE



**JAIME ALBERTO
AGUILAR ESQUIVEL.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

RESTAURACIÓN DE MÁQUINA SIM

ASESOR INTERNO: M.C. *JULIO ACEVEDO MARTÍNEZ.*

ASESOR EXTERNO: M.C. *SERGIO ALEJANDRO LÓPEZ RODRÍGUEZ.*

NOMBRE DE LA EMPRESA: *MAHLE COMPONENTES DE MOTOR DE MÉXICO DE R.L. DE C.V.*

07 DE JUNIO DE 2019.

Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.

Capítulo 1: Preliminares.

Agradecimientos.

Son bastantes personas a las cuales debo agradecer, en mi trayectoria como estudiante hay personas que me brindaron su apoyo, además de su tiempo y compartir sus conocimientos conmigo lo cual es algo invaluable.

La vida es hermosa, y una de las principales características de esta hermosura es que la podemos compartir y disfrutar con quienes amamos, podemos ayudar y ser ayudados, guiar a muchas personas si ellas lo permiten; por esto mismo, agradezco a Dios, mi familia y a todos aquellos amigos que estuvieron presentes durante toda o la mayor parte de mí carrera, gracias a todos, aquellos que me han brindado sus conocimientos educándome, enseñándome valores y responsabilidades, además de sus consejos.

El desarrollo de este proyecto no lo puedo catalogar como algo fácil, pero lo que sí puedo hacer, es afirmar que durante todo este tiempo pude disfrutar de cada momento, que cada proceso que se realizó dentro de este, lo disfruté mucho.

Hacer mis residencias en la empresa MAHLE es una experiencia que ha cambiado mi perspectiva de la vida, por lo que estoy enormemente agradecido con las autoridades que me abrieron las puertas de la empresa para darme la oportunidad de aprender de ellos y aportar mis conocimientos, además de mis habilidades, estoy totalmente satisfecho con esta experiencia.

Finalmente, quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la institución en la que me ha formado, a mis asesores Ing. Julio Acevedo Martínez y el ing. Sergio Alejandro López, por orientarme en el desarrollo del proyecto, a su vez a mis compañeros de trabajo que compartieron sus conocimientos y experiencias conmigo.

Resumen.

Este proyecto “Reconstrucción de máquina SIM”, el cual me fue asignado en el taller de reconstrucción en la empresa MAHLE Componentes de motor de México de R.L. DE C.V.

Se muestra el proceso que se realizó para lograr el objetivo de la restauración de la máquina, debido a que la máquina ya no cumplía con los estándares que el cliente exige, se opta por reconstruir la maquinaria y no desecharla, con esto se logra reducir la cantidad residuos que genera la planta.

La máquina es crítica en el proceso, la cual hace la función de rectificar las puntas de los anillos, el rectificado se ajusta con cada corte de acuerdo a las tolerancias establecidas por el cliente, las cuales acompañan el lote durante todo el proceso.

Se remplazaron los componentes eléctricos, electrónicos, neumáticos, mecánicos y guardas, por elementos nuevos que cumplen con los parámetros de las maquinas contiguas e inclusive se mejoran esas características.

Índice:

Capítulo 1: Preliminares.....	2
Agradecimientos.....	2
Resumen.....	3
Índice:.....	4
Lista de imágenes.....	6
Lista de tablas.....	6
Introducción.....	7
Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante.....	8
1. Problemas a resolver.....	10
2. Objetivos (General y Específicos).....	10
Objetivo general:.....	10
Objetivos específicos:.....	10
3. Justificación.....	11
Capítulo 3: Marco teórico.....	12
Capítulo 4: DESARROLLO.....	23
Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	23
1. Retiro de máquina de línea de producción.....	23
2. Desmontado de todas las piezas.....	24
3. Limpieza de cada una de las piezas para posteriormente diagnosticar su daño y cotizarlas de ser necesario.....	24
4. Armado y renovación de tablero eléctrico.....	25
5. Pintado y pavonado de piezas.....	27
6. Ensamble de las piezas.....	29
6.1. Instalación mecánica.....	29
6.4 Instalación de guillotina.....	31
6.2 Instalación de pusher.....	31
6.3 Instalación del sistema neumático.....	32
6.4 Instalación de cableado control y potencia.....	33
6.3 Montado de guardas.....	35
6.4 Puesta a punto de la máquina e instalación de la máquina en línea de producción.....	35

<i>Capítulo 5: Cronograma de actividades.</i>	36
<i>Capítulo 6: Resultados.</i>	37
<i>Capítulo 7: Conclusiones del Proyecto.</i>	38
<i>Capítulo 8: Competencias desarrolladas y/o aplicadas.</i>	39
<i>Capítulo 9: Fuentes de información.</i>	40
<i>Capítulo 10: ANEXOS.</i>	43

Lista de imágenes.

IMAGEN 1. EDIFICIO PRINCIPAL DE OFICINAS.	9
IMAGEN 2. FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE UNA ELECTROBOMBA.....	13
IMAGEN 3. FUNCIONAMIENTO DE PULSADOR.	14
IMAGEN 4. CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO.	15
IMAGEN 5. PANEL VIEW.....	18
IMAGEN 6. SWITCH DE ETHERNET O CONMUTADOR.....	20
IMAGEN 7. CARACTERÍSTICAS DE CABLES.	21
IMAGEN 8. MÁQUINA EN MAL ESTADO, VISTA POSTERIOR. ...	23
IMAGEN 9. MÁQUINA EN MAL ESTADO, VISTA FRONTAL.	
IMAGEN 10, MÁQUINA EN MAL ESTADO, VISTA SUPERIOR, GUILLOTINA A LA VISTA.....	24
IMAGEN 11. LAYOUT DE DISTRIBUCIÓN DE TABLERO ELÉCTRICO DE CONTROL.....	26
IMAGEN 12. PULIDORA DEWALT Y CARDA METÁLICA.....	27
IMAGEN 13. ESTRUCTURA EN MAL ESTADO Y ACTUALMENTE REPARADA	27
IMAGEN 14. PLACA BASE DE MÁQUINA SIM	29
IMAGEN 15. MOTOR BALDOR DE ACERO INOXIDABLE RESISTENTE A LÍQUIDOS.	
IMAGEN 16. SISTEMA DE ALINEACION DE ANILLOS Y BARRAS PARA MANTENER ALINEADOS LOS ANILLOS.....	30
IMAGEN 17. BASE DE GUILLOTINA Y CARROS DE GUIA LINEAL DE BOLA	31
IMAGEN 18. PUSHER (SERVOMOTOR Y ACTUADOR)	31
IMAGEN 19. SERVOMOTOR Y DRIVER.	31
IMAGEN 20. SECADOR Y UNIDADES DE MANTENIMIENTO.	32
IMAGEN 21. MICRO SWITCH, SENSORES LIMITADORES DE CARRERA DEL ACTUADOR NEUMÁTICO.....	33
IMAGEN 22. BORNAS DE 10MM PARA POTENCIA.....	33
IMAGEN 23. ENTRADAS Y SALIDAS DE CABLEADO DEL VARIADOR.	33
IMAGEN 24. CLEMAS DE 6MM DE ENTRADA Y SALIDA DE ETAPA DE CONTROL.....	34
IMAGEN 25. VISTA FRONTAL DE MÁQUINA RECONSTRUIDA, A SIMPLE VISTA TABLERO DE CONTROL	35
IMAGEN 26. GUARDA TRASERA DE ACERO INOXIDABLE.	35

Lista de tablas.

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES DE LAYOUT.....	26
TABLA 2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.	36
TABLA 3. RESULTADOS	37

Capítulo 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

Introducción

MAHLE es una empresa comprometida con la conservación del medio ambiente, por lo cual opta por reconstruir la maquinaria y no desecharla, al hacer esto se logra reducir los residuos producidos por la planta.

En este caso, se reconstruyó una máquina crítica en el proceso, la cual rectifica las puntas de los anillos, estos anteriormente pasan por un proceso en el cual son cortados, la finalidad del rectificado es el ajustar los cortes de acuerdo a las tolerancias establecidas por el cliente.

Se remplazaron los componentes eléctricos, electrónicos, neumáticos, mecánicos y guardas, por elementos nuevos que cumplen con los parámetros de las máquinas contiguas e inclusive mejorando.

Durante todo el proceso que se llevó a cabo, se desmontaron todas las piezas, una a una, posteriormente el trabajo más arduo el despintar piezas las cuales, por su estado en el que se encuentran se pueden reutilizar.

Después de tener todas las piezas despintadas hay que pintarlas y prepararlas para montarlas.

Al final se montan todos los elementos mecánicos, eléctricos de control y potencia, para después poner a punto la máquina y ser entregada.

Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante.

MAHLE

MAHLE Componentes de motores de México de RL de CV.

Driven by performance

La planta MAHLE se ubica en el estado de Aguascalientes, se desempeña a la fabricación y venta de anillos para pistón, los cuales se han dirigido al mercado de motores de combustión interna, compresores y Large Bore, garantizando la satisfacción de nuestros clientes, nuestro personal y de los inversionistas.

Cuenta con un sistema de gestión de calidad **IATF** la cual se ha aplicado al sector automotriz buscando la permanencia del negocio, con un enfoque de control de riesgos, a través del cumplimiento de los requerimientos se logra la fabricación de productos de mejor calidad para sus clientes.

Objetivos de calidad:

1. Reducción de partes por millón de clientes.
2. Reducción de reclamos de clientes.
3. Satisfacción de los clientes por entregas a tiempo.
4. Reducción de partes por millón internos.
5. Reducción de costos de calidad.
6. Ahorro de costos y valor agregado.

El área asignada

Taller de reconstrucción; El taller se encarga de restaurar maquinaria dañada, deteriorada e incluso de la instalación de nueva maquinaria, es de suma importancia mantener la maquinaria calibrada y en buen estado, debido a que los cortes de los anillos son de alta precisión, así se evita el desperdicio de material.

El proceso que se sigue en el taller es el siguiente, se leen los requerimientos diseñados por el departamento de ingeniería, la máquina se retira de la línea de producción, en

cuanto esta arriba al taller enseguida se desmontan todas las piezas por completo de la maquinaria, se revisa el sistema hidráulico, neumático, mecánico, eléctrico y electrónico, posteriormente se limpia y despinta si es necesario, se verifica que las piezas funcionen correctamente para evitar gastos innecesarios, en base a la decisión que se tomó se procede a pintar o pavonar las piezas según corresponda, en caso de ser requerido, las piezas dañadas se solicita que se fabriquen con un proveedor externo de ser necesario, el sistema de control y potencia se reemplaza por completo así como el cableado en base a los nuevos requerimientos, de esta forma se evitan errores, posteriormente se ensambla toda la maquinaria pieza por pieza, con nueva tornillería implementando los nuevos sistemas y requerimientos que solicito el departamento de ingeniería de procesos.



Imagen 1. Edificio principal de Oficinas.

1. Problemas a resolver.

La máquina presenta problemas con la precisión cuando se realiza el rectificado de las puntas del anillo proveniente de un corte del proceso anterior, el corte debe ser preciso al igual que el proceso de rectificación, los componentes principales como guías, rieles, motores, bombas, válvulas y líneas neumáticas presentaban ya un desgaste natural por el ámbito en el cual se encontraban en contacto con refrigerante el cual es corrosivo al entrar en contacto con materiales los materiales con los que está constituida la máquina, además que el operario tenía inconformidades debido a las anomalías cuando la máquina se ponía en marcha.

2. Objetivos (General y Específicos)

Objetivo general:

Restaurar la máquina para evitar fallas en el proceso de calidad en un anillo debido a un proceso de rectificado en el GAP con un error de hasta una diezmilésima en un solo anillo significa el retorno de un lote completo por parte del cliente para evitar una falla en sus procesos.

Objetivos específicos:

- Reducción de la variación en GAP de anillos.
- Modificar líneas neumáticas:
 - a. Realizar cambio de líneas neumáticas para reducir el área hasta un 50% de para facilitar el mantenimiento, además agregar filtros de mejor calidad, reducir humedad que entra en el sistema neumático y evitar introducir partículas.
- Cambio de cableado y componentes en las líneas eléctricas de potencia y control.
 - a. Reparación o sustitución del cableado para evitar fallas y adaptar las nuevas válvulas.
- En la parte mecánica verificar piezas para reemplazar en caso de que estén dañadas esto puede ser causantes de las fallas o errores producidos en el rectificado del anillo.

3. Justificación

La importancia de tener a punto la maquinaria es crítico para la empresa debido a que la calidad está comprometida, por lo cual año con año MAHLE opta por reconstruir maquinaria obsoleta y en mal estado.

En este caso, se reconstruyó la máquina, para que esta pueda realizar su proceso con precisión, debido a que esta con el desgaste mecánico, eléctrico-electrónico y neumático ha perdido precisión en la mayoría de sus componentes, principalmente en la parte mecánica de esta a causa del refrigerante, el cual es corrosivo, se tomó la decisión de retirar la máquina de la línea de producción para restaurarla, se pretende que el residente adquiera y aplique sus conocimientos, además de sus múltiples habilidades en el proceso de elaboración del proyecto.

Capítulo 3: Marco teórico

Actuador neumático:

Los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras.

Básicamente consisten en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón. Al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Si se acopla al émbolo un vástago rígido, este mecanismo es capaz de empujar algún elemento, o simplemente sujetarlo.

La fuerza de empuje es proporcional a la presión del aire y a la superficie del pistón. (Bernal, 2009)

Actuador mecánico:

Son dispositivos que transforman el movimiento rotativo a la entrada, en un movimiento lineal en la salida. Los actuadores mecánicos aplicables para los campos donde se requiera movimientos lineales VENTAJAS Alta fiabilidad, simplicidad de utilización, mínima manutención, seguridad y precisión de posicionamiento; irreversibilidad según el modelo de aplicación, sincronismo de movimiento. (Rivera, 2012)

Anillo o segmento:

Los segmentos deben asegurar la estanqueidad evitando el paso del aceite, facilitar la transmisión de calor y deben guiar al pistón, resistir el desgaste, la corrosión y soportar vibraciones.

Según su función, posición y materiales: Hay 3 tipos:

Segmento de fuego:

Asegura la estanqueidad soportando altas temperaturas, falta de lubricación, grandes presiones y corrosión. Esta realizado en fundición endurecida y cromo.

Segmento de compresión:

Asegura la estanqueidad y evita consumos de aceite. Es generalmente cónico y de fundición gris.

Segmento rascador:

Rasca el aceite.

(Milton, Escobar Tapia, & Vaca Martínez, 2010, pág. 18).

Bombas centrífugas:

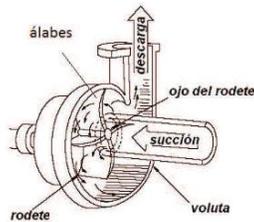


Figura 1.1c Funcionamiento básico de una electrobomba.⁴

Imagen 2. Funcionamiento básico de una electrobomba.

Están compuestas por un elemento rotatorio denominado rodete (impulsor), el cual se encuentra dentro de una carcasa llamada voluta (forma de caracol o espiral). El fluido entra succionado a través del ojo del impulsor, pasando por los canales de éste y suministrándose una energía cinética mediante los álabes que se encuentran en el impulsor para posteriormente descargar el fluido en la voluta, el cual se expande gradualmente, disminuyendo la energía cinética adquirida para convertirse en presión estática (descarga) como se observa en la figura.

(Aman, 2015, pág. 2).

Bornas o Clemas

La borna, es el punto de conexión entre la instalación del cuadro, y la instalación del medio, sea un Alumbrado Público, una máquina, la instalación de un edificio, una instalación fotovoltaica, cualquier instalación que queramos proteger, y controlar.

La conexión de la borna, tiene dos destinos, el aparato del cuadro, y la utilización. Por este motivo, colocaremos la borna con la pestaña orientada hacia la

utilización, para facilitar su conexión por parte del instalador, o su mantenimiento por el técnico. (infoPLC, 2013).

Botón pulsador:

Permite abrir o cerrar el circuito solo mientras estemos actuando sobre él. Cuando dejamos de presionar vuelve a su posición inicial.

Pulsador normalmente abierto (NA): En el estado de reposo el circuito está abierto, y se cierra cuándo se presiona.

Pulsador normalmente cerrado (NC): En el estado de reposo el circuito permanece cerrado, y se abre cuándo se presiona. (Búa, 2014).

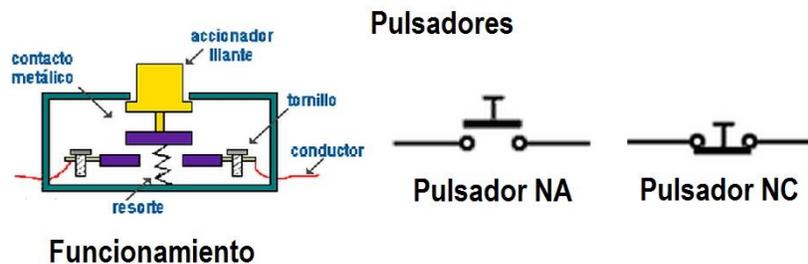


Imagen 3. Funcionamiento de pulsador.

Canaleta

Una **canaleta** o **conducto eléctrico** es un sistema de tubería que se usa para la protección y el enrutamiento del cableado eléctrico. El conducto eléctrico puede estar hecho de metal, plástico, fibra o barro cocido. Los conductos flexibles están disponibles para propósitos especiales. (wikipedia, 2018).

Cilindro neumático de doble efecto:

En este modelo de cilindro, las carreras de avance y retroceso se consiguen por medio de la presión del aire comprimido en cualquier lado del émbolo, es decir, el aire comprimido ejerce su acción en las dos cámaras de cilindro.

Se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. (MICRO,, 2007, pág. 51).

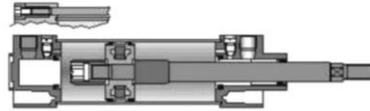


Imagen 4. Cilindro neumático de doble efecto.

Electroválvulas:

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrica o sensor de cualquier tipo (inductivo, capacitivo, óptico, etc.), presostatos o mandos electrónicos, excitando a un solenoide que por acción magnética provoca el desplazamiento de un núcleo móvil interno que habilita o no el pasaje de fluido. (MICRO,, 2007, pág. 78).

Etapas de control o maniobra:

Son los encargados de alimentar a los sensores y captadores, encargados de suministrar información en forma de señales eléctricas o digitales a los sistemas de Lógica Cableada (Contactores, relés, etc.) o Lógica Programada (Relés programables o autómatas programables). Estos circuitos son normalmente alimentados con tensiones de Muy Baja Tensión (MBT) o de Seguridad a 24 V. (Ribas, 2018).

Etapas de potencia o fuerza:

Los circuitos de fuerza o potencia son los utilizados para suministrar electricidad a los receptores de la instalación como motores, baterías de condensadores, lámparas, etc. y cuya finalidad persigue convertirla en trabajo útil. Estos circuitos

normalmente son alimentados con tensiones de Baja Tensión (BT), normalmente Monofásicas a 230 V. o Trifásicas a 400 V. (Ribas, 2018).

Filtros reguladores:

Son pequeños filtros que se instalan sobre la máquina de accionamiento neumático. Están formados por un filtro de partículas y un regulador de presión. Para máquinas que necesitan lubricación, el propio equipo de filtrado monta un lubricador. Estos equipos son conocidos habitualmente como FRL. (mundocompresor).

Filtros de partículas:

Son como el prefiltros, pero de un mayor grado de filtrado. Para partículas hasta 0,1 micras y para aceite o agua hasta 0,1 m³/m³. En la salida de los secadores de adsorción se suelen colocar estos filtros con un grado de 1 micra. (mundocompresor).

Fuente de alimentación:

Es la encargada de suministrar la tensión y corriente necesarias tanto a la CPU como a las tarjetas (según fabricante). La tensión de entrada es normalmente de 110/220VAC de entrada y 24 DCV de salida que es con la que se alimenta a la CPU. (Provoste, 2013).

Fusibles:

Dispositivo de seguridad utilizados para proteger un circuito eléctrico de un exceso de corriente. Su componente esencial es, habitualmente, un hilo o una banda de metal que se derrite a una determinada temperatura.

El fusible está diseñado para que la banda de metal pueda colocarse fácilmente en el circuito eléctrico. Si la corriente del circuito excede un valor predeterminado, el metal fusible se derrite y se rompe o abre el circuito. Los dispositivos utilizados para detonar explosivos también se llaman fusibles. (Freire, Waman Moraga, & Páez Rivera, 2003, pág. 4).

Gap:

Brecha o espacio existente y tolerancia en las puntas de los anillos o segmentos.

Guías o rodamientos lineales de rodillos:

Los rodamientos lineales son elementos de rodadura para movimientos de traslación. Igual que en el caso de los rodamientos rotativos, se distingue si las fuerzas que se producen son transmitidas por elementos rotativos o por elementos de fricción. (Roda center, s.f.).

Guillotina: es un elemento de la máquina que ayuda alimentar de anillos al pusher

Lubricador:

Tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos en medida suficiente, por medio de las líneas neumáticas. (Neumatica e hidraulica).

Máquina SIM:

La máquina SIM es un equipo el cual hace el rectificado de los anillos o segmentos para motores de combustión interna o externa este proceso es de suma importancia debido a que determina la tolerancia que debe tener el anillo o segmento, este debe no debe tener un gap demasiado grande o pequeño provocara estragos en un motor.

Micro switch o Micro interruptor:

Es un interruptor eléctrico que se acciona por muy poca fuerza física, a través del uso de un mecanismo de punto de inflexión, a veces llamado un mecanismo de "sobre centró" (EcuRed, s.f.)

Motor eléctrico AC:

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica (Rosales, 2018, pág. 2).

Motores térmicos:

Los motores térmicos tienen la función de convertir la energía calorífica en trabajo o movimiento; se clasifican en motores de combustión interna y de combustión externa.

-Los motores de combustión interna

Los de diésel, gasolina y gas queman combustible en el interior de sus cilindros.

-Los motores de combustión externa

Los motores de vapor o turbinas, queman combustible fuera del motor, y debido a esto el calor generado se debe dirigir al interior del cilindro para crear un trabajo mecánico. (Bermeo & Moran Castro, 2014, pág. 14).

Panel View:

son dispositivos de pantalla para montaje en panel que ofrecen opciones de teclado numérico o pantalla táctil para el operador.

Estos terminales gráficos son compatibles con controladores micro y pequeños. Incluyen procesadores de alto rendimiento, pantallas de alta resolución y memorias flash y dinámica. Los puertos de comunicaciones en serie y Ethernet incorporados son compatibles con distintas redes. Estos terminales ofrecen un mejor uso con capacidad de monitoreo remoto. (Rockwell Automation, s.f.).



Imagen 5. PanelView

Pavonado:

El pavonado es un acabado final para piezas de acero. Es un proceso que se basa en la oxidación química controlada del acero, formando una capa generalmente

de óxido de hierro (Fe_2O_3) o de óxido ferroso-di férrico (Fe_3O_4), adherida a la superficie de la pieza. (MIPSA, s.f.).

PLC:

Significa **Programable Logic Controller**, que como su propio nombre indica es un controlador lógico programable. Los componentes de un PLC básico son los siguientes:

Rack

principal Fuente de alimentación CPU Tarjetas entradas/salidas digitales Tarjetas entradas/salidas analógicas Tarjetas especiales. (Provoste, 2013).

Tarjetas entradas/salidas digitales:

Se enchufan o conectan al rack y comunican con la CPU a través de la citada conexión. En el caso de las entradas digitales transmiten los estados 0 o 1 del proceso (Provoste, 2013).

Refrigerante:

Es cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia.

Con respecto al ciclo *compresión-vapor*, el refrigerante es el fluido de trabajo del ciclo el cuál alternativamente se vaporiza y se condensa absorbiendo y cediendo calor, respectivamente. (Caprarulo, 2018, pág. 1)

Riel o carril DIN:

Es una barra normalizada, con una estructura, para poder fijar aparatos y bornas en el interior del cuadro.

El material con el que están fabricados, suele ser de acero laminado en frío, de 35 mm de ancho por dos metros de largo, pero también existen en otros materiales, como el aluminio y el acero inoxidable. (infoPLC, 2013).

Rectificado:

El rectificado tiene por finalidad corregir las imperfecciones de carácter geométrico y dimensional que se producen durante las operaciones de manufactura de piezas, ya sea por maquinado o por tratamiento térmico.

El proceso de rectificado se puede corregir: excentricidad, circularidad, rugosidad, etc. Y, por otro lado, llevar las dimensiones de una pieza a la tolerancia especificadas según su diseño. Hoy en día este proceso también se ha ampliado a piezas de acero sin temprar, bronce, aluminio y fundición. (Juarez, 2012).

Relé:

Dispositivos que produce cambios de estados, de salida, en sí mismo por acción directa de alguna variable de entrada. Por ejemplo, relé electromagnético (variable: corriente), relé térmico (variable: temperatura), presostato (variable: presión), límite de carrera (variable: desplazamiento), etc. (Freire, Waman Moraga, & Páez Rivera, 2003).

Servomotor:

Un servomotor es un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.

Switch de ethernet o conmutador:

Es un dispositivo de interconexión utilizado para conectar equipos en red formando lo que se conoce como una red de área local (LAN) y cuyas especificaciones técnicas siguen el estándar conocido como Ethernet (o técnicamente IEEE 802.3). (González, 2013).



Imagen 6. switch de ethernet o conmutador.

TIPOS DE CABLE CALIBRES Y CARACTERISTICAS:

Un cable eléctrico, también llamado cable de energía, es usado para transmitir energía eléctrica. Los cables eléctricos proporcionan conexión y permiten que las estaciones de energía, redes de computadoras con cable, televisores y teléfonos funcionen. Existen muchos tipos de cables eléctricos que difieren en configuración, tamaño y desempeño.

Los diámetros de los cables y alambres se categorizan de acuerdo al sistema AWG (American Wire Gauge). Mientras más pequeño sea el número AWG será mayor el diámetro de un cable. (Villadiego, 2015).

FOTO	CALIBRE / AWG	CONSUMO DE CORRIENTE	EJEMPLOS
	6	Muy alto	Aires acondicionados centrales, equipos industriales (se requiere instalación especial de 240 volts).
	8	Alto	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica (de la mufa al interruptor).
	10	Medio - alto	Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana.
	12	Medio	Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casas y oficinas, extensiones de uso rudo.
	14	Medio - bajo	Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas.
	16	Bajo	Extensiones de bajo consumo, lámparas.
	18	Muy bajo	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.

Imagen 7. Características de cables.

Válvulas neumáticas:

Genéricamente, se denomina válvula a una pieza que sirve para cerrar o abrir un orificio o conducto, o para interrumpir la comunicación entre dos órganos.

En neumática, la válvula es el elemento de mando que determina las características del circuito, debiendo poseer cualidades decisivas para actuar sobre los elementos o parámetros que intervienen en el proceso operativo del circuito neumático.

Las válvulas neumáticas son los dispositivos que dirigen y regulan el aire comprimido; gobiernan la salida y la entrada, el cierre o habilitación, la dirección, la presión y el caudal de aire comprimido. Pudiendo en general clasificarse como válvulas direccionales o auxiliares.

Según sus propiedades y la función que realiza dentro del sistema, las válvulas neumáticas se clasifican en los siguientes grupos:

- Válvulas de control de dirección.
- Válvulas de control de caudal.
- Válvulas de control de presión. (MICRO,, 2007, pág. 69).

Capítulo 4: DESARROLLO.

Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

En la planta **MAHLE Componentes de motores de México de RL de CV. Driven by performance**, está comprometida con el cuidado del medio ambiente, por lo cual opta por reconstruir la maquinaria obsoleta o en mal estado, de esta manera evita generar desechos innecesarios.

En este caso se reconstruyó una máquina SIM, el proceso que se siguió fue el siguiente:

1. Retiro de máquina de línea de producción.

Para retirar la máquina de la línea de producción, fue necesario contratar un proveedor, el cual se encargó de la desconexión eléctrica y neumática, dichas conexiones son las líneas principales de alimentación de la máquina.

Después de que este desconectara las líneas de alimentación se llevó fuera de la planta a una bodega la cual pertenece al taller de reconstrucción.



Imagen 8. Máquina en mal estado, vista posterior.



Imagen 9. Máquina en mal estado, vista frontal.

2. Desmontado de todas las piezas.

Para el desmontado de las piezas fue necesario utilizar múltiples herramientas.

Se desmantelo por completo, hasta dejar la estructura base sin ningún elemento sobre ella, esto con la finalidad de ver su estado y tomar la decisión de cambiarla o reutilizarla.



Imagen 10, Máquina en mal estado, vista superior, guillotina a la vista.

3. Limpieza de cada una de las piezas para posteriormente diagnosticar su daño y cotizarlas de ser necesario.

Cada pieza que se desmontó de la máquina se limpió con desengrasante, las piezas que aún tenían pinturas sobre estas se despintaron, con una carda montada en una pulidora, esto se realizó con la finalidad de renovar la pintura.

Los motores y válvulas se retiraron de la máquina para renovarlas por sistemas de mayor rendimiento, los cuales disminuyen los tiempos en la producción aumentando las unidades producidas por hora.

4. Armado y renovación de tablero eléctrico.

El tablero de control eléctrico y potencia fue desechado, esto con la finalidad de estandarizar los elementos que lo conforman.

Primera etapa:

Montado de rieles DIN y canaletas para guiar el cableado, esto se fijó mediante pijas a la platina del tablero eléctrico, la instalación se realiza en base a los diagramas eléctricos, los cuales son elementos confidenciales diseñados por el departamento de ingeniería de procesos.

Segunda etapa:

Montado de elementos o módulos principales

Se montaron las clemas en las cuales se conectarán las entradas y salidas digitales, estas se comunican con el PLC, alimentación, drivers y variadores, se montó el PLC, módulo de expansión de cables de red o módulo de ethernet este hace la conexión entre los módulos de forma digital por lo cual se reciben y emiten datos, se instalan los portafusibles, así como sus fusibles dentro de estos las clemas se puentearon entre sí para comunicar y aumentar el número de elementos conectados en común.

Tercera etapa.

En la tercera etapa se cableo casi todo el tablero para despues ser montado sobre una base en la máquina

Se cableo el control y la potencia, las entradas y salidas del plc se conectaron con las clemas para posteriormente ser coectarlo con los actuadores y sensores, estos seran montados sobre la estructura base de la máquina mediante tornilleria y bases para los dispositivos.

LayOut de distribución de tablero electrico de control y potencia.

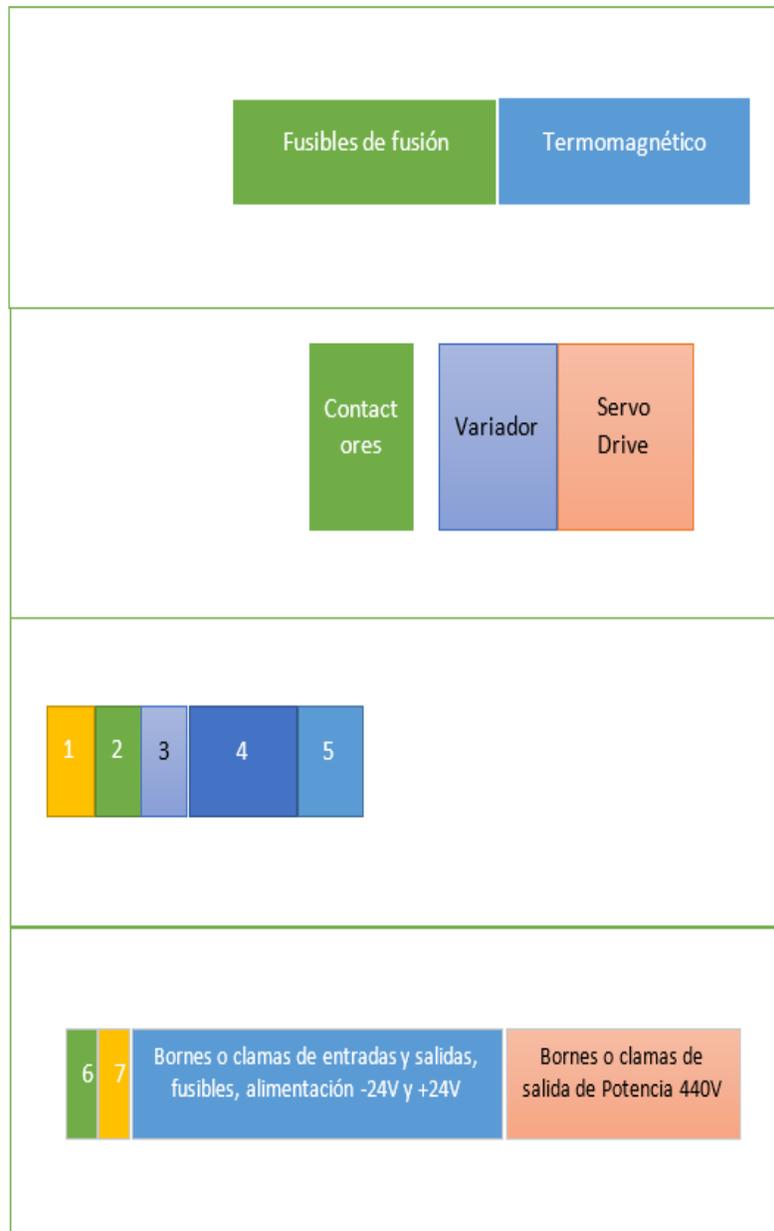


Imagen 11. Layout de distribución de tablero eléctrico de control y potencia.

1	Modulo expensor de puertos ethernet
2	Fuente 24V
3	PLC
4	Relevadores
5	Sensor de nivel y timer
6	Clema o borne de tierra
7	Contacto 110 V.
	Los elementos a excepción de variador, servo drive y termomagnético son montados sobre riel DIN
	Linea verde indica una canaleta por cada bloque de elementos

Tabla 1. Distribución de componentes de layout

5. Pintado y pavonado de piezas.

Las piezas se pintan o pavonan según sea su aplicación, para las piezas que serán pintadas llevan un proceso sencillo el cual se basa en lo siguiente:

- Limpieza:
Se limpiaron las piezas de la grasa y aceite que acumularon durante su operación.
- Despintado:
Se despintaron las piezas con una carda montada en una pulidora, hasta eliminar todas las capas de pintura quedando el metal al descubierto.



Imagen 12. Pulidora DeWalt y carda metálica.

- Pintado, el proceso de pintado con los colores adecuados
La pintura que se le aplico a las piezas es epóxica la cual dará mayor durabilidad.



Imagen 13. estructura en mal estado y actualmente reparada

Diagrama de flujo del proceso de pavonado por inmersión.

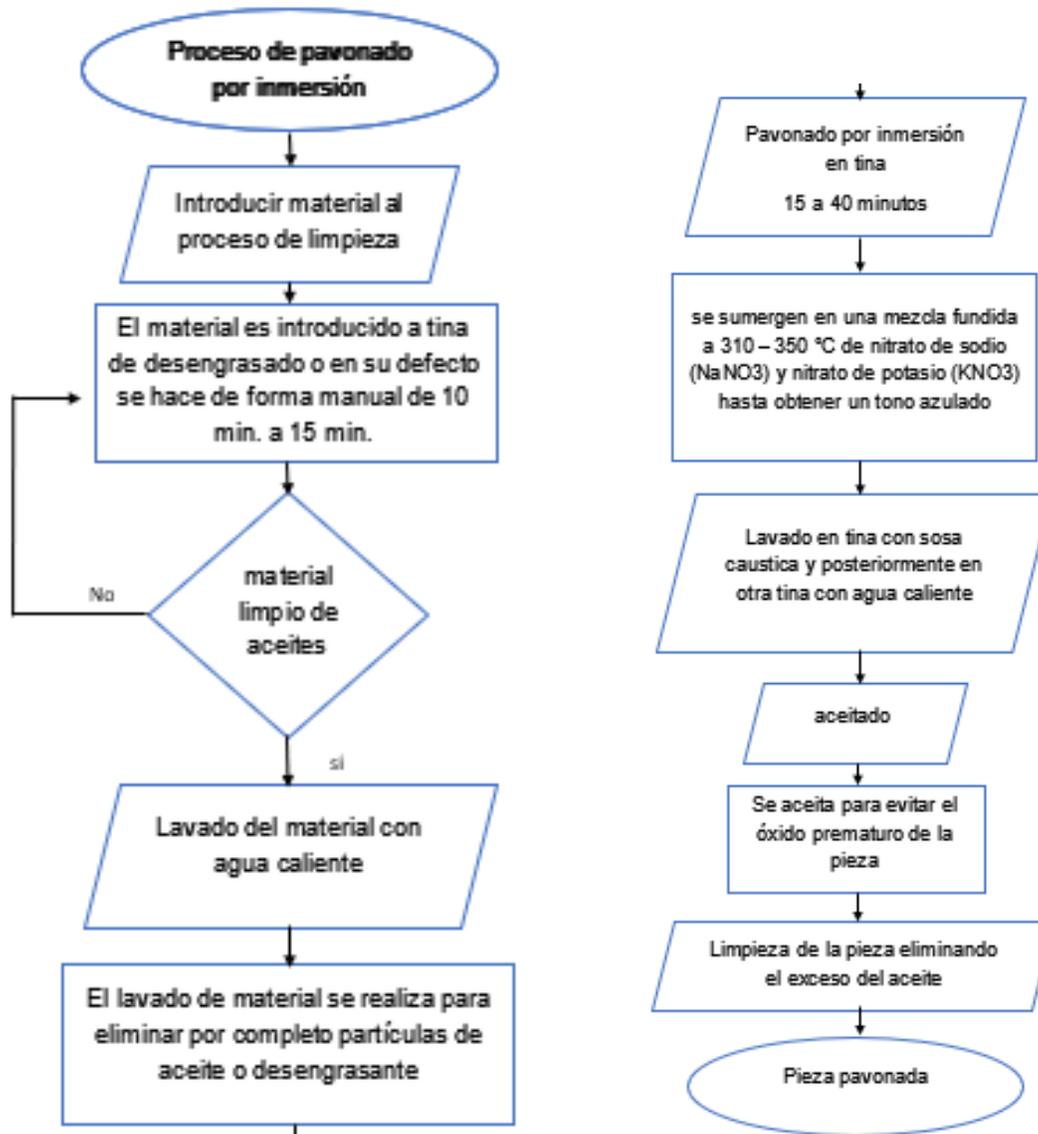


Diagrama de flujo 1.del proceso de pavonado por inmersión.

6. Ensamble de las piezas.

La instalación se realizó acorde a los planos los cuales son confidenciales

6.1. *Instalación mecánica*

La instalación mecánica se inició con la base de la estructura, la cual está constituido principalmente por ángulo y una placa de acero con un recubrimiento de pavonado.

Se montaron todas las bases de los motores, guías lineales en las cuales van montados, rieles y bases para sensores, todo esto sobre la estructura.



Imagen 14. Placa base de máquina SIM

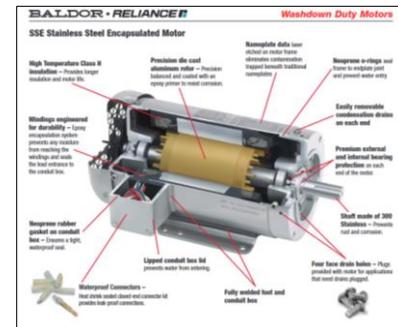


Imagen 15. motor BALDOR de acero inoxidable resistente a líquidos.

Posteriormente a esto, se montaron los motores cada uno en su respectiva base. Al motor principal, gira a 3400 RPM, el cual es de acero inoxidable de grado alimenticio, este se probó antes de ser fijado en la estructura para asentar el sello y no se caliente cuando se ponga a trabajar con carga.

La transmisión que se utilizó entre el motor de acero inoxidable y el husillo, es mediante una banda, el motor utiliza una polea transmitiendo directamente las revoluciones establecidas en el programa cargado en el PLC.

Las revoluciones son establecidas por el departamento de ingeniería de procesos establecidas en una hoja de ruta que acompaña a cada rack de anillos, desde el corte del anillo hasta su empaquetado final.

El siguiente motor el cual es más pequeño, $\frac{1}{4}$ de HP con 1720 RPM. Este se acopla a un motorreductor, este sistema hace girar dos varillas con un sistema de transmisión de polea acoplado al motorreductor, cuya finalidad es hacer girar los anillos y prepararlos para ser colocados en unas barras las cuales en su base ingresa la guillotina que alimenta el pusher.

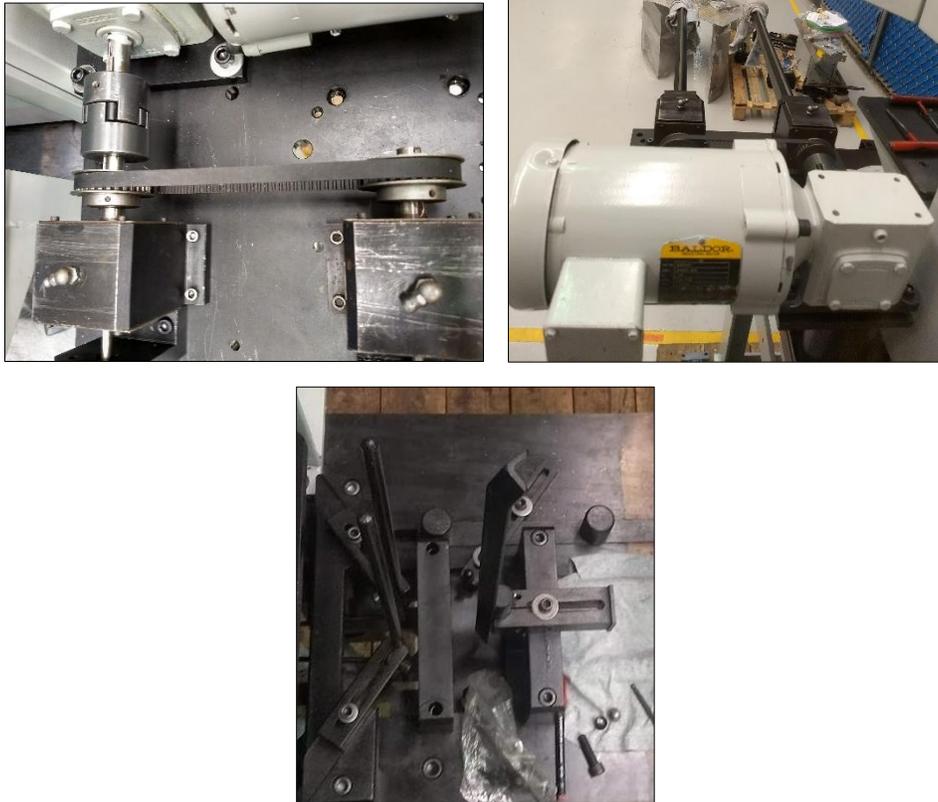


Imagen 16. sistema de alineacion de anillos y barras para mantener alineados los anillos.

6.4 Instalación de guillotina

Se instalo la guillotina en su placa base, la cual es soportada por guias lineales de bolas.

Esta guillotina es un elemento importante, debido a que tiene la finalidad de alimentar el pusher de anillos, los cuales están apilados en medio de tres barras que los mantienen alineados, los anillos al ser empujados por la guillotina entran en un herramental, el cual tiene una forma cilíndrica con una ranura, aquí se mantienen alineados y ajustados para realizar el rectificado de las puntas con la piedra montada en el husillo el cual recibe la energía transmitida por la banda que conecta con el motor de acero inoxidable



Imagen 17. Base de guillotina y carros de guía lineal de bola



Imagen 18. pusher (servomotor y actuador)

6.2 Instalación de pusher

Este sistema utiliza un servomotor actuador mecánico FESTO en el cual se acopla un servomotor ALLEN-BRADLEY el cual tiene un freno para evitar que el sistema al desenergizarse tenga una caída por la gravedad debido a que está posicionado verticalmente.



Imagen 19. Servomotor y driver.

Posterior a la instalación de los motores, su base y sistemas de transmisión, se colocaron el resto de los elementos mecánicos, la máquina fue tomando forma conforme se avanzaba en la instalación de cada pieza.

6.3 **Instalación del sistema neumático.**

El sistema neumático fue renovado por completo la razón es que es un sistema viejo, y está en mal estado.

Esto debido a que el sistema de las líneas de alimentación neumática en la nave fluye abundante agua y son obsoletas, por lo cual se opta por implementar un secador de membrana MS-LDM1 el cual tiene un caudal de 200 a 400 l/min.

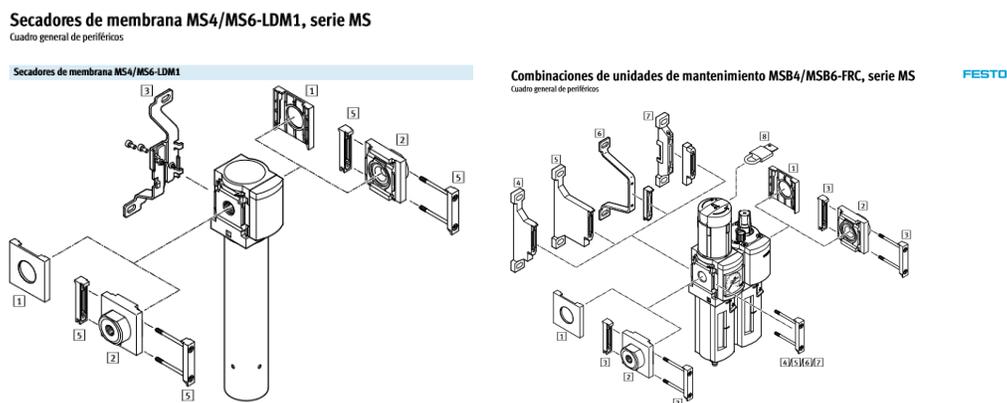


Imagen 20. Secador y unidades de mantenimiento.

Después del secado de aire el cual solamente alimenta la cortina de aire que evita la entrada de refrigerante al husillo al cual hace girar una piedra de calidad de diamante para hacer el rectificado del corte, pasa por una unidad de mantenimiento (FRL) en el cual se incluye un filtro de partículas y otro de lubricación simultáneamente MSB-FRC, serie MS, el cual se conectó al actuador que moverá la guillotina.

El actuador que se utilizó es un cilindro de doble efecto, este cilindro además de ser acoplado a la guillotina, tiene un elemento metálico que presiona y activa un micro switch cuando el vástago se extiende y otro cuando este se retrae.



Imagen 21. Micro Switch, Sensores limitadores de carrera del actuador neumático.

6.4 Instalación de cableado control y potencia

El cableado se realizó en dos etapas las cuales son:

Primera etapa, etapa de potencia:



Imagen 22. Bornas de 10mm para potencia

En la etapa de potencia se hicieron las conexiones de motores y bombas que utilizan voltaje 440 de C.A. con cable calibre 10 AWG con terminales en los extremos, además de ser etiquetados con la nomenclatura estándar en la planta.



Imagen 23. Entradas y salidas de cableado del variador.

La alimentación que se utilizó para energizar la máquina es de 440 Volts, la cual es recibida por una conexión hacia un termomagnético, este con la finalidad de proteger la máquina, posteriormente pasa por un interruptor general, de este parte a un conjunto de fusibles en los cuales se conectan a los bornes de salida que son activados mediante relevadores.

El motor de acero inoxidable conectado a un variador de frecuencia, este activa y regula la velocidad con la que gira el motor, enviando energía por las tres fases y una tierra.

El motor pequeño es alimentado mediante un contactor.

El servomotor se alimenta mediante un driver el cual es alimentado por 440 V.

La bomba centrífuga es alimentada mediante una corriente de 440V para vaciar la charola y es activada mediante una señal de un relevador enviada por el PLC.

Segunda etapa, etapa de control:

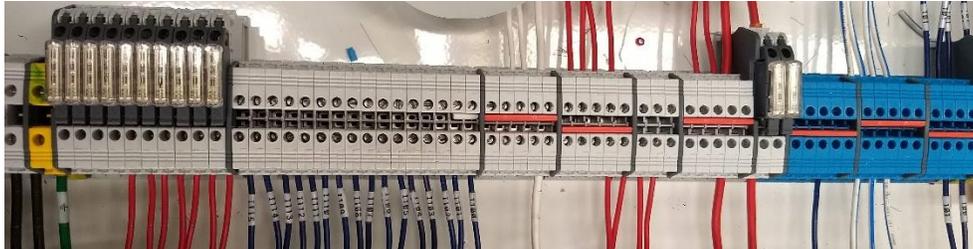


Imagen 24. clemas de 6mm de entrada y salida de etapa de control.

En la etapa de control se conectaron los sensores a las entradas correspondientes, el cableado que se utilizó es calibre 18 AWG, dichos sensores se utilizan para delimitar los movimientos que deben tener los actuadores, tales como el desplazamiento del actuador neumático.

Los sensores que se acoplan en la estructura para delimitar el desplazamiento del pusher, estos sensores son inductivos, tienen la función de referenciar la casa del actuador y el límite de la carrera, además estos ayudan a disminuir la velocidad al acercarse al herramental para tener un acercamiento preciso y controlado.

Los botones y el PanelView son cableados y montados hasta una botonera, está ubicada en la parte frontal de la máquina, los botones fueron cableados hasta los bornes ubicados en el gabinete principal, aquí se conectaron a los bornes que reciben los cables externos de los sensores lo cual se utiliza para facilitar un futuro mantenimiento, dichos bornes son conectados al PLC en las entradas y salidas digitales.

El cableado entre los relevadores y los elementos de visualización como focos indicadores se utiliza cable calibre 18AWG y la pantalla PanelView 800 de Allen Bradley, variador de frecuencia y el Servo Drive son conectados a un switch de ethernet.



Imagen 25. Vista frontal de máquina reconstruida, a simple vista tablero de control

6.3 Montado de guardas.

Las guardas fueron manufacturadas por un contratista, estas son de acero inoxidable para evitar desgaste prematuro por el uso del refrigerante una vez llegaron las guardas al taller, fueron barrenadas y ensambladas correspondientemente.

6.4 Puesta a punto de la máquina e instalación de la máquina en línea de producción.

La instalación de la maquia fue realizada por un contratista, esto debido que en la planta no se cuenta con la herramienta para realizarlo, la instalación se realizó durante un fin de semana debido a que de esta forma no se interrumpe la producción y más importante se reducen los riesgos de un accidente laboral.

La máquina fue puesta a punto una vez instalada en la línea de producción, los detalles se ajustaron, tales detalles fueron los de regular la presión de aire debido a que esta no es igual en el taller que en la línea de producción.



Imagen 26. Guarda trasera de acero inoxidable.

Las líneas de refrigerante no fueron necesarias regularlas debido a que el flujo era el indicado.

Capítulo 5: Cronograma de actividades.

Actividades	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1. Desmontado de la máquina de la línea de producción.	x					
2. Desarmado de cada una de las piezas de la máquina.	x	x				
3. Limpieza y preparado para pintura de las piezas.	x	x				
4. Limpieza y preparado para pavonado de las piezas.	x	x				
5. Cotización de las piezas faltantes.	x	x				
6. Reparación o remplazo de las piezas neumáticas y mecánicas.		x	x			
7. Pintado y pavonado de piezas.		x	x			
8. Ensamble de las piezas.			x	x		
9. Instalación mecánica y neumática.			x	x		
10. Instalación de cableado control y potencia.			x	x		
11. Montado de gabinete de control.			x			
12. Montado de guardas.				x		
13. Puesta a punto de la máquina e instalación de la máquina en línea de producción.				x	x	
14. Entrega de máquina funcionando.					x	

Tabla 2. Cronograma de actividades.

Capítulo 6: Resultados.

Objetivo Propuesto.	Resultado Esperado.
<ul style="list-style-type: none"> Reducción de la variación en GAP de anillos. 	<ul style="list-style-type: none"> La reducción de la variación del GAP del anillo no se redujo, pero este resultado es por el diseño de la máquina.
<ul style="list-style-type: none"> Modificar líneas neumáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> Las líneas neumáticas fueron modificadas, además se hizo un cambio en el sistema de válvulas por módulos nuevos los cuales redujeron el espacio que utilizaban.
<ul style="list-style-type: none"> Reparación o sustitución del cableado, componentes eléctricos y adaptar las nuevas válvulas. 	<ul style="list-style-type: none"> Los componentes y el cableado eléctrico fueron renovados, estos se sustituyeron por nuevos componentes, pero manteniendo el modelo utilizado.
<ul style="list-style-type: none"> En la parte mecánica verificar piezas para remplazar en caso de que estén dañadas esto puede ser causantes de las fallas o errores producidos en el rectificado del anillo. 	<ul style="list-style-type: none"> El renovar las piezas viejas por nuevas fue acertado, el desgaste de los elementos mecánicos era notorio a simple vista, este desgaste es producido por el roce constante entre piezas y corrosión del refrigerante

Tabla 3. Resultados

Capítulo 7: Conclusiones del Proyecto.

Al término del proyecto puedo concluir que los conocimientos adquiridos en el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, me fueron de gran utilidad para cumplir los objetivos que se establecieron al inicio de mi estancia como residente en la empresa *MAHLE Componentes de motor de México de R.L. DE C.V.*

Sin embargo, esto no fue suficiente, los conocimientos adquiridos previamente en la institución solo son la base para comprender el cómo funcionan ciertos sistemas en la teoría y prácticas escolares a la realidad son muy distintos, el manejo de las herramientas, los procesos de instalación, la forma de trabajar es distinta a la que realice en mi periodo de estudiante, por lo cual realizar mis residencias me abrió un panorama distinto al que tenía.

La seguridad es primordial en una empresa, esto conlleva a realizar cada proyecto de forma segura, cada elemento es importante, este no debe fallar la vida humana está en juego además de que si falla algún elemento puede afectar la producción de la planta, todos los procesos dependen uno de otro.

Reconstruir, reutilizar o reparar maquinaria dañada es una gran ventaja en una empresa esto hace que disminuyan los residuos, en el departamento además de reconstruir, dar mantenimiento, apoyar a otros departamentos se da la oportunidad de propuestas de innovación de la maquinaria, claro estas propuestas se exponen previamente a todo el departamento de ingeniería y en este se decide si se aprueba o no la mejora.

Capítulo 8: Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Aplique mis conocimientos y habilidades las cuales fueron adquiridas en las aulas y talleres, esto me sirvió de mucho, aunque no basta con lo visto en clase.
2. La puntualidad, compromiso y responsabilidad son cosas que se adquieren en casa, pero se van reforzando en la universidad y esto sirve mucho, debido a que es de suma importancia para una empresa tener empleados.
3. Conocimiento del uso de varias herramientas, además de darle su aplicación para las cuales fueron diseñadas.
4. Implemente mi aprendizaje sobre lectura de planos eléctricos y neumáticos.
5. Comprender la importancia de la selección de los materiales, esto se debe hacer minuciosamente para evitar fallos, al igual que la selección de los elementos que se deben utilizar buscando un balance entre el costo y beneficio que se obtiene.
6. Valorar de forma ética y verídica el trabajo de los contratistas, esto con la finalidad de cumplir con los objetivos, las normas de seguridad y no permitir trabajos en mal estado, esto tiende a generar resultados negativos y en casos graves propiciar un accidente por desgaste prematuro de las piezas.
7. Es importante contemplar los tiempos establecidos en los cronogramas, contar con un buen líder el cual promueva, el trabajo en equipo, la unión y un ambiente laboral adecuado, esto sin perder el respeto.

Capítulo 9: Fuentes de información.

Víctor Hugo Bernal. (2009). AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA EDUCATIVA
autobotika.co. 2018, Obtenido de
<http://m.automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/GUIA%20NEUMATICA%205.pdf>

Rivera, P. (16 de mayo de 2012), Actuadores Mecánicos, Obtenido de:
<https://prezi.com/mjpah75iifxa/actuadores-mecanicos/>

Milton H.; Escobar T, Daniel S.; Vaca M. & Alex D. (15 de marzo de 2010).
Acondicionamiento de un motor de combustión interna a gasolina con sistema de
inyección electrónica como maqueta didáctica para la implementación de los laboratorios
de la especialidad en ingeniería electromecánica de la unidad académica de ciencias de
la ingeniería y aplicadas de la universidad técnica de Cotopaxi. Unidad Académica de
Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas. UTC. Latacunga. 147 p.
obtenido de: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1155>

Tituañan R. & Estrella P. (enero de 2015), Diseño y construcción de dos tableros
eléctricos de control para el funcionamiento automático y Manual de cuatro bombas
eléctricas, para el abastecimiento de agua en la comunidad Almor, pág.2,
obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9104/3/CD-6058.pdf>

InfoPLC (10 de octubre de 2013), Cuadros Eléctricos 4 - Etiquetas de Bornas.
Obtenido de <http://www.infopl.net/documentacion/11-instalaciones-cuadros-electricos/1906-cuadros-electricos-4-etiquetas-de-bornas>

Búa T. (30 de abril de 2014), Elemento de maniobra y control.
obtenido de
https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/314_elementos_de_maniobra_y_control.html

Wikipedia (18 de julio de 2018), Conducto eléctrico, obtenido de
https://es.wikipedia.org/wiki/Conducto_eléctrico

Micro Pneumatic S.A. de C.V.(25 de mayo de 2007), introducción a la neumática, pág51
y 78, obtenido de
<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual021IntroduccinalaNeumtica.pdf>

Ribas J. (2 de mayo de 2018), Circuito de fuerza y circuito de maniobra en instalaciones automatizadas, obtenido de <https://disenyproducte.blogspot.com/2015/04/circuito-de-fuerza-y-circuito-de.html>

Sánchez, F. (21 de octubre de 2018). Motores endotérmicos o de combustión interna obtenido de CCTMEXICO:
https://cctmexico.blogspot.com/2018/10/motores-endotermicos-o-de-combustion.html?fbclid=IwAR05zAKDbZ5WLGhIWnpdeEoB6OeBbAyauLh08qnuci_io7mWTByRIBT5tN0

mundocompresor, La filtración en las líneas de aire comprimido, obtenido de <https://www.mundocompresor.com/articulos-tecnicos/filtracion-lineas-aire-comprimido>

Provoste C. (30 de junio de 2013), ¿QUÉ ES UN PLC Y UN SCADA ?, obtenido de http://www.infoplac.net/files/documentacion/automatas/infoPLC_net_Que_es_un_PLC_y_SCADA.pdf

Mauricio F.; Waman A. & Páez O. (24 de abril de 2003), CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE AUTOMATIZACIÓN, pág. 4, obtenido de http://www.automaticausach.cl/assignaturas/proying/Circuitos_electricos_de_automatizacion_304.pdf

Roda center, s.f., rodamientos lineales, obtenidos de <http://www.rodacenter.cl/index.php/es/rodamientos-lineales>

Neumática e hidráulica, conceptos básicos de neumática, obtenido de <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica6.htm>

EcuRed, conocimiento con todos y para todos, obtenido de <https://www.ecured.cu/Microswitch>

Rosales J. (18 de enero de 2018), motores eléctricos para la industria, obtenido de <http://www.infopl.net/documentacion/210-motion-control-servos-mecatronica/2728-motores-electricos-industria>

Bermeo H.; Barros O.; Castro M. & William D.(2014), Reparación de un Motor, pág.14, obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29503/1/Tesina%20de%20Graduacion%20-%20PROTMEC.pdf>

Rockwell Automation, Terminales gráficos PanelView 800, obtenido de <https://ab.rockwellautomation.com/es/Graphic-Terminals/2711R-PanelView-800-Graphic-Terminals>

MIPSA, Pavonado (Bluing Steel), obtenido de <https://www.mipsa.com.mx/dotnetnuke/Procesos/Pavonado>

Caprarulo G. (23 de marzo de 2018), refrigerantes, pág.1, obtenido de <https://www.ecured.cu/Refrigerante>

Info PLC, Cuadros eléctricos 10-Planificación: Carril DIN, canaletas y bornas (31 de diciembre de 2013), obtenido de <http://www.infopl.net/documentacion/11-instalaciones-cuadros-electricos/1964-cuadros-el%C3%A9ctricos-10-planificaci%C3%B3n-carril-din-canaleta-bornas>

Juárez M. (3 de febrero de 2012), Rectificado, pág. 2, obtenido de <https://es.scribd.com/doc/80316039/RECTIFICADO>

Gonzales M. (8 de noviembre de 2013), El switch: cómo funciona y sus principales características, obtenido de <http://redestelematicas.com/el-switch-como-funciona-y-sus-principales-caracteristicas/>

Villadiego J. (17 de marzo de 2015), Tipos de cable características, obtenido de <https://prezi.com/v5sbicbldlsq/tipos-de-cable-caracteristicas/>

MICRO (25 de junio de 2007), introducción a la neumática, pág.69, obtenido de <http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual021IntroduccinalaNeumtica.pdf>

Capítulo 10: ANEXOS.

El diseño de la máquina y diagramas eléctricos, mecánicos y neumáticos son propiedad intelectual de MAHLE Componentes de motor de México de R.L. DE C.V.