



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**MANTENIMIENTO A MAQUINAS DE INYECCION
DE PLASTICO**

TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA:

FAUSTO FARFAN CERVANTES

ASESOR: ING. FERNANDO PATLAN CARDOSO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

**ASUNTO: EVALUACION DEL INFORME
DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL**

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

DEPARTAMENTO DE

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 26 del Reglamento General de Exámenes y el art. 66 del Reglamento de Exámenes Profesionales de FESC, nos permitimos comunicar a usted que revisamos **EL TRABAJO PROFESIONAL:**

"Mantenimiento a Máquinas de Inyección de Plástico".

que presenta el pasante: Fausto Farfán Cervantes
con número de cuenta: 07906381-6 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios, otorgamos nuestra **ACEPTACION**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 10 de Marzo de 2009.

PRESIDENTE	<u>M.C. Vicente Magaña González</u>	
VOCAL	<u>Ing. José Luis Barbosa Pacheco</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Fernando Patlán Cardoso</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Luis Raúl Flores Coronel</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Anatolio Mendoza González</u>	

DEDICATORIA

Quiero dar gracias a Dios por alcanzar una de mis metas en esta vida, quiero dar gracias porque se que siempre esta con nosotros en todo momento, y quiero agradecer a quien dijo por ahí que los tiempos de Dios son perfectos, pues creo que las cosas suceden cuando tienen que suceder.

Este trabajo esta dedicado especialmente a dos seres maravillosos que llegaron a mi vida en el momento mas oportuno, mis dos hijas Andrea y Marianita, a quienes les prometí la culminación de esta etapa de mi vida y a quienes les debo mucho del tiempo que he utilizado en esto y que debería pasarlo con ellas, deseo en verdad que esto sirva de motivación para que ellas alcancen sus propias metas que estoy seguro serán mucho mejores, pues se las merecen.

También esta dedicado a la memoria de mi padre, don Luís, quien en gloria esta y se que estará orgulloso porque me dejo un gran ejemplo que seguir para ser un hombre de bien, gracias papa en donde quiera que estés. De igual forma esta

dedicada a esa gran mujer que con gran amor y entereza le dio continuidad a lo que inicio junto con mi padre, si a mi mama Emilia, que nunca ha desfallecido y que aun sigue en su misión que Dios le encomendó, la de hacer de nosotros sus hijos personas de bien, gracias por todo mama, te amo.

Quiero agradecer a todos mis hermanos y sus esposas quienes siempre me han apoyado aunque sea con palabras de aliento. En especial a mi hermano Otón, quien me impulso en el inicio de mis estudios y me financio además una carrera técnica, que resulto la base de mi sostenimiento económico y sirvió para hacer posible mis estudios, en verdad gracias hermano te debo mucho. Como olvidar a mi hermano Domingo quien me apoyo en una etapa muy importante cuando estaba ya en la facultad y que tuve que dejar de trabajar un tiempo para recuperarme en mis estudios y enderezar la nave, gracias hermano.

También un agradecimiento especial a mis hermanas M^a. Luisa y Tere quienes me han brindado su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida personal y nunca me han dejado caer, gracias hermanitas las amo.

A mi hermano Gollo...carnal, con quien he vivido y compartido muchos momentos buenos y malos de mi vida, gracias por ser tu mi mejor compañero y hermano.

A mis cuñadas Blanca y Ma, Félix quienes siempre han creído en mi y me han apoyado también con mis niñas en muchos momentos difíciles, que sin su apoyo y comprensión hubiesen sido mas complicados.

A todos mis sobrinos, en especial a Luís, Pepe, Oscar, Eli, Viki, Luís Enrique, Adrianita y Maite, a quienes he disfrutado desde que nacieron y quienes nunca dejaron de creer en mi y lo mas importante que me lo hicieron saber, haciendo que sus palabras me motivaran a seguir hasta el final, a todos ellos mi agradecimiento.

Por ultimo quiero agradecer al Ingeniero Fernando Patlan Cardoso mi asesor en este paso final, gracias ingeniero por su guía, por sus conocimientos y por su paciencia en la realización de este trabajo.

INDICE

	Pagina
Dedicatorias e Índice.....	i
INTRODUCCION.....	1
Capitulo 1.....	4
1. Conceptos generales.....	4
1.1.1. Electrónica.....	4
1.1.2. Componentes electrónicos.....	6
1.1.3. Electricidad.....	11
1.1.4. Circuitos de control en maquinas eléctricas.....	18
1.1.5. Circuitos electrónicos de potencia.....	21
1.1.6. Hidráulica.....	25
1.1.7. Interpretación de Diagramas.....	27

Capitulo 2.....	34
2. Mantenimiento de un sistema	34
2.1. DEFINICION.....	35
2.2. Administración de mantenimiento	37
2.3. Implementación de archivos y registros de mantenimiento.....	39
2.4. Software de mantenimiento.....	42
2.4.1. CAPITALS ACTIVOS.....	43
2.4.2. ÓRDENES DE TRABAJO.....	48
2.4.3. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	52
2.4.4. INVENTARIOS.....	54
2.4.5. REGISTRO DE PROVEEDORES Y FABRICANTES.....	61
2.4.6. EMPLEADOS Y CONTACTOS.....	62
2.4.7. REPORTES DE MANTENIMIENTO.....	63
 Capitulo 3.....	 66
3. LA MAQUINA DE INYECCION DE PLASTICO.....	66
3.1 Tipos de maquinas.....	66
3.2. Estructura general de las maquinas.....	70
3.2.1. La unidad de cierre	72
3.2.2. La unidad de inyección.....	75

3.2.3 Unidad de control (PLC).....	77
Capitulo 4.....	80
4. MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA DE INYECCION DE PLASTICO.....	80
4.1 Seguridad en el trabajo.....	81
4.2 El plan de mantenimiento.....	85
4.3 El programa de mantenimiento	94
4.4 Localización y reparación de Averías,.....	107
4.5 Inventario de refacciones	112
 CONCLUSIONES	 130

INTRODUCCION

STL (SISTEMAS DE TROQUELADO Y LAMINADO, S.A. DE C.V.) es una empresa líder en la fabricación de lámparas y sistemas de iluminación, con una experiencia de mas de 20 años distribuyendo y exportando sus productos en varias partes del mundo; productos que son elaborados con tecnología de punta y con los requerimientos de calidad que exige el mercado, siendo este uno de los mas competitivos en el mundo.

Esto exige un compromiso por contar con una estructura organizacional que garantice el óptimo funcionamiento de la empresa en todas sus áreas como son: administración, finanzas, ventas, operaciones, etcétera.

Dentro del área operativa se encuentra producción y mantenimiento. Siendo esta ultima un área de servicio esta obligada a garantizar el óptimo y oportuno funcionamiento de equipos e instalaciones para que las demás áreas puedan cumplir sus objetivos de manera oportuna y con la calidad que exige el mercado mundial de estos productos.

El presente trabajo se desarrolla con el fin de documentar las actividades del área de mantenimiento en la empresa STL, tener una descripción a fin de analizarlas y determinar sus alcances así como tener la referencia para mejorar, optimizar su funcionamiento y dar el servicio que se requiere.

Aunque estas funciones se realizan para toda la planta productiva las ejemplificaremos con el **mantenimiento a maquinas de inyección de plástico** que es una de las áreas mas importantes. Sin embargo, este procedimiento es aplicable a todas las áreas de la planta.

Las actividades aquí descritas son ejecutadas en una planta que pertenece a la compañía SISTEMAS DE TROQUELADO Y LAMINADO, S. A. DE C. V. (STL), estas actividades bien pueden ser aplicadas o desarrolladas en cualquier empresa que requiera de la implementación de un sistema de mantenimiento, basado en la administración y coordinación de actividades encaminadas a optimizar el funcionamiento y disponibilidad de equipos e instalaciones. La figura 1 muestra el organigrama de mantenimiento dentro de la empresa.

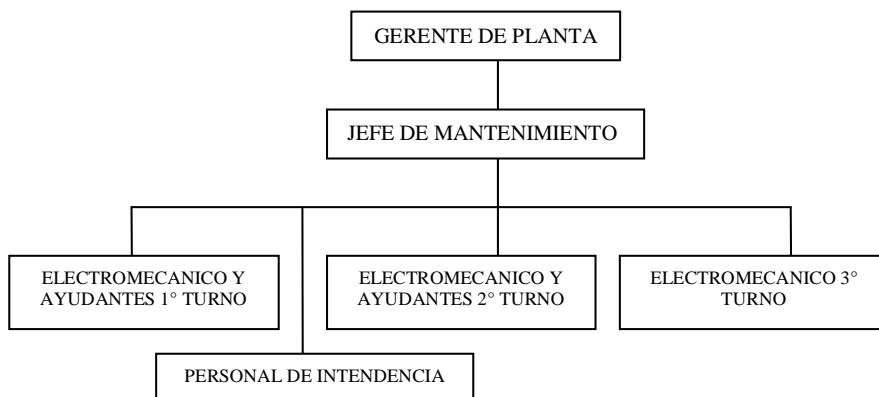


Fig. 1 organigrama de mantenimiento.

El mantenimiento en sus diferentes etapas o fases requiere de una serie de conocimientos teóricos básicos en ingeniería como electrónica, electricidad, neumática, hidráulica, mecánica, etc. para que resulte efectivo y cumpla con los requerimientos de una planta productiva. Por otra parte un buen mantenimiento requiere de una buena administración en todas sus áreas, por lo que se describe y analiza a continuación el procedimiento para documentar y administrar estas actividades, aplicando en este caso a maquinas de inyección de plástico.

CAPITULO 1

1.1 CONCEPTOS GENERALES.

En este capítulo se hace una breve introducción a las diferentes áreas de la ingeniería, citando los conceptos básicos que he utilizado y aplicado en el desarrollo de mis actividades para entender los sistemas, su funcionamiento y ejecutar las tareas de mantenimiento, la localización de averías y demás actividades que mantengan en óptimas condiciones la operación de equipos e instalaciones de la planta.

1.1.1. ELECTRONICA.

La electrónica es una ciencia aplicada que estudia y emplea sistemas cuyo funcionamiento se basa en el control del flujo de electrones u otras partículas cargadas en diversos dispositivos semiconductores empleados por los ingenieros en el diseño y construcción de circuitos para resolver problemas prácticos, utilizando un software para controlarlos.

El origen de la electrónica se remonta al año 1906 cuando se inventó el triodo, que permitió el desarrollo de la radio, la

telefonía de larga distancia y las películas sonoras. La electrónica de estado sólido se inicia en el año 1947 con la invención del transistor a base de semiconductores, en 1958 se desarrolla el primer circuito integrado con seis transistores en un mismo chip. En 1970 se desarrolla el primer microprocesador Intel 4004. Actualmente el campo de desarrollo de la electrónica es tan vasto que es necesario dividirla en varias ciencias especializadas, clasificadas en dos grandes áreas que son la electrónica analógica y la electrónica digital.

La electrónica digital considera valores discretos de tensión, corriente o cualquier otra medida; esto es valores concretos determinados, mientras que la electrónica analógica considera y trabaja con valores continuos de estas variables; pudiendo tomar infinitos valores

La electrónica digital se encarga de sistemas electrónicos en los cuales la información está codificada en dos únicos estados. A dichos estados se les puede llamar "verdadero" o "falso", o más comúnmente 1 y 0, refiriéndose a que en un circuito electrónico hay (1- verdadero) tensión de voltaje o hay

ausencia de tensión de voltaje (0 - falso). Electrónicamente se les asigna a cada uno un voltaje o rango de voltaje determinado, a los que se les denomina niveles lógicos, típicos en toda señal digital. Por lo regular los valores de voltaje en circuitos electrónicos pueden ir desde 1.5, 3, 5, 10, 12 y 24 Volts, dependiendo la aplicación

La electrónica analógica se diferencia de la electrónica digital en que para esta última un valor de voltaje codifica uno de estos dos estados, mientras que para la electrónica analógica hay una infinidad de estados de información que codificar según el valor del voltaje.

1.1.2. COMPONENTES ELECTRONICOS.

La electrónica desarrolla diferentes tareas como el control, el procesado, la distribución de la información, la conversión y la distribución de energía eléctrica, empleando circuitos electrónicos para la creación y detección de campos magnéticos y corrientes eléctricas. Estos circuitos están constituidos por una gran variedad de dispositivos generalmente encapsulados en un material cerámico, metálico

Componentes electrónicos o plástico, y contienen dos o más terminales o patillas metálicas para ser conectados entre ellos mediante soldadura a un circuito impreso que forma finalmente el circuito electrónico. Existen diferentes criterios para clasificar estos componentes:

1. Por su estructura física en:

- Discretos: aquellos que están encapsulados uno a uno como resistores, capacitores, diodos, transistores, etc.
- Integrados: formados por conjuntos más complejos como un amplificador operacional, una compuerta lógica, etc. que pueden contener desde pocos elementos discretos hasta millones de ellos.

2. Según el material base de su fabricación:

- Semiconductores.
- No semiconductores.

3. Según su funcionamiento:

Componentes electrónicos

- Activos: que proporcionan excitación eléctrica, ganancia o control. (Proporcionan energía).
- Pasivos: encargados de la conexión entre los diferentes componentes activos, aseguran la transmisión de señales eléctricas. (Consumen energía).

4. Según el tipo de energía:

- Electromagnéticos: transformadores e inductores.
- Opto electrónicos: transforman energía luminosa en eléctrica y viceversa: diodos led, células fotoeléctricas, etc.



Figura 1.1 Componentes electrónicos

Algunos de estos componentes se muestran en la figura 1.1, sus nombres y su función dentro de los circuitos se describen en la tabla numero 1.

Componente	Función
Amplificador operacional.	Amplificación, regulación, conversión de señal conmutación.
Biestable	Control de sistemas secuenciales.
PLC (Control Lógico Programable)	Control de sistemas digitales.
Diac	Control de potencia
Diodo	Rectificación de señales, regulación, multiplicador de tensión.
Diodo Zener.	Regulación de tensiones.
Memoria.	Almacenamiento digital de datos.
Microprocesador.	Control de sistemas digitales.
Microcontrolador.	Control de sistemas digitales.
Tiristor.	Control de potencia.
Puerta lógica.	Control de sistemas combinacionales.
Transistor.	Amplificación, conmutación.
Triac.	Control de potencia.
Pila.	Generación de energía eléctrica.

Componentes electrónicos

Capacitor.	Almacenamiento de energía, filtrado, adaptación de impedancias.
Fusible.	Protección contra sobretensiones.
Inductor.	Adaptación de impedancias.
Interruptor.	Apertura o cierre de circuitos manualmente.
Potenciómetro.	Variación de la corriente eléctrica o de la tensión.
Rele.	Apertura o cierre de circuitos mediante señales de control.
Resistor.	División de tensión o intensidad, limitación de intensidad.
Transductor.	Transformación de una magnitud física en una eléctrica.
Transformador.	Elevar o disminuir tensiones, intensidades, impedancias.
Varistor.	Protección contra sobre-tensiones.
Capacitor.	Almacenamiento de energía eléctrica.
Conmutador.	Reencaminar una entrada a una salida elegida entre dos o más.
Cable	Conducción de energía eléctrica.

Tabla 1.Descripción de componentes electrónicos y su función en circuitos.

1.1.3 ELECTRICIDAD.

Se denomina electricidad a la rama de la física que estudia las leyes que rigen el fenómeno y a la rama de la tecnología que la usa en aplicaciones prácticas. Desde que, en 1831, Faraday descubriera la forma de producir corrientes eléctricas por inducción, fenómeno que permite transformar energía mecánica en energía eléctrica, se ha convertido en una de las formas de energía más importantes para el desarrollo tecnológico debido a su facilidad de generación y distribución y a su gran número de aplicaciones.

Tensión eléctrica o voltaje es la energía potencial por unidad de carga que está asociada a un campo electrostático. Su unidad de medida en el SI son los voltios. Corriente eléctrica es el flujo de electrones a través de un material conductor sometido a una diferencia de potencial. Esta puede ser de dos tipos. Corriente continúa la que no cambia de sentido con el tiempo y corriente alterna aquella en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente; se manifiesta esta última en varias formas de onda siendo la más usada la onda sinusoidal. Es la que llega a los hogares y a las empresas. Las frecuencias

empleadas en las redes de distribución son 50 y 60 Hz, dependiendo del país. Para su utilización en la industria y los hogares se han creado sistemas trifásicos y monofásicos. Corriente trifásica es el conjunto de tres corrientes alternas de igual frecuencia, amplitud y valor eficaz que presentan una diferencia de fase entre ellas de 120° , y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes que forman el sistema se designa con el nombre de fase. La generación trifásica de energía eléctrica es más común que la monofásica y proporciona un uso más eficiente de los conductores. Su utilización es mayoritaria para transportar, distribuir energía eléctrica y para su utilización industrial, incluyendo el accionamiento de motores. La corriente monofásica se obtiene de tomar una fase de la corriente trifásica y un cable neutro, obteniendo 110/127 ó 220/230 voltios, dependiendo del voltaje trifásico (220 ó 440), lo que la hace apropiada para que puedan funcionar adecuadamente la mayoría de electrodomésticos y luminarias que hay en las viviendas.

Mediciones eléctricas

Las unidades eléctricas básicas en el sistema internacional son:

Ampere (A, unidad de corriente eléctrica)

Voltio (V, unidad de potencial eléctrico y fuerza electromotriz). El voltio se define como la diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente con una intensidad de un amperio utiliza un vatio de potencia.

Ohmio (Ω , unidad de resistencia eléctrica). Un ohmio es la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos de un conductor cuando una diferencia de potencial constante de 1 voltio aplicada entre estos dos puntos produce, en dicho conductor, una corriente de intensidad 1 amperio, cuando no haya fuerza electromotriz en el conductor:

Instrumentos de medida

Se denomina instrumentos de medida de electricidad a todos los dispositivos que se utilizan para medir las magnitudes eléctricas y asegurar así el buen funcionamiento de las instalaciones y máquinas eléctricas. La mayoría son aparatos portátiles de mano y se utilizan para el montaje; hay otros instrumentos que son conversores de medida y otros métodos de ayuda a la medición, el análisis y la revisión. La obtención de datos cobra cada vez más importancia en el ámbito

industrial, profesional y privado. Se demandan, sobre todo, instrumentos de medida prácticos, que operen de un modo rápido y preciso y que ofrezcan resultados durante la medición.

Existen muchos tipos de instrumentos diferentes siendo los más destacados los amperímetros, voltímetros, óhmetros, multímetros y osciloscopios

Elementos de seguridad

Las instalaciones eléctricas disponen de varios elementos de seguridad para disminuir el riesgo de accidentes, como los causados por cortocircuitos, sobrecargas o contacto de personas o animales con elementos en tensión.

Un cortocircuito ocurre cuando falla un aparato o línea eléctrica por el que circula corriente, y esta pasa directamente:

- del conductor activo o fase al neutro o tierra
- entre dos fases en el caso de sistemas polifásicos en corriente alterna
- entre polos opuestos en el caso de corriente continua.

El cortocircuito se produce normalmente por fallos en el aislante de los conductores, cuando estos quedan sumergidos en un medio conductor como el agua o por contacto accidental entre conductores aéreos por fuertes vientos o rotura de los apoyos. Debido a que un cortocircuito puede causar daños importantes en las instalaciones eléctricas e incendios en edificios, las instalaciones están normalmente dotadas de fusibles, interruptores magnetotérmicos o diferenciales y tomas de tierra, a fin de proteger a las personas y las cosas.

Aplicaciones de la electricidad.

El conocimiento del fenómeno de inducción electromagnética ha permitido obtener energía eléctrica a partir de energía mecánica, lo que ha sido un elemento clave en el desarrollo de la tecnología. Se aplica la inducción electromagnética para la construcción y el funcionamiento de innumerables dispositivos como el alternador, los motores eléctricos, los transformadores, electroimanes, electroválvulas, etc.

El alternador es una máquina destinada a transformar la energía mecánica en eléctrica, generando, mediante fenómenos de inducción electromagnética, una corriente alterna. Los alternadores se basan en el principio de que, en un conductor sometido a un campo magnético variable, se crea una tensión eléctrica inducida cuya polaridad depende del sentido del campo y su valor del flujo que lo atraviesa.

Un motor eléctrico es un dispositivo dinamoeléctrico encargado de transformar energía eléctrica en energía mecánica por medio de la interacción de campos magnéticos. Los motores eléctricos son ampliamente utilizados en instalaciones industriales y electrodomésticos, por su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento. Se fabrican desde potencias muy pequeñas hasta grandes potencias, y con velocidades fijas, ajustables o variables. Tanto los motores de corriente alterna como los motores de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cuál establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse

perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El transformador es una máquina eléctrica carente de movimiento que permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia y la potencia con un alto rendimiento.

Un electroimán es un tipo de imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica, desapareciendo en cuanto cesa dicha corriente. Se usan en muchas situaciones en las que se necesita un campo magnético variable rápida o fácilmente. Son los componentes esenciales de muchos interruptores, siendo usados en los frenos y embragues electromagnéticos; se usan en los motores eléctricos rotatorios para producir un campo magnético rotatorio y en los motores lineales para producir un campo magnético itinerante que impulse la armadura.

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. Es de uso muy común en los circuitos hidráulicos y neumáticos de maquinaria e instalaciones industriales. Las electroválvulas pueden ser *cerradas en reposo* o *normalmente cerradas* lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas, o bien pueden ser del tipo *abiertas en reposo* o *normalmente abiertas* que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

1.1.4. CIRCUITOS DE CONTROL EN MÁQUINAS ELECTRICAS.

El funcionamiento de una máquina eléctrica requiere de ser controlado para que este sea de acuerdo a una necesidad específica, para esto a través del tiempo se han desarrollado una serie de dispositivos interconectados entre si conocidos como circuitos eléctricos de control, y pueden ser manuales, semiautomáticos o automáticos. Pueden clasificarse en:

- Circuitos de control electromagnético.

- Circuitos de control con driver.
- Circuitos de control con PLC.

El circuito de control electromagnético está constituido por un interruptor o seccionador, una protección, un contactor, un relevador, botones de control y el cableado. Se utiliza principalmente para el gobierno de dispositivos como los motores eléctricos en lo que conocemos como arrancadores, que pueden ser de dos tipos principales: arrancadores a tensión plena y/o arrancadores a tensión reducida los cuales funcionan con autotransformador o un banco de resistencias, principalmente en el arranque de motores.

El circuito de control con PLC (control lógico programable), puede realizar cualquier función que se lleva a cabo con relevadores y elementos discretos; es decir el PLC sustituye a todos estos elementos, por lo que todo el circuito de control se reduce a interconectar los elementos sensitivos (entradas) y los elementos a controlar (salidas) al PLC, el cual se programa para lograr que los comandos de acción respondan a las diferentes condiciones que se presentan en una máquina.

Un circuito de control con PLC se puede apreciar como un bloque compacto, en el cual se pueden distinguir cuatro partes principales que son la fuente de alimentación, la sección de entradas, la sección de salidas, y la sección del procesador.

La fuente de alimentación convierte el voltaje alterno de las líneas de alimentación en voltaje de corriente directa y lo reduce para los niveles de voltaje requerido por los circuitos electrónicos del PLC.

La sección de entrada es la que recibe las señales de todos los dispositivos sensitivos del proceso, cubriendo cuatro funciones: conexión, indicación, acondicionamiento y aislamiento.

La sección de salida es el enlace entre los elementos a controlar y el PLC, cubriendo también las funciones de conexión, indicación, acondicionamiento y aislamiento.

El procesador es el cerebro del circuito de control; en él se tiene la capacidad de almacenar información (memoria), realiza cálculos y operaciones que permiten tomar decisiones utilizando una unidad central de proceso o CPU, permitiendo que el proceso sea controlado de acuerdo a los requerimientos de funcionamiento.

1.1.5. CIRCUITOS ELECTRONICOS DE POTENCIA.

Se denomina electrónica de potencia a la rama de la ingeniería electrónica que consigue adaptar y transformar la electricidad, con la finalidad de alimentar otros equipos, transportar energía, controlar el funcionamiento de máquinas eléctricas, etc.

Se refiere a la aplicación de dispositivos electrónicos, principalmente semiconductores, al control y transformación de potencia eléctrica. Esto incluye tanto aplicaciones en sistemas de control como de suministro eléctrico a consumos industriales o incluso la interconexión de sistemas eléctricos de potencia.

El principal objetivo de esta disciplina es el procesamiento de energía con la máxima eficiencia posible, por lo que se evitan utilizar elementos resistivos, potenciales generadores de pérdidas por efecto Joule. Los principales dispositivos utilizados por tanto son bobinas y capacitores, así como semiconductores trabajando en modo corte/saturación (on/off).

Dispositivos de potencia

Para estas aplicaciones se han desarrollado una serie de dispositivos semiconductores de potencia, todos los cuales derivan del diodo o el transistor. Entre estos se encuentran:

Rectificador controlado de silicio (SCR en inglés)

Triac

Dichos dispositivos son empleados en equipos que se denominan convertidores estáticos de potencia, clasificados en:

- Rectificadores: convierten corriente alterna en corriente continua
- Inversores: convierten corriente continua en corriente alterna
- Cicloconvertidores: convierten corriente alterna en corriente alterna

- Interruptor chopper (Choppers): convierten corriente continua en corriente continua
- Convertidores de Energía eléctrica

Conversión de potencia es el proceso de convertir una forma de energía en otra, esto puede incluir procesos electromecánicos o electroquímicos.

En la actualidad esta disciplina está cobrando cada vez más importancia debido principalmente a la elevada eficiencia de los convertidores electrónicos en comparación a los métodos tradicionales, y su mayor versatilidad. Un paso imprescindible para que se produjera esta revolución fue el desarrollo de dispositivos capaces de manejar las elevadas potencias necesarias en tareas de distribución eléctrica o manejo de potentes motores.

Aplicaciones

Las principales aplicaciones de los Convertidores electrónicos de potencia son las siguientes:

Fuentes de alimentación: En la actualidad han cobrado gran importancia un subtipo de fuentes de alimentación electrónicas, denominadas fuente de alimentación conmutada. Estas fuentes se caracterizan por su elevado rendimiento y reducción de volumen necesario. El ejemplo más claro de aplicación se encuentra en la fuente de alimentación de las computadoras.

Control de motores eléctricos: La utilización de convertidores electrónicos permite controlar parámetros tales como la posición, velocidad o par suministrado por un motor. Esta técnica, denominada comercialmente como "inverter" sustituye el antiguo control encendido/apagado por una regulación de velocidad que permite ahorrar energía.

Otras: Como se ha comentado anteriormente son innumerables las aplicaciones de la electrónica de potencia. Además de las ya comentadas destacan: Sistema de alimentación ininterrumpida, sistemas de control del factor de potencia, balastos electrónicos para iluminación a alta frecuencia,

Circuitos electrónicos de potencia interfase entre fuentes de energía renovables y la red eléctrica, etc.

Las líneas de investigación actuales buscan la integración de dispositivos de potencia y control en un único chip, reduciendo costes y multiplicando sus potenciales aplicaciones. No obstante existen dificultades a salvar como el aislamiento entre zonas trabajando a altas tensiones y circuitería de control, así como la disipación de la potencia perdida.

1.1.6 HIDRAULICA.

La palabra hidráulica proviene del vocablo griego hydor que significa agua, actualmente el termino hidráulica se aplica a todo lo relacionado con la transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos, es decir transmisión de energía a través de líquidos en su mayoría aceite mineral, aunque pueden ser también líquidos sintéticos, agua o una emulsión de aceite-agua.

Existen otras posibilidades de transmisión de energía como la mecánica, la eléctrica, la neumática, entre otras. Sin embargo las características que destacan a la hidráulica son:

- Grandes fuerzas o momentos de giro, producidos en reducidos espacios de montaje.
- Las fuerzas se gradúan automáticamente a las necesidades.
- El movimiento puede realizarse con carga máxima desde el arranque.
- Graduación continua simple (ya sea control o regulación) de la velocidad, momento o fuerza.
- Protección simple contra sobrecarga.
- Útil para movimientos rápidos controlados, así como para movimientos de precisión extremadamente lentos.
- Acumulación relativamente sencilla de energía por medio de gases.


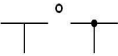
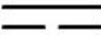


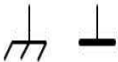


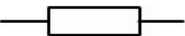

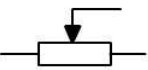
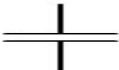
1.1.7 INTERPRETACION DE DIAGRAMAS.

Los diagramas son dibujos en los cuales líneas, símbolos y combinaciones de números y letras son usados para

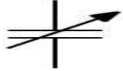




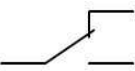
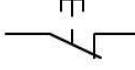


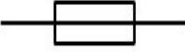

representar circuitos eléctricos, hidráulicos, neumáticos, etc. Estos dibujos son útiles como información valiosa en la construcción de instalaciones nuevas, en la localización de problemas de funcionamiento o para modificar circuitos en existencia.

Existen muchos tipos de diagramas, cada tipo es dibujado de modo distinto para dar información distinta aún dentro de la misma disciplina, por ejemplo en diagramas eléctricos podemos mencionar los diagramas de conjunto, los diagramas unifilares, diagramas esquemáticos y diagramas de alambrado. Los diagramas son parte de la información técnica que sirve para interpretar o entender el funcionamiento de una máquina, de un conjunto o de un componente en particular dentro de un sistema, por lo que su interpretación es fundamental para el área de mantenimiento en la localización y reparación de fallas o averías. Su interpretación se basa en el conocimiento de símbolos normalizados (tabla numero 2) que se utilizan en la elaboración de estos diagramas.


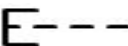
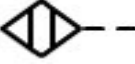
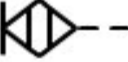
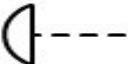
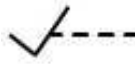
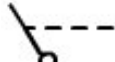
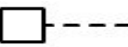


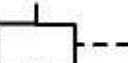
Interpretación de diagramas

Símbolo	Descripción
	Conductores; Las dos representaciones son correctas. Ejemplo: 3 conductores
	Conexión en "T"
	Corriente continua
	Corriente alterna
	Tierra
	Masa o chasis
	Base y clavija
	Base y clavija multipolares
	Resistencia (símbolo general)
	Resistencia variable
	Potenciómetro con contacto móvil
	Capacitor (símbolo general)

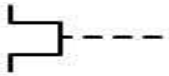
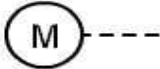
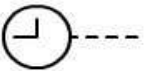
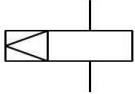
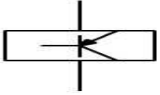
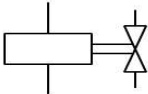
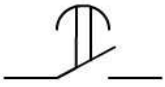
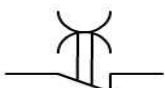
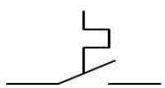
Interpretación de diagramas

	Capacitor variable
	Bobina (símbolo general)
	Bobina con núcleo magnético
	Interruptor normalmente abierto (contacto) NA
	Interruptor normalmente cerrado (contacto) NC
	Conmutador
	Pulsador normalmente cerrado (botón)
	Pulsador normalmente abierto (botón)
	Pulsador con lámpara indicadora
	Fusible
	Fusible-interruptor

	<p>Interruptor automático magnetotermico o guardamotor</p>
	<p>Interruptor automático de máxima intensidad interruptor magnético</p>
<p>Dispositivos de conmutación de potencia, relees, contactos y accionamientos</p>	
<p>Dispositivos mecanicos</p>	
	<p>Conexión mecánica , hidráulica, óptica o funcional</p>
	<p>Conexión indicando el sentido de la fuerza o del movimiento de traslación.</p>
	<p>Enclavamiento mecánico de dos dispositivos.</p>
	<p>Dispositivo de enganche liberado.</p>
	<p>Dispositivo de enganche enganchado</p>
	<p>Embrague mecánico desembragado.</p>
	<p>Embrague mecánico embragado.</p>
	<p>Engranaje</p>

Accionadores de dispositivos	
	Accionador manual
	Mando de pulsador (pulsadores)
	Mando por efecto de proximidad (detectores inductivos de proximidad)
	Mando por palpador (palpadores).
	Accionamiento de emergencia tipo “zeta” (paro de emergencia)
	Mando de pedal
	Mando de palanca
	Mando por acumulación de energía.
	Accionamiento por energía hidráulica o neumática de simple efecto
	Accionamiento por energía hidráulica o neumática de doble efecto.
	Accionamiento por efecto electromagnético (relee)

Interpretación de diagramas

	Accionamiento por dispositivo térmico (para protección contra sobre intensidad)
	Accionamiento por motor
	Accionamiento por reloj eléctrico
Reles	
	Mando de un relee de enclavamiento mecánico
	Mando de un relee electrónico
	Bobina de una electroválvula.
Contactos de elementos de control	
	Contacto de cierre retardado a la conexión de su dispositivo de mando. Temporizador a la conexión
	Contacto de cierre retardado a la conexión y también a la desconexión de su dispositivo de mando.
	Contacto auxiliar de cierre autoaccionado por un relee térmico.

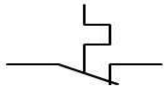
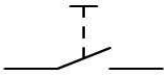
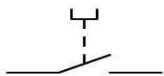
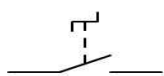

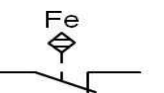
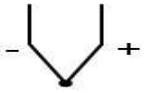
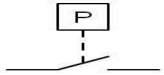
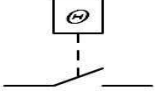
	Contacto auxiliar de apertura autoaccionado por un rele térmico.
Contactos de accionadores de mando manual	
	Contacto de cierre de control manual, símbolo general
	Interruptor girador
	Interruptor de giro con contacto de cierre
	Interruptor de giro con contacto de apertura
Elementos captadores de campo	
	Interruptor de proximidad de materiales férricos con contacto de apertura
	Termopar
	Interruptor accionado por presión (presostato)
	Interruptor accionado por temperatura (termostato)

Tabla 2. Representación de símbolos y su interpretación en los diagramas.

CAPITULO 2

2.1 MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA

Una de las actividades principales y muy importantes en una empresa es la de administrar el mantenimiento, para esto es necesaria la participación de todos y cada uno de los integrantes del departamento. En este caso la función que he desarrollado es la de participar en la implementación del sistema, recopilando los datos técnicos de equipos existentes y los que se van adquiriendo, ordenando la información técnica (manuales, folletos, etc.), creando las tarjetas de registro de cada equipo, instalaciones nuevas y existentes, registro de proveedores, elaboración de planes y programas de mantenimiento preventivo, inventarios de refacciones y herramientas, definición de máximos y mínimos, el monitoreo de existencia de refacciones en el almacén, la elaboración y seguimiento a requisiciones de refacciones y herramientas necesarias en el mantenimiento, seguimiento y ejecución de los programas de mantenimiento preventivo, seguimiento y ejecución de las ordenes de trabajo emitidas para mantenimiento correctivo y la elaboración de reportes de

Definición de mantenimiento actividades. En este capítulo se hace una descripción detallada del sistema adoptado, los documentos y software utilizado en la realización de estas actividades y su contenido.

2.1 DEFINICION

Iniciaremos con la definición del mantenimiento y su clasificación.

MANTENIMIENTO.

El mantenimiento es un servicio o conjunto de actividades que se desarrollan en una planta o sistema y que tiene por objeto asegurar que los elementos e instalaciones de esta planta o sistema funcionen de manera eficiente y oportuna. Este puede ser o no programado, y se conoce como correctivo al no programado y al que es programado se divide en dos grupos que son el preventivo y el rutinario.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Definición de mantenimiento

Es toda aquella actividad designada a corregir fallas o desperfectos en el equipo o instalaciones, que se presentan de manera imprevista, localizando las causas que las ocasionaron. Por lo general este tipo de mantenimiento es el más costoso y es el que ocasiona mayores pérdidas en producción por lo que se trata de evitar al máximo.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es toda actividad efectuada periódicamente destinada a mantener el equipo e instalaciones en óptimas condiciones de trabajo, así como para prevenir fallas.

Este tipo de mantenimiento debe respaldarse por buenos programas elaborados y desarrollados por este departamento en coordinación con todas las áreas de producción.

MANTENIMIENTO RUTINARIO.

Son todas aquellas actividades de limpieza, calibración o engrase, que pueden ser efectuados por operadores del equipo o por una persona encargada de mantenimiento.

Se puede decir que el mantenimiento rutinario es un complemento del mantenimiento preventivo.

2.2 ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO.

Para lograr una óptima administración del departamento de mantenimiento es necesario registrar todas las actividades realizadas en documentos o archivos diseñados especialmente para esto.

El análisis de los resultados obtenidos nos permitirá verificar el estado actual de equipos e instalaciones, la eficiencia de la programación de mantenimiento preventivo y el calculo de los costos generados por cada una de las áreas y de cada equipo en particular, y nos permitirá definir las políticas y cursos de acción en la toma de decisiones para solucionar los problemas presentados en equipos e instalaciones.

Estos documentos son:

- La orden de trabajo.
- Las tarjetas de registro.
- Los paquetes de mantenimiento.

La orden de trabajo es un documento clave que nos permite controlar la calidad, costo y tiempo de los trabajos efectuados y llevar un control histórico de reparaciones efectuadas al equipo e instalaciones por el departamento. Se puede dividir en dos tipos: la orden de trabajo normal para efectuar todo trabajo de mantenimiento correctivo y preventivo y la orden de trabajo abierta que se utiliza para controlar el mantenimiento rutinario efectuado por personal de mantenimiento.

Las tarjetas de registro histórico son documentos que contienen todos los datos importantes de cada equipo, la relación del paquete de mantenimiento preventivo, frecuencia de aplicación de cada uno, existencia de materiales y refacciones para cada aplicación de los paquetes, registro de órdenes de trabajo efectuadas en el equipo y sirven para establecer el historial de mantenimiento.

Los paquetes de mantenimiento son documentos donde se relacionan todas las actividades programadas periódicamente a cada equipo con la finalidad de evitar al máximo el mantenimiento correctivo; contiene todos los datos del

Administración de mantenimiento personal requerido para la operación, el tiempo estimado, el material y refacciones necesarias para estos paquetes.

2.3. IMPLEMENTACION DE ARCHIVOS Y REGISTROS DE MANTENIMIENTO

El objeto de contar con un archivo de mantenimiento, es el de tener información actualizada de todas las instalaciones de la planta, así como de cada uno de los equipos en particular, teniendo un acceso fácil, rápido y oportuno a esta información, para de esta forma resolver con eficiencia cualquier problema técnico que se presente en la planta. Los registros que se elaboran son:

- Registro histórico y de mantenimiento preventivo.
- Archivo técnico.
- Archivo de ordenes de trabajo
- Archivo de requisiciones.

a).- Registro histórico y de mantenimiento preventivo.

En esta sección del archivo de mantenimiento se encuentran en la primera parte todas las tarjetas de registro ordenadas por

Implementación de archivos y registros número de codificación para su rápida localización. En la segunda parte se encuentran todos los paquetes de mantenimiento preventivo que también están ordenados por número de codificación.

Estos documentos son la base del mantenimiento preventivo, y sobre ellos es captada toda la información necesaria para formar los programas de mantenimiento.

b).- Archivo técnico.

En este archivo se encuentra toda la información técnica con que cuenta la planta, y se encuentra dividido en cuatro partes que son:

- i) Información técnica de equipo.- En esta parte se encuentran todos los manuales, planos y datos técnicos del equipo codificado, ordenados por medio del mismo número de codificación de cada equipo.
- ii) Información general de la planta.- En el se encuentran los planos de la planta, seleccionados por áreas. Sobre estos se efectúan todas las modificaciones

hechas a la planta, para tener esta información actualizada.

- iii) Información general de equipo, refacciones, herramientas, y materiales: Catálogos, manuales y folletos.
- iv) Cursos técnicos, tablas, códigos y fórmulas.

c).- Archivo de las órdenes de trabajo.

Las órdenes de trabajo son archivadas después de descargar toda la información obtenida en las tarjetas de registro, por centro de costos, para de esta forma elaborar el informe mensual por áreas de mantenimiento a la gerencia.

d).- Archivo de requisiciones.

Para poder dar seguimiento a las actividades de mantenimiento se elaboran requisiciones tanto de materiales, refacciones y herramientas que se necesitan, tanto para el mantenimiento correctivo como para el preventivo, esta información también

Implementación de archivos y registros se descarga en las tarjetas de registro por centro de costos y después elaborar el reporte mensual a la gerencia.

2.4 SOFTWARE DE MANTENIMIENTO.

Actualmente existen muchos programas de computación que permiten y facilitan la administración de las actividades de mantenimiento, como el MP 2 de DATA STREAM, EL MPULSE, entre otros que se han desarrollado y actualizado constantemente; su aplicación e implementación depende de las necesidades de cada empresa o sistema que lo adopte.

A continuación describimos en forma detallada el MPULSE VERSION 5.5 qué es uno de los tantos programas que existen en el mercado.

Este programa contiene los siguientes archivos:

- **CAPITALES ACTIVOS**
- **ÓRDENES DE TRABAJO**
- **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.**
- **INVENTARIOS.**
- **VENDEDORES Y PROVEEDORES**

- EMPLEADOS Y CONTACTOS.
- REPORTES DE MANTENIMIENTO.

Cada uno de estos archivos contiene lo siguiente:

2.4.1 CAPITALES ACTIVOS.

Este archivo contiene las tarjetas de registro de equipos, maquinaria, vehículos, edificios, oficinas y terrenos organizados como se menciona a continuación:

LISTA DE EQUIPOS.

Se crean tarjetas de registro codificadas por áreas con todos los datos técnicos de la maquinaria, equipos que se encuentran en la planta y que son objeto de mantenimiento.

A su vez estas tarjetas se organizan con las secciones siguientes:

- i) Datos generales: numero de codificación, vendedor, fabricante, N° de serie, localización. Modelo, tipo, grupo.

- ii) Servicio: en él se encuentra la información referente al mantenimiento preventivo, como fecha de inicio, término de garantía, unidades de frecuencia, intervalos de frecuencia y horómetros. Mantenimiento predictivo.
- iii) Datos de financiamiento: precio de compra, fecha de compra, precio de reemplazo, centro de costo, esperanza de vida, número de activo y contrato de mantenimiento.
- iv) Inventario: en esta sección se enlistan todas las partes o refacciones, consumibles y herramientas que se utilizan en la máquina o equipo.
- v) Comentarios: esta sección se utiliza para anotar cualquier observación aclaratoria respecto al equipo o maquinaria.

LISTA DE VEHICULOS.

Se crean tarjetas de registro codificadas par cada uno de los vehículos que se tienen el la planta como son el montacargas, los patines, camionetas, etc. En general todo medio de

Software de mantenimiento transporte utilizado para trasladar productos, materiales, personas, etc., ya sea internamente o bien fuera de la empresa. El contenido de estas tarjetas es idéntico al de maquinaria y equipo, pero adecuado a los vehículos o medios de transporte. Además de las secciones mencionadas para las tarjetas de equipos y maquinaria para las tarjetas de vehículos se agrega una sección más de control de combustible y aceite que se utilizan en los vehículos.

LISTA DE EDIFICIOS.

En esta sección se crean tarjetas con toda la información referente a los edificios y construcciones de la planta; estas tarjetas contienen la siguiente distribución:

- i) Datos generales: número de identificación, descripción, localización, área total, sistema de seguridad, código de seguridad, acabados exteriores, acabados interiores, pisos, gerente general, contratista o constructor, año de construcción, teléfono(s).

- ii) Cuartos que componen al edificio.
- iii) Datos financieros: precio de compra, fecha de compra, valor del edificio, centro de costo, plan de seguro, compañía de seguro, comprado/alquilado, costo del alquiler.
- iv) Datos de construcción: año, tipo de techos, pisos, muros, acabados, interiores, pisos, superficie, servicios de ventilación, alcantarillado, etc.
- v) Inventario: todo lo referente a materiales, y/o refacciones necesarios para el mantenimiento y conservación del o los edificio.

LISTA DE CUARTOS O AREAS:

En esta sección se registran todos los cuartos, salas, oficinas, baños, áreas de comedor, salas de capacitación, de juntas, etc.

Formando tarjetas con los siguientes datos:

- i) Datos generales: edificio, localización, centro de costos, número de puertas, numero de ventanas, tipo de puertas, tipo de cerraduras, material de piso, tipo

Software de mantenimiento de iluminación, tipo de instalaciones, tipo, color y marca de pintura.

- ii) Equipo mayor contenido en ese cuarto.
- iii) Inventario de refacciones, materiales y herramientas, en este cuarto.

LISTA DE TERRENOS

En esta sección se habilitan tarjetas con los datos de los terrenos que pertenecen a la planta ya sean propios o rentados; las tarjetas contienen los siguientes datos:

- i) Datos generales: responsable del terreno, localización, propósito, sistema de seguridad, sistema de alcantarillado, de regadera, área arbolada, de césped, pavimentada, banqueta.
- ii) Datos financieros: fecha de compra, precio de compra, centro de costos, valor de la propiedad, área total, tipo de seguro.
- iii) Inventario. Todo lo referente a refacciones, materiales y herramientas.

2.4.2 ÓRDENES DE TRABAJO:

Este archivo nos permite planear, programar, dar seguimiento, y tener un historial de los trabajos realizados por mantenimiento, además de que va a ser la base para la elaboración de reportes a la gerencia, para esto se registra y administra la información en el siguiente orden:

REGISTRO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO

Consisten en tarjetas donde se registran todas las tareas definidas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, y son la base para la generación de órdenes de trabajo. Estas contienen lo siguiente:

- i) Datos generales: número de tarea, descripción de la tarea, tiempo estimado, número de personas para realizar la tarea, prioridad, tipo de trabajo, instrucciones y medidas de seguridad.
- ii) Inventario: refacciones, materiales y herramientas necesarias para realizar la tarea.

- iii) Observaciones: información adicional importante en la realización de la tarea.

REGISTRO DE ÓRDENES DE TRABAJO:

En esta sección es donde se generan todas las órdenes de mantenimiento, en base a los requerimientos, programas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo. Estas tarjetas de registro contienen los datos siguientes:

- i) Datos generales: número de identificación, descripción, fecha en que se abrió, hora en que se abrió, fecha programada, tiempo de programación, quien origina la orden, tipo de mantenimiento, prioridad, horómetros, área, localización y planificación.
- ii) Tareas a realizar: consiste de las tareas a ejecutar para dar cumplimiento a la orden de trabajo, costos de refacciones, consumibles, y mano de obra, fecha y hora en que se programa la tarea , fecha de paro, tiempo de paro, fecha y tiempo de terminación de la tarea.

- iii) Instrucciones: en base a las tareas asignadas se enlistan las instrucciones a seguir para realizar la tarea y cumplir con la orden de trabajo.
- iv) Asignación de tareas: se asignan las tareas según el área y el personal disponible, tiempo de realización y costo de realización.
- v) Inventario: en base a las tareas se definen las refacciones y consumibles a utilizar, así como los costos respectivos.
- vi) Costos: se registran todos los costos involucrados en la realización de la orden de trabajo como son mano de obra, refacciones, consumibles, tiempos muertos, hasta cerrar la orden de trabajo.

REGISTRO DEL HISTORIAL DE LAS ORDENES DE TRABAJO:

En esta sección se archivan las ordenes de trabajo que ya se han completado y cerrado en todas sus etapas, por lo que el formato de estas tarjetas de registro es el mismo de la de registro de generación de ordenes de trabajo.

REGISTRO DE REQUISICION DE ORDENES DE TRABAJO.

Estos registros se refieren a la generación de órdenes de trabajo, solicitadas por los diferentes usuarios de la planta. El contenido de este registro es básicamente la información de el área, equipo, quien la solicita, la prioridad, tipo de orden, y una descripción de el trabajo solicitado, controlado también por un numero de registro codificado por centro de costo, área, y equipo o activo al que se le aplicará el trabajo.

LISTA DE ÓRDENES DE TRABAJO:

Se elabora una lista de órdenes de trabajo, una lista de información rápida con el contenido de número de registro, descripción, fecha debida de elaboración, prioridad, tipo y área de localización.

CALENDARIO DE ÓRDENES DE TRABAJO:

Es una página donde se visualiza en forma generalizada, por día y el mes completo la o las ordenes programadas para su realización.

2.4.3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento preventivo y el predictivo o rutinario requiere de una programación basada en periodos de trabajo de los equipos, maquinaria, etc. Se controla ya sea por fechas, o por tiempos registrados de funcionamiento. Este programa se registra en tarjetas para hacer el seguimiento y control de los servicios programados. El contenido de estos registros es:

REGISTRO DE MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS:

- i) Datos generales: contiene un CODIGO DE IDENTIFICACION, una descripción, tipo de activo (equipo, edificio, cuarto, vehiculo, etc.) descripción o nombre del activo, tareas a realizar en este mantenimiento, personas asignadas, prioridad, y

fechas programadas de realización, última fecha y próxima fecha de realización,

- ii) Programa: en esta tarjeta se registran todos los datos referentes a la modalidad del programa, si es corriente o fijo, es decir si se realiza en base a la última fecha de realización, o se basa en una fecha fija sin importar la última fecha de realización. También se registra el intervalo de tiempo que deberá regir el periodo de mantenimiento, para poder programar en base a un medidor de horas de trabajo, de tal forma que se va a controlar en base a las lecturas de un horometro y el periodo de realización va a ser cada determinadas horas de trabajo.

TARJETA DE APERTURA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Esta tarjeta registra automáticamente un listado de los mantenimientos programados en un periodo determinado, y por activos, los cuales están abiertos y programados para su

realización. Esta lista puede visualizarse por día, semana, mes, o anual.

CALENDARIO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Se muestra una calendarización de los mantenimientos que se programaron en un día, mostrando la cantidad programada en ese día, visualizando por mes actual, anterior y siguiente, o cualquier mes que se requiera visualizar.

REGISTRO DE LECTURAS DE HOROMETROS.

En esta tarjeta se ingresan todos los datos de los equipos que se controlan por horometro, así como los datos de los horometros o de las últimas lecturas y los intervalos en que se deberán reprogramar los mantenimientos.

2.4.4 INVENTARIO

El inventario es uno de los aspectos más importantes para el desarrollo de un sistema de mantenimiento. Un inventario bien

Software de mantenimiento estructurado y organizado resulta una de las bases mas importantes para alcanzar los objetivos de mantenimiento como son el de cumplir con los programas en tiempo y costos, lograr que el mantenimiento sea lo mas apegado al presupuesto asignado a mantenimiento, y se brinde un servicio oportuno y de calidad. La organización y contenido de este archivo es como se describe a continuación:

INVENTARIO DE PARTES

Este inventario se refiere a todas las refacciones de equipos, maquinaria , vehículos, en general de todos los activos que se tienen registrados, estos registros contienen toda la información posible para tener un control en el manejo y seguimiento de cada una de las partes registradas. Esta información se controla mediante tarjetas de registro que contienen lo siguiente:

- i) Datos generales: un código de identificación ID, en el cual cada digito representa información como área o departamento, tipo o grupo de refacción centro de

Software de mantenimiento costo, y numero consecutivo. Una descripción lo mas completa posible de la refacción o parte para su fácil localización, proveedor principal, proveedor alternativo, ubicación, centro de costo, N° de parte del proveedor, fabricante, fabricante alterno, inventario en stock, máximo y mínimo disponible, mínimo para reordenar, costo por unidad y fecha de registro.

- ii) Existe una columna para los comentarios u observaciones que puedan servir para complementar la información registrada.

INVENTARIO DE SUMINISTROS O ARTICULOS SURTIDOS.

En este inventario se registran todos los artículos de consumo como aceites, grasas, limpiadores, servicios de fabricación o mantenimiento realizado por proveedores externos, asesorías técnicas, proyectos, etc., y en general todo lo que representa un artículo que se consume o que pasa a formar parte del activo de la empresa. Las tarjetas de registro de este inventario

Software de mantenimiento contienen toda la información necesaria y suficiente para su control y seguimiento, y tienen el mismo formato que las del inventario de partes.

INVENTARIO DE HERRAMIENTAS

El inventario de herramientas contiene los registros de todo tipo de herramientas que se manejan en la planta, por departamento y por área, así como de herramientas especiales que se manejan exclusivamente en determinadas máquinas o equipos, como herramientas de corte, de ajustes, de calibración, etc. Las tarjetas de registro de este inventario son idénticas en formato a las de partes, antes descritas y contienen la información necesaria y suficiente para el control y seguimiento de las herramientas en su uso, consumo y reposición de las mismas.

REGISTRO DE REQUISICIONES.

Las requisiciones son una parte importante para el control de máximos y mínimos del inventario de partes o refacciones, de

los consumibles y en general de todo lo que es requerido para el funcionamiento del equipo, maquinaria, vehículos, edificios, y nuevos proyectos que se generan para cumplir con las expectativas de producción, en calidad y tiempos establecidos, por lo que la administración de mantenimiento debe generar las requisiciones, llevar el control y dar el seguimiento necesario para mantener los inventarios y así poder dar el servicio que le demanda las diferentes áreas de la empresa. El software de mantenimiento contiene una sección donde se registra toda la información de una requisición desde que se genera, hasta que se cierra. Estos registros contienen lo siguiente.

- i) información del proveedor: esta tarjeta contiene un N° de control (ID) de la requisición, que es un consecutivo, nombre de la persona que la origina, estatus de la requisición, que puede ser abierta, retenida, cerrada o cancelada, datos del proveedor como, razón social, contacto, numero telefónico, numero de fax, o correo electrónico, y datos de dirección, como calle, colonia, ciudad, estado, país y código postal.

- ii) Datos de cobro: en este caso se registran todos los datos de la empresa, a quien se deberá cobrar el costo del o los artículos requeridos, nombre del contacto, y los datos de teléfono, fax, correo electrónico, y dirección de la empresa (datos fiscales).
- iii) Datos de envió: se registran todos los datos del destinatario del o de los artículos requeridos, como nombre de la persona que recibe, nombre de la compañía, lugar de recepción, con todos los datos de la dirección de la ubicación de la planta o almacén que recibe. Para esto existe solo un nombre del responsable del o los almacenes de recepción.
- iv) Datos financieros: se registran una relación del o los artículos requeridos con un código de identificación, descripción, cantidad ordenada, cantidad recibida, unidades, costo por unidad descuentos, y costo total.
- v) Comentarios: por ultimo se registra una columna con los comentarios u observaciones que complementan la información de estos registros.

LISTA DE REORDENAMIENTO DE REFACCIONES.

Esta parte del registro de inventarios se refiere a una lista generalizada de los artículos que se requiere reordenar para actualizar los máximos y mínimos de partes o refacciones, consumibles, etcétera y es una relación general de todos estos artículos de reorden.

AJUSTE DE MAXIMOS Y MINIMOS DE INVENTARIOS.

Esta es una sección muy importante para poder mantener los inventarios de refacciones y consumibles con un control que permita contar en tiempo y en cantidad lo que se requiere para la realización de las actividades de mantenimiento, y se deberá tener un control al día con las entradas y salidas de almacén para evitar faltantes o se sobrecargue el inventario de refacciones innecesarias y que pueden repercutir en los costos de mantenimiento de una manera importante, ya sea por faltantes o por exceso.

2.4.5 REGISTRO DE PROVEEDORES Y FABRICANTES.

Un archivo de proveedores y/o fabricantes es muy importante, para poder conseguir en forma inmediata los materiales y refacciones necesarios para realizar los mantenimientos tanto correctivos como preventivos, esta lista de proveedores se registra en tarjetas con toda la información necesaria y suficiente para una rápida consulta. Estas tarjetas deberán contener la siguiente información:

REGISTRO DE FABRICANTES:

Nº de identificación (ID) es un consecutivo que se crea conforme se registren los fabricantes.

Nombre de la compañía. Nombre de la razón social.

Datos generales como: Nº telefónico, fax, sitio Web, e-mail, nombre del contacto, mencionando el título y cargo, datos de la ubicación, calle, colonia, ciudad, estado país código postal.

REGISTRO DE PROVEEDORES:

Nº de identificación (ID) consecutivo que se crea al registrar el proveedor.

Nombre de la compañía o razón social.

Datos generales: teléfono, fax, sitio Web, e-mail, contacto, mencionando título y cargo, teléfono de ventas y/o servicio, dirección (calle, número, colonia, ciudad, país, código postal.

Número de cuenta.

2.4.6 REGISTRO DE EMPLEADOS Y CONTACTOS.

Una estructura organizacional de mantenimiento requiere de la información mas importante de sus empleados, ya que todas las actividades y registros van enlazados, y en la asignación de tareas o de ordenes de trabajo, estos datos se enlazan para la ejecución de las actividades de mantenimiento, por esta razón se crean tarjetas de registro con los datos referentes a cada empleado como título, puesto, horario, sueldo por hora, especialidad, y todos los datos personales, como número de seguro, estado civil, nombres de familiares, teléfonos de localización, departamentos, correo electrónico, nombre de la

esposa o persona a que se deberá dar información, teléfono de domicilio, teléfono celular.

Se crea otra tarjeta con la relación de herramienta asignada, en cantidad, tipo y número de identificación.

Todas estas tarjetas contienen un número de identificación (ID) que será un consecutivo creado en cada registro de empleado.

El registro de contactos se refiere a personas que se registran con el fin de recurrir para asesorías o trabajos especiales de mantenimiento. Las tarjetas de estos registros contienen todos los datos necesarios para su localización y comunicación así como los datos respecto a la especialidad en la que pueden apoyar las actividades de mantenimiento.

2.4.7 REPORTES DE MANTENIMIENTO.

Los reportes de mantenimiento son el medio de captar la información necesaria para poder evaluar el sistema de mantenimiento, por estas razones es necesario hacer un análisis ordenado de toda la información obtenida por cada

uno de los responsables del sistema e integrarla de tal forma que se obtengan los resultados deseados.

En este archivo se podrán obtener los siguientes:

REPORTES DE ORDENES DE TRABAJO

Se elaboran todos los reportes referentes a las órdenes de trabajo, tareas de mantenimiento, historial de las órdenes de trabajo, reportes de trabajos solicitados o requisiciones de trabajos de mantenimiento.

REPORTES DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Se obtiene un reporte de todas las actividades de mantenimiento programadas con fechas y horarios de ejecución, así como los intervalos de tiempo u horas entre cada servicio.

REPORTES DE CAPITALES ACTIVOS

Se puede obtener un reporte de todos los equipos, edificios, terrenos, etc. Todos los activos de la empresa o sistema.

REPORTES DE INVENTARIO

Se puede elaborar reportes de todo lo referente a inventarios, como refacciones, requisiciones, herramientas, etc.

En resumen se pueden elaborar reportes de todos los archivos del programa de mantenimiento ya sea de manera grafica o en forma de listas o resumen de los datos almacenados en el programa.

CAPITULO 3

3. LA MAQUINA DE INYECCION DE PLASTICO.

Para poder llevar a cabo el mantenimiento de cualquier equipo o sistema es necesario tener el conocimiento de este, sus partes principales, su funcionamiento y las partes susceptibles de mantenimiento, este conocimiento nos permite con certeza elaborar un plan de mantenimiento efectivo y un programa adecuado a las necesidades y requerimientos del equipo y sus partes. A continuación hacemos una breve descripción de lo que son las máquinas de inyección de plástico, que utilizaremos para ejemplificar la aplicación de las actividades de mantenimiento, que como se menciona al principio son ejecutadas en toda la planta.

3.1 TIPOS DE MAQUINAS.

El proceso de inyección es el segundo en importancia por el consumo de plástico y el primero por el número de máquinas que existen en el mercado mexicano.

Son muchos los tipos y marcas de máquinas que existen, sin embargo podemos establecer que son tres tipos fundamentales de acuerdo a su estructura:

LA MAQUINA DE INYECCION HIDRAULICA.

Gran parte de las máquinas instaladas en la actualidad funcionan con este sistema el cual incluye un tanque, intercambiador de calor, motor eléctrico, bomba hidráulica, válvulas, filtros, mangueras, motor hidráulico y pistones.

En este tipo de máquinas (figura 3.1) los movimientos (del molde, del grupo de inyección, y de plastificación) se ejecutan en base a componentes hidráulicos, y en las que son utilizados acumuladores de presión, que almacenan aceite bajo presiones hasta de 250 bares, lo que permite ejecutar incluso movimientos en paralelo como mover el molde y el expulsor. El rango de fuerza de cierre va de las 30 toneladas hasta 5400 toneladas.

La conservación del aceite en este tipo de máquinas es de vital importancia para su óptimo funcionamiento, por lo que el mantenimiento debe ser completamente controlado para evitar

Tipos de máquina
daños al sistema, y evitar hacer menos eficiente su
funcionamiento.



Figura 3.1 máquinas de inyección hidráulica

LA MAQUINA DE INYECCION HIBRIDA.

Estas máquinas combinan el uso de componentes hidráulicos con electromotores, lo que permite ejecutar movimientos en paralelo de la máquina, su área de uso es en aplicaciones de motor de marcha rápida donde el rango de ciclo es de 4 a 10 segundos, en los que se inyectan principalmente piezas de

pared delgada con espesores inferiores a 1 mm y donde se requiere que el periodo de enfriamiento sea muy corto, lo cual no se puede lograr con máquinas hidráulicas, ya que no se puede plastificar y mover el molde a la vez. Esto implica que la cantidad de plástico requerida no se pueda fundir durante el periodo de enfriamiento. Con el uso del electromotor se puede seguir plastificando incluso durante el abrir y cerrar del molde. La fuerza de cierre de estas máquinas es de 140 a 600 toneladas.

MAQUINAS DE INYECCION ELECTRICAS.

Los movimientos de este tipo de máquinas (fig. 3.2) son accionados mediante servomotores, por lo que se puede prescindir del uso de aceite hidráulico. En estas máquinas el movimiento paralelo de todos sus ejes es posible, además de que sus movimientos son recorridos con gran precisión, lo que permite lograr ciclos de proceso muy cortos y en consecuencia grandes volúmenes de producción en tiempos muy cortos sobre todo en piezas pequeñas donde las máquinas hidráulicas utilizarían el doble, triple de tiempo o incluso más para

Tipos de máquina
ejecutar los mismos volúmenes de producción. Su fuerza de
cierre es de 50 a 150 toneladas.

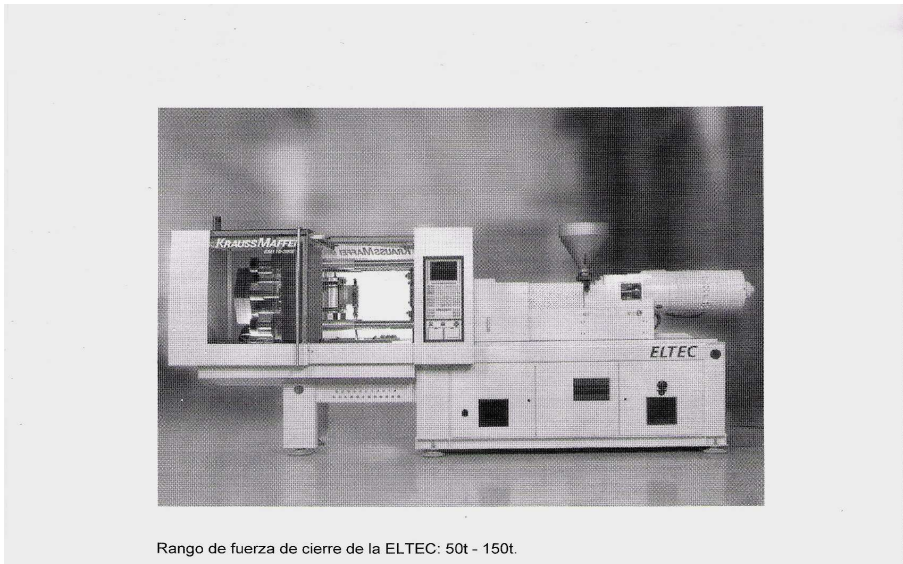
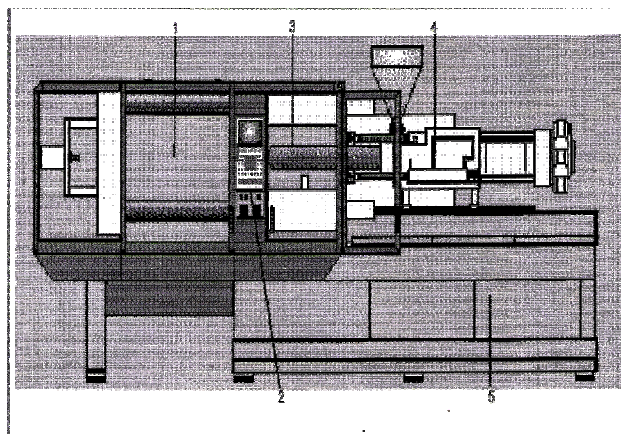


Figura 3.2 máquina de inyección eléctrica

3.2 ESTRUCTURA GENERAL DE LAS MAQUINAS

Para comprender el funcionamiento de una máquina de inyección y facilitar el mantenimiento tanto correctivo como preventivo, analizaremos su estructura, sus partes (figura 3.3) En términos generales la máquina de inyección consiste básicamente de una bancada o soporte generalmente de placa y viguetas calculadas para que puedan aportar estabilidad a la

Estructura de las máquinas máquina, absorber vibraciones y facilitar el manejo de las piezas inyectadas. Esta bancada debe instalarse asegurando una perfecta nivelación con el fin de que todos sus elementos en movimiento tengan un desempeño adecuado. La función de la bancada es la de proporcionar rigidez a la máquina, permitir la instalación del sistema hidráulico y soportar las unidades de cierre y de inyección, así como los controles y demás dispositivos que complementan la máquina.



Estructura de la máquina de moldeo por inyección

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| 1 Unidad de cierre | 4 Grupo de inyección |
| 2 Tablero de mandopentalla | 5 Bancada de máquina |
| 3 Plastificación | |

Una máquina de moldeo por inyección tiene cuatro partes principales:

- El grupo de inyección con la plastificación
- La unidad de cierre
- El mando
- El accionamiento

México

Figura 3.3 Estructura de la máquina de inyección de plástico.

3.2.1. LA UNIDAD DE CIERRE

Tiene como funciones principales el cierre y apertura del molde, sirve como estructura soporte del mismo durante la inyección; evita la apertura de este y al finalizar el ciclo contribuye a la expulsión de la pieza.

Las partes principales de una unidad de cierre son las siguientes:

- Cilindro de cierre. proporciona presión hidráulica para el movimiento del molde.
- Platina móvil.- en ella se fija la parte móvil del molde además de que contiene el mecanismo de expulsión de la pieza.
- Platina fija.- soporta la parte fija del molde.
- Barras de unión.- sirven de unión y soporte a las platinas fija y móvil
- Puertas de protección.- protegen al operador de las partes móviles de la máquina.

Para su accionamiento la unidad de cierre (figura 3.4) emplea distintos sistemas según el fabricante, el cual á

desarrollado diferentes sistemas para cubrir las necesidades del cliente.

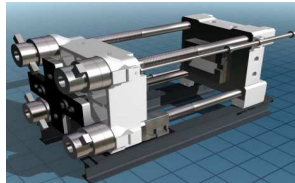
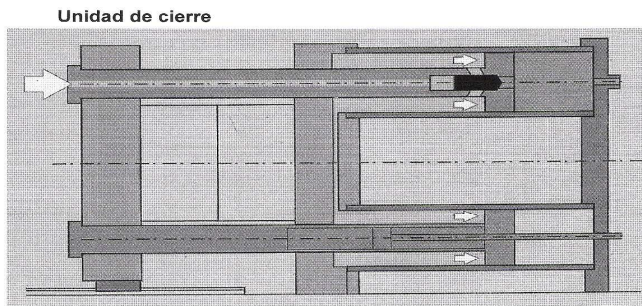


Figura 3.4 Unidad de cierre

Existen dos sistemas principales a utilizar; el sistema mecánico o de rodillera, en el que la fuerza principal deriva de dispositivos mecánicos. Es accionado por un pistón hidráulico dispuesto vertical u horizontal según sea el número de articulaciones (uno ó dos respectivamente). Este tipo de sistemas mecánicos generan elevadas velocidades de desplazamiento durante la apertura y cierre del molde y presentan múltiples puntos susceptibles al desgaste como las uniones de eslabones en la rodillera, por lo que es necesario contar con un sistema de lubricación que actúe cada determinado número de ciclos aplicando grasa o aceite a los puntos críticos.



Funciones de la unidad de cierre:

- Recepción del molde.
- Abertura y cierre del molde.
- Mantener cerrado el molde en contra la fuerza que empuja para abrirlo.
- Expulsión de piezas inyectadas

Figura 3.5 Unidad de cierre (sistema hidráulico).

El sistema hidráulico o de pistón (figura 3.5) desarrolla la fuerza de cierre por presión de aceite, las funciones de traslación de la platina móvil y la fuerza efectiva de cierre la realiza mediante pistones hidráulicos. Este sistema implica que la demanda de aceite se incremente y los movimientos pueden realizarse con rapidez aunque en ocasiones inferior a los de un sistema mecánico equivalente. En estos sistemas el cuidado del aceite se vuelve más estricto para poder asegurar el funcionamiento.

Algunos fabricantes aprovechan las ventajas de ambos sistemas de cierre combinándolos con una tendencia a utilizarlos en máquinas medianas y mayor tamaño o capacidad.

3.2.2. LA UNIDAD DE INYECCIÓN

En esta sección de la máquina se acondiciona el material plástico para que pueda ser introducido al molde. Dos son los principales componentes de la unidad de inyección: el grupo de plastificación y el sistema de arrastre, encargado este último de proporcionar movimiento axial al grupo, haciendo posible aproximar y retirarlo del bebedero del molde.

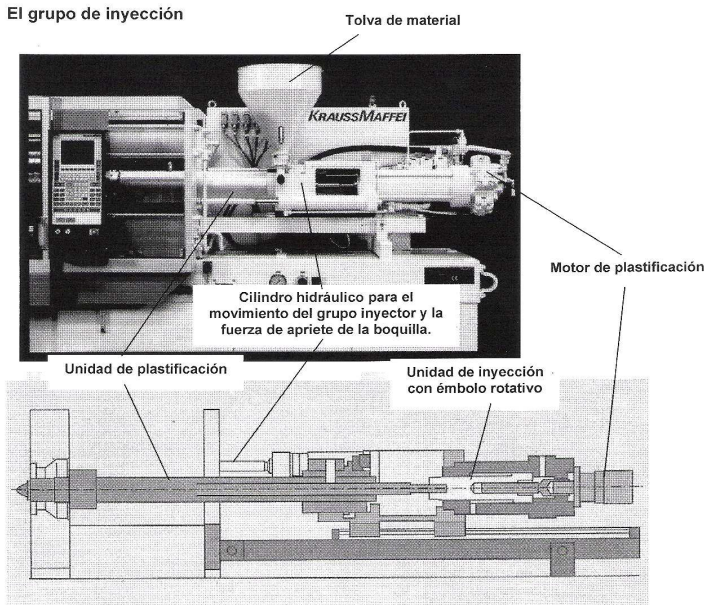
El sistema de arrastre consta de cilindros hidráulicos y elementos estructurales que soportan el grupo de plastificación y en muchos equipos es posible el movimiento angular de la unidad de inyección sobre la bancada facilitando las labores de mantenimiento.

En la figura 3.6 se muestra la unidad de inyección y sus partes principales que son:

- La tolva.- almacena el material y lo conduce al husillo a través de la garganta.
- Cilindro o cañón.- contiene al husillo y controla el calor.
- Husillo o tornillo.- transporta y funde el material por medio de fricción.

- Bandas de calefacción o resistencias.- proporcionan el calor necesario para la fusión del plástico.
- Válvula antirretorno.- protege contra el retorno del material durante la inyección, permitiendo utilizar el husillo como pistón y como extrusor.
- Boquilla o nariz.- permite la salida del material e interconecta la unidad de inyección con el molde.
- Cilindro de inyección; proporciona la presión hidráulica para inyectar y extruir el material.
- Garganta de alimentación.- conecta la tolva con el cañón o cilindro.

El husillo es el corazón de la máquina de inyección, de él depende en gran medida la calidad de las piezas inyectadas, se divide en tres secciones importantes que son la sección de alimentación, que transporta y precalienta el material, sección de compresión o transición, donde se plastifica el material, y sección de medición o dosificación donde se mide y dosifica el material fundido que va a ser inyectado para formar la pieza.



El grupo de inyección se encarga de girar el husillo a través del motor de plastificación. Adicionalmente la inyección tanto como ejercer la presión posterior y la descompresión del husillo lo lleva a cabo la unidad de inyección. En resumen se pueden fijar las funciones del grupo de inyección como sigue:

- Girar el husillo
- Inyectar
- Aplicar presión posterior
- Retroceso del husillo
- Movimiento del grupo
- Formar fuerza de apriete de boquilla
- Cerrar boquilla (en el caso de obturadores de aguja o de perno giratorio)

Figura 3.6 unidad de inyección y sus partes.

3.2.3. UNIDAD DE CONTROL (PLC)

Muchos son los tipos de controles que se utilizan en las máquinas de inyección para poder obtener piezas de calidad y con las características establecidas. Para ello es necesario

controlar los parámetros que influyen en cada etapa del ciclo de inyección como temperatura, velocidad, presión, etc. estas variables son monitoreadas por medio de sensores de límite, de posición, medidores de presión, de velocidad, de temperatura, etc. Que van a estar interconectados a través de interfases, tarjetas, etc. a los controles donde se procesan las señales y se emiten las salidas correspondientes para controlar los movimientos de la máquina y de los periféricos que controlan todas las acciones del proceso.

Muchos de los parámetros del proceso son introducidos por los operadores a través de un teclado, visualizando esta acción en una pantalla de cristal líquido que muestra el comportamiento general de la máquina. Las funciones de los controles son:

- Regular los movimientos de la máquina.
- Proporcionar datos de operación.
- Generar datos tanto para el control de calidad y estadístico de las piezas producidas, como del mantenimiento de la máquina y sus partes.

En la figura 3.7 se muestra un control de mando de una máquina de inyección con sus partes y funciones principales.

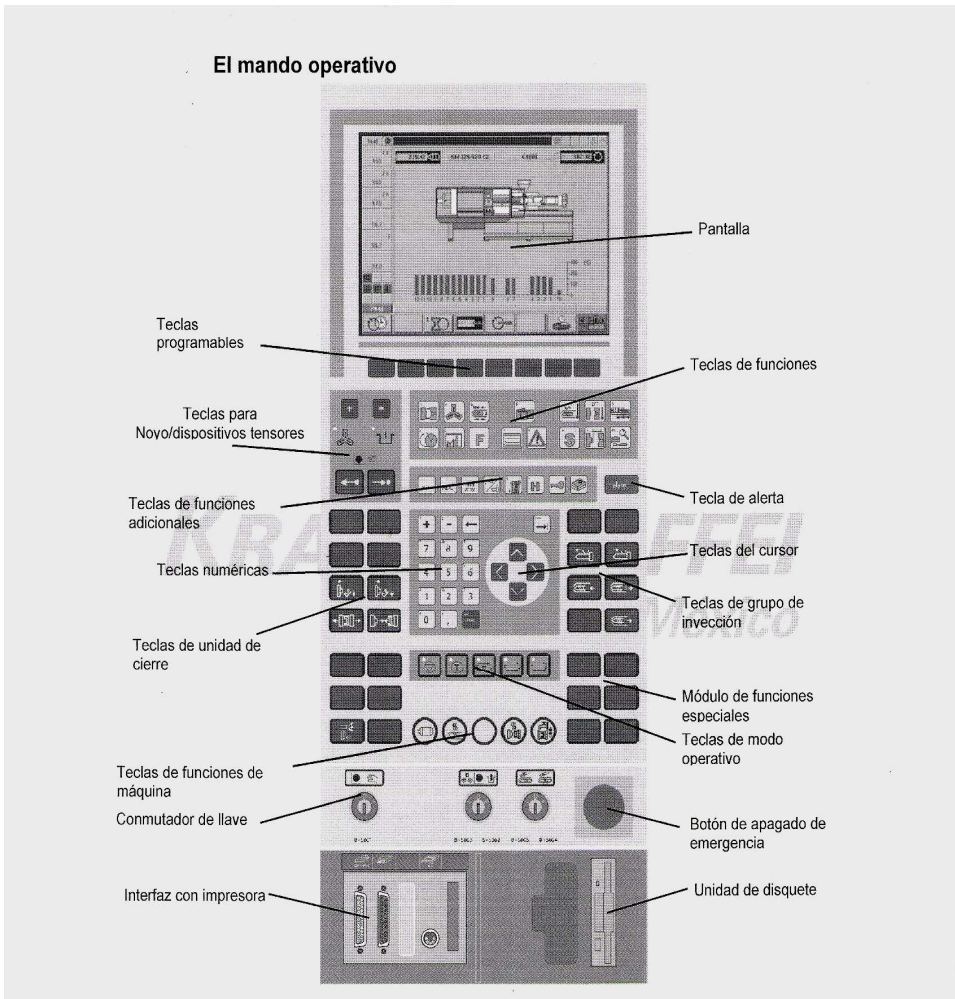


Figura 3.7 control de mando de la máquina de inyección.

CAPITULO 4

4. MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA DE INYECCION DE PLASTICO.

El objetivo de un plan y programa de mantenimiento es el de conservar en óptimas condiciones el equipo, máquina o sistema al menor costo posible. Su elaboración se basa en manuales, catálogos, historial del equipo, experiencia de quien lo elabora y toda la información existente que ayude a conformar y mejorar en lo sucesivo el mejor programa posible para obtener el resultado que se persigue. En este capítulo elaboramos un plan de mantenimiento para máquinas de inyección de plástico, citando los aspectos mas importantes comenzando con las medidas de seguridad tanto para el equipo como para quien ejecuta las actividades; una lista de tareas de mantenimiento preventivo, un procedimiento en el seguimiento a las actividades de mantenimiento correctivo y un inventario de refacciones necesarias, así como el equipo, herramienta, y preparación requerida en la ejecución de estas actividades.

4.1 SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

En los últimos años se han ofrecido al mercado desarrollos en diseño de moldes para aumentar la producción, con mínimas modificaciones a las máquinas, automatizando casi completamente sus funciones; contando incluso con un control computarizado, reduciendo riesgos, aumentando la consistencia en las variables y por consecuencia la eficiencia del proceso de inyección.

Esta evolución en las máquinas de inyección exige la necesidad de personal cada vez mas capacitado y especializado para el mantenimiento, conservación, localización de averías y reparación. Los conocimientos básicos con los que debe contar este personal son en mecánica, electricidad, electrónica, hidráulica, neumática, además de observar las siguientes normas de seguridad en el desempeño de sus funciones:

Peligros por corriente eléctrica:

El contacto con conductores eléctricos o piezas electrónicas puede tener como consecuencias graves efectos dañinos para

la salud, hasta llegar a lesiones mortales, por lo que en los componentes eléctricos y electrónicos de la máquina solo deben trabajar personas con formación especializada en electricidad y electrónica.

Peligro por arranque inesperado:

Al desarrollar trabajos en la máquina pueden ocurrir movimientos de conjuntos de manera inesperada, provocados involuntariamente por otras personas que se acercan a la misma, por lo que:

Se deberá desconectar la máquina mediante su interruptor principal antes de cualquier trabajo de mantenimiento y reparación, protegiendo con un candado el interruptor principal, conservando la llave de este el personal que ejecuta los trabajos o quien supervisa, colocando además un letrero de advertencia de manera visible.

Peligro por superficies calientes:

Al tener contacto con la masa de inyección plastificada, con las piezas producidas o con todas las partes calientes de la máquina existe gran riesgo de lesiones y la posibilidad de dañar aparatos, por lo que al ejecutar los trabajos deberá procurarse equipo de protección adecuado como guantes u otros medios auxiliares.

Herramienta y equipo de seguridad.

Para evitar daños a las partes de la máquina se deberá siempre utilizar el equipo y herramienta adecuada evitando en lo posible el improvisar o utilizar herramientas que sustituyan a otras al realizar la operación correspondiente. Una relación de la herramienta necesaria para los trabajos de mantenimiento y reparación debe contener lo siguiente:

- Juego de desarmadores planos y de cruz.
- Juego de llaves mixtas.
- Juego de llaves españolas.
- Juego de llaves allen.
- Multimetro digital
- Amperímetro de gancho.

- Tacómetro.
- Termómetro infrarrojo.
- Estetoscopio.
- Pinzas de electricista.
- Pinzas de corte
- Pinzas de punta.
- Llave stelson (perico).
- Caja de herramienta.

El equipo de seguridad al realizar los trabajos de mantenimiento es importante para conservar en lo posible la integridad del personal que lo ejecuta, por lo que deberá portar lo siguiente:

- Zapatos dieléctricos y antiderrapantes.
- Ropa o uniforme de algodón no muy holgado.
- Guantes de electricista.
- Lentes de seguridad.
- Casco de seguridad.

Para asegurar el máximo rendimiento de la máquina de inyección de plástico y evitar reparaciones grandes y costosas es importante ejecutar los trabajos de mantenimiento de manera regular poniendo especial atención en el orden y la limpieza de la máquina, sus partes y toda el área que involucra el uso y operación de la misma. Estas actividades se pueden clasificar de tal manera que sean desarrolladas por personal de mantenimiento y personal que opera la máquina, encomendando a este último sobre todo las labores de limpieza, tanto de la máquina como del área que la circunda. Estas actividades las enlistaremos en un plan de mantenimiento y se ejecutaran bajo un programa de mantenimiento que discutiremos a continuación.

4.2 EL PLAN DE MANTENIMIENTO

Como ya lo citamos el plan de mantenimiento es un documento donde se anotan las actividades de mantenimiento preventivo con la finalidad de mantener y conservar en óptimas condiciones la máquina para evitar en lo posible el mantenimiento correctivo. Este documento se elabora en base

El plan de mantenimiento a las observaciones de fabricantes (manuales e instructivos) y la experiencia de supervisores y personal que realiza las tareas, anotando la frecuencia y periodicidad con que se deben realizar. El siguiente es el plan de mantenimiento para la máquina de inyección de plástico:

I . -Descripción: Limpieza y verificación de medios de seguridad (semanal)

Task Instructions:

- 1.- Limpiar perfectamente las barras guía para soporte de moldes y rodilleras, así como toda la estructura general de la máquina, retirar polvo, suciedad y residuos de grasa, partículas y excedentes de materiales plásticos que se hayan esparcido o derramado sobre la estructura de la máquina y sus componentes.
- 2.- Verificar funcionamiento de los botones; paro de emergencia.
- 3.- Verificar el funcionamiento de los sistemas de seguridad en accionamiento de puertas lado operario y posterior de la máquina, así como guardas de la unidad de plastificación.

4.- Realizar una inspección visual general de toda la máquina revisando estado y condiciones de mangueras, conexiones, guardas, puertas. Reporte cualquier observación.

5.- Verificar el correcto estado del sistema de calefacción, resistencias, termopares, cables, conectores, etc. en la unidad de inyección y reportar cualquier observación.

Task Safety Procedures:

1.- Verifique que la máquina este completamente desenergizada cuando realice la limpieza general.

2.- Utilice trapo industrial para la limpieza, no usar estopa.

3.- Al revisar la calefacción tenga precaución al tocar o palpar partes calientes.

II.- Descripción: Limpieza y lubricación (mensual).

Task Instructions:

1.- Limpiar perfectamente las barras guía para soporte de moldes y rodilleras, así como toda la estructura general de la máquina, retirar polvo, suciedad y residuos de grasa, partículas y excedentes de lubricante antes y después de la lubricación.

El plan de mantenimiento

- 2.- Inyectar grasa en graseras a los cojinetes de las barras guía; 1/2 a 1 kg. en cada cojinete. Observar cuando salga la grasa limpia de los cojinetes, y se haya eliminado la grasa usada.
- 3.- lubricar guías de unidad de inyección, colocando únicamente la grasa requerida., y limpiar el excedente.

Task Safety Procedures:

- 1.- Verificar que la máquina este completamente desenergizada antes de realizar esta operación.
- 2.- Para la limpieza utilice únicamente trapo industrial, no use estopa.
- 3.- limpie perfectamente los excedentes de lubricante sobre las barras y en general sobre toda la estructura de la máquina.

III.- Descripción: Servicio a Tableros eléctricos y control (mensual)

Task Instructions:

- 1.- Desenergize la máquina.
- 2.- Limpie con spray dieléctrico las tarjetas y contactos expuestos en los tableros

El plan de mantenimiento

- 3.- Sopletear con aire a presión los tableros cuidando de no dañar cables o conexiones eléctricas, así como tarjetas, contactos, contactores, etc.
- 4.- Reapriete conexiones de cables y contactores en sus bases.
- 5.- Acomode cables y sujete los que estén sueltos con cinchos, acomode las regletas.
- 6.- Fije los contactos adicionales con tornillos así como las bases de los contactores y soportes.
- 7.- Asegure cerraduras de puertas en tableros y gabinetes eléctricos. Lubrique si lo requiere.

Task Safety Procedures:

- 1.- Revise que la máquina este desenergizada antes de realizar este servicio.

IV.- Descripción: Servicio de 500 hrs.

Task Instructions:

- 1.-Revisar nivel de aceite en depósito y reponer en caso necesario.
- 2.-Limpiar filtro de aspiración del tanque:

- a).- Desconectar máquina
 - b).- Retirar tapa silenciadora de las bombas y colocar un recipiente abajo del filtro
 - c).- Soltar tapa de filtro y desenroscar completamente hasta retirar el filtro, cuidando la junta torica.
 - d).- En un recipiente limpiar perfectamente todas las piezas,
 - e).- Limpiar tapa con varita y sistema de imán con brocha suave y gasolina.
 - f).- Comprobar junta torica de la tapa y las juntas y sustituir piezas dañadas.
 - g).- Limpiar la suciedad en el interior del elemento con una brocha suave en gasoleo.
 - h).- Después de limpiar, soplar los elementos con aire comprimido de fuera hacia adentro, hasta reconocer una superficie de filtrado clara y uniforme mirando de dentro hacia afuera, si hay zonas dañadas sustituir el elemento del filtro.
 - i).- Después de colocar los elementos cuidando los detalles de montaje de juntas toricas y tapas, rellenar aceite si procede y controlar estanqueidad del filtro 1FT1 con las bombas en marcha.
- 3.- Limpiar filtro de agua.

4.- Comprobar mangueras y cambiarlas en caso necesario.

5.- Revisar filtro de aire y limpiar, reponer nivel de aceite en caso necesario.

Task Safety Procedures:

1.- Revise que la máquina este desenergizada antes de realizar este servicio.

V.- Descripción: Servicio de 1000 horas.

Task Instructions:

1.- Revisar nivel de aceite en depósito para lubricación de columnas porta moldes y rodilleras.

2.- Limpieza general de barras, rodilleras, y máquina en general.

Task Safety Procedures:

1.- Verifique que la máquina este completamente desenergizada cuando realice la limpieza general.

2.- Utilice trapo industrial para la limpieza, no usar estopa

VI.- Descripción: Servicio de 2000 hrs.

Task Instructions:

- 1.-Limpiar filtro de aspiración de aceite 1FT1
- 2.-Cambiar cartucho de filtro de alta presión 1FT5
- 3.- Revisar motor eléctrico 1-M1 para bomba.
- 4.- Limpieza general del motor eléctrico, retirar ducto, tapa del ventilador y limpiar ventilador tapa y ducto perfectamente con aire a presión y trapo industrial.
- 5.- Engrasar columna roscada para el ajuste altura de molde.
- 6.- Cambiar cartucho de filtro Bypass 1FT8.

Task Safety Procedures:

- 1.- Verifique que la máquina este completamente desenergizada al realizar la limpieza general del motor y del ventilador y sus aditamentos de protección.
- 2.- Al terminar la limpieza verifique que las partes queden perfectamente ensambladas y fijas, revise tornillos y tuercas de fijación reemplace o reponga en caso de ser necesario.

El plan de mantenimiento

Este plan solo considera las actividades básicas de mantenimiento preventivo, sin considerar las actividades de mantenimiento correctivo y de mantenimientos preventivos mayores entre las que se pueden mencionar las siguientes:

Cada 5000 horas.

Limpieza del cilindro del husillo.

Limpieza del tanque de aceite.

Limpieza del refrigerador de aceite.

Cambio de aceite hidráulico.

Cambio de filtro fino.

Limpieza del filtro de aspiración.

Cambio de filtro del circuito auxiliar.

Alineación de la unidad de inyección.

Cada 10000 horas:

Revisión del motor de accionamiento eléctrico del husillo.

Cada 20000 horas.

Cambio de batería a la placa de circuito impreso (si es necesario).

Cambio de empaques y guías a cilindro hidráulico.

Evidentemente un plan de mantenimiento puede presentar muchas variables para cada máquina en particular dependiendo de la marca, el modelo, el fabricante y como se menciona al principio el plan de mantenimiento se elabora en base a la experiencia del personal de mantenimiento basándose en la información (manuales e instructivos) del fabricante, las necesidades y los recursos de cada empresa.

4.3 EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El programa de mantenimiento es un documento en el que se especifican las actividades de mantenimiento preventivo y rutinario principalmente, aunque también se podrán incluir actividades correctivas que se puedan programar; en él se anotan fechas y horarios para la ejecución de las tareas, se

El programa de mantenimiento elaboran en coordinación con los supervisores de producción para que no afecten en lo posible los programas de producción y una vez realizados deberán ser revisados por las jefaturas y/o gerentes de área para que sean autorizados y proceda su aplicación.

Es importante destacar que quien elabora estos programas debe poner especial atención en la existencia de materiales y refacciones necesarios para garantizar que se lleven a cabo las actividades de mantenimiento, coordinando con almacenes y/o el departamento de compras la existencia de dichos materiales. Esta actividad generalmente la realiza el supervisor de mantenimiento en coordinación con su jefe y/o la gerencia del área.

Para la aplicación de estos programas se establece un sistema de comunicación a través principalmente de órdenes de trabajo que se distribuyen a todas las áreas involucradas para que se facilite la ejecución de estas órdenes en tiempo y con la calidad que se requiere. Estas ordenes de trabajo deberán incluir toda información posible respecto a esa actividad; deben contener las firmas necesarias para su seguimiento hasta

El programa de mantenimiento su terminación, y la información correspondiente resultado de la ejecución, ya que los datos recopilados serán capturados en los archivos para formar el historial de la máquina así como la elaboración de reportes a las gerencias para su análisis correspondiente. Las siguientes son un ejemplo de órdenes de trabajo programadas para el mantenimiento preventivo de una máquina de inyección de plástico.

Work Order Form

Order #: WO-00625 Description: SERVICIO SEMANAL MAQUINA KRAUSS

Originator: mantenimiento **Work Request #:**

Phone Number: ext. 122 **Authorized by:** SERVANDO CERON **Callback/Redo:** No

Work Order For: Equipment **ID#:** PLST-004 **Maquina** KM250 (Cap. 250 Toneladas)

Location: CUAM-5

Date Opened	Time Opened	Date Due	Time Due	Priority	Planning	WKO Status
21/08/2008	04:45:00a.m.	21/08/2008		1	Planned	Open

Maintenance Tasks:

Task ID#: MT-05-015 **Description:** Servicio semanal maq. 250 K MAFFEI

Assigned To: EM-002 **Name:** Fausto Farfan Cervantes

Inventory needed to complete task:

Item ID#:	Description:	Quantity:	Units:	Location:
------------------	---------------------	------------------	---------------	------------------

Mantenimiento de la máquina de inyección de plástico 96

El programa de mantenimiento

MTTO-0356 Trapo Industrial 1.00 kg. CUAM-3 (ALMACEN)

Task Instructions:

1.- Revisar visualmente y comprobar funcionalidad en los siguientes puntos:

- a) pulsador paro de emergencia
- b) puertas de protección zona de boquilla, zona de plastificación, zona de expulsor.
- c) verificar revestimiento de protección fijo.
- d) verificar puntos de engrase.
- e) revisar acumulador de presión.
- f) revisar tuberías flexibles y conexiones.
- g) verificar marcha de la bomba y nivel de aceite hidráulico
- h) revisar ajuste del centro de la boquilla, ajuste de los punto cero (funcionamiento).
- i) limpiar boquilla.

Task Safety Procedures:

Task Completion Information: (to be completed after this Maintenance Task is complete).

Date Completed	Time Completed	Meter Reading	Estimated Hours	Actual Hours	Downtime (hours)
25/08/2008				.5	

Comments:

Work Order Form

Order #: WO-00626 Description: SERVICIO DE 500 HORAS MAQ. KRAUSS

Originator: mantenimiento **Work Request #:**

El programa de mantenimiento

Phone Number:ext. 122

Authorized by: SERVANDO CERON **Callback/Redo:**No

Work Order For: Equipment **ID#: PLST-004 Maquina KM250 (Cap. 250 Toneladas)**

Location:CUAM-5

Date Opened Time Opened Date DueTime Due Priority Planning WKO Status

21/08/2008 5:22:00 a.m. 01/09/2008 8: 00 AM 1 Planned Open

Maintenance Tasks:

Task ID#:MT-05-016

Description: Servicio de 500 hrs maq. 250 K MAFFEI

Assigned To: EM-002

Name: Fausto Farfan Cervantes

Inventory needed to complete task:

Item ID#:	Description:	Quantity:	Units:	Location:
MTTO-0356	Trapo Industrial	1.00	kg.	CUAM-3 (ALMACEN)
PLST-0100	Grasa Ralitio EP2	1.00	C/u.	CUAM-3 (ALMACEN)

Task Instructions:

1.- Lubricar los carriles de perfil:

a) limpiar con trapo industrial los carriles de perfil, las guías de perfiles y la boquilla de lubricación.

b) aplicar grasa con una espátula o en forma manual en los carriles de perfil.

e) aplicar grasa en todas las graseras con engrasadora manual, hasta que salga por los frentes de la correspondiente guía de perfiles.

f) desplazar la placa de sujeción de molde móvil y el grupo de inyección de 3 a 4 veces a lo largo de su recorrido.

g) verifique que la película de grasa sea permeable, en caso contrario aplique más grasa.

2. Revise tuberías flexibles y conexiones, cambie y/o apriete en caso necesario.

Task Safety Procedures:

El programa de mantenimiento

Task Completion Information: (to be completed after this Maintenance Task is complete).

Date Completed **Time Completed** **Meter Reading** **Estimated Hours** **Actual Hours**
Downtime (hours)

2

Comments:

Work Order Form

Order #: WO-00627 Description: SERVICIO DE 3000 HRS. MAQUINA KRAUSS

Originator: mantenimiento **Work Request #:**

Phone Number: ext. 122 **Authorized by:** SERVANDO CERON **Callback/Redo:**No

Work Order For: Equipment **ID#: PLST-004** Maquina **KM250 (Cap. 250 Toneladas)**

Location:CUAM-5

Date Opened **Time Opened** **Date Due** **Time Due** **Priority** **Planning** **WKO Status**

21/08/2008 10:32:00a.m. 15/09/2008 10:00PM 1 Planned Open

Maintenance Tasks:

Task ID#: MT-05-017 **Description:** Servicio de 3000 hrs maq. 250 K MAFFEI

Assigned To: EM-002 **Name:** Fausto Farfan Cervantes

Inventory needed to complete task:

Item ID#: **Description:** **Quantity:** **Units:** **Location:**

ALUM-0030 Aceite Hidraloy 220 1.00 Lt .CUAM-3 (ALMACEN)

El programa de mantenimiento

FL-073	Filtro ventilación tanque ace	1.00	C/u.	CUAM-3 (ALMACEN)
MTTO-0356	Trapo Industrial	1.00	kg.	CUAM-3 (ALMACEN)
PLST-0137	Grasa Ralio EP1	1.00	C/u.	CUAM-3 (ALMACEN)

Task Instructions:

1.- Lubricar motor de la bomba

- a) ubicar los puntos de lubricación del motor (s) y lubrique con el motor en marcha.
- b) limpiar las rejillas de ventilación y los nervios de refrigeración del motor, esta limpieza deberá realizarse con el motor parado y desenergizado.

2. Limpiar los filtros de ventilación de del depósito de aceite hidráulico:

- a) revisar los filtros de ventilación y limpiarlos, se deberán cambiar en cada cambio de aceite o por lo menos cada 2 años como máximo.
- b) limpiar la maquina en la zona colindante con el filtro de ventilación y desgasificación.
- e) desmontar el filtro de ventilación y cambiarlo por uno nuevo.

3.- Ajustar los siguientes puntos o elementos:

- a) centro de boquilla, puntos cero.

4.- Lubricar el accionamiento eléctrico del husillo.

- a) lubricar los puntos A y B según el tipo de motor
- b) rellenar de aceite hasta el nivel requerido el reductor de engranajes rectos, comprobando el nivel con el motor de accionamiento desconectado deberá llegar hasta la parte superior de la mirilla, en caso necesario agregar el aceite a través del tornillo de escape.

5.- Limpiar el sistema de bloqueo contra retroceso.

6.- Revisar la regulación de la corriente de agua en el circuito de refrigeración de la brida del cilindro y ajustar/limpiar en caso necesario.

7.- Limpiar el filtro de agua:

- a) desmontar el filtro y sopletear con aire a presión y lavar con cepillo para retirar las incrustaciones en la malla del filtro.
- b) montar el filtro y verificar que no haya fugas.
- c) limpiar el regulador de caudal y revisar las conexiones.

8.- Limpiar la unidad de mantenimiento del aire comprimido.

9.- SISTEMA ELECTRICO:

El programa de mantenimiento

a) limpiar la estera del armario de conexiones, comprobar el funcionamiento del ventilador, extraer la rejilla de ventilación, y limpiarla junto con la estera, con agua y algún elemento desengrasante.

b) revisar que las tarjetas de conductores estén bien encajadas en sus respectivas retículas y limpiarlas con algún dieléctrico en spray, secar con aire a presión antes de energizar nuevamente.

c) revisar visualmente las uniones por enchufe, y todas las conexiones de cables, tarjetas y contactores.

d) revisar visualmente los interruptores de fin de carrera.

10.- Prueba funcional del comprobante de medios.

Task Safety Procedures:

1) los cartuchos no se pueden limpiar se deberán cambiar periódicamente.

Task Completion Information: (to be completed after this Maintenance Task is complete).

Date Completed	Time Completed	Meter Reading	Estimated Hours	Actual Hours
-----------------------	-----------------------	----------------------	------------------------	---------------------

Downtime (hours)

4

Comments:

En el ejemplo anterior se abre una orden para cada servicio con una fecha y un tiempo de apertura, horas estimadas para la ejecución del servicio y se deja los espacios para llenar al término de cada orden de trabajo.

Work Order Form

Order #: WO-00622 Description: SERVICIO GENERAL MAQUINA 420 DEMAG

El programa de mantenimiento

Originator: mantenimiento **Work Request #:**
Phone Number: ext. 122 **Authorized by:** Julio Cesar Herrera **Callback/Redo:**No

Work Order For: Equipment
ID#: PLST-008 Maquina 420T ocation:CUAM-5

DateOpened	TimeOpened	Date Due	Time Due	Priority	Planning	WKO Status
02/08/2008	3:00:00p.m.	02/08/2008	8:30PM	1	Planned	Open

Maintenance Tasks:

Task ID#:MT-05-009 **Description:**Serv. tableros electricos y control
Assigned To:EM-04 **Name:**EM-002 Fausto Farfan Cervantes

Inventory needed to complete task:

Item ID#:	Description:	Quantity:	Units:	Location:
-----------	--------------	-----------	--------	-----------

Task Instructions:

- 1.- Reenergize la maquina.
- 2.- Sopletear con aire a presión los tableros cuidando de no dañar cables o conexiones eléctricas, así como tarjetas, contactos, contactores, etc.
- 3.- Limpie con spray dieléctrico las tarjetas y contactos expuestos en los tableros
- 4.- Reapriete conexiones de cables y contactores en sus bases.
- 5.- Acomode cables y sujete los que estén sueltos con cinchos, acomode las regletas.
- 6.- Fije los contactos adicionales con tornillos así como las bases de los contactores y soportes.
- 7.- Asegure cerraduras de puertas en tableros y gabinetes electricos. Lubrique si lo requiere.

Task Safety Procedures:

- 1.- Revise que la maquina este desenergizada antes de realizar este servicio.

El programa de mantenimiento

Task Completion Information: (to be completed after this Maintenance Task is complete).

Date Completed Time Completed Meter Reading Estimated Hours Actual Hours Downtime (hours)

2

Maintenance Tasks:

Task ID#:MT-05-019

Description:Servicio de 500 hrs maq. 420 DEMAG

Assigned To:EM-04

Name:EM-002 Fausto Farfan Cervantes

Inventory needed to complete task:

Item ID#: Description: Quantity: Units: Location:

Task Instructions:

- 1.-Revisar nivel de aceite en deposito y reponer en caso necesario.
- 2.-Limpiar filtro de aspiración del tanque:
 - a).- desconectar maquina
 - b).- retirar tapa silenciadora de las bombas y colocar un recipiente abajo del filtro
 - c).- soltar tapa de filtro y desenroscar completamente hasta retirar el filtro, cuidando la junta torica.
 - d).- en un recipiente limpiar perfectamente todas las piezas,
 - e).- limpiar tapa con varita y sistema de imán con brocha suave y gasolina.
 - f).- comprobar junta torica de la tapa y las juntas y sustituir piezas dañadas.
 - g).-limpiar la suciedad en el interior del elemento con una brocha suave en gasoleo.
 - h).- después de limpiar, soplar los elementos con aire comprimido de fuera hacia adentro, hasta reconocer una superficie de filtrado clara y uniforme mirando de dentro hacia afuera, si hay zonas dañadas sustituir el elemento del filtro.
 - i).- después de colocar los elementos cuidando los detalles de montaje de juntas toricas y tapas, rellenar aceite si procede y controlar estanqueidad del filtro IFT1 con las bombas en marcha.
- 3.- Limpiar filtro de agua.
- 4.- Comprobar mangueras y cambiarlas en caso necesario.
- 5.- revisar filtro de aire y limpiar, reponer nivel de aceite en caso necesario.

El programa de mantenimiento

Task Safety Procedures:

Task Completion Information: (to be completed after this Maintenance Task is complete).

Date Completed Time Completed Meter Reading Estimated Hours Actual Hours Downtime (hours)

4

Maintenance Tasks:

Task ID#:MT-05-020 **Description:**Servicio de 2000 hrs maq.420 DEMAG

Assigned To:EM-04 **Name:**EM-002 Fausto Farfán Cervantes

Inventory needed to complete task:

Item ID#:	Description:	Quantity:	Units:	Location:
-----------	--------------	-----------	--------	-----------

Task Instructions:

- 1.-Limpiar filtro de aspiración de aceite 1FT1
- 2.-Cambiar cartucho de filtro de alta presión 1FT5
- 3.- Revisar motor eléctrico I-M1 para bomba.
- 4.- Limpieza general del motor eléctrico, retirar ducto, tapa del ventilador y limpiar ventilador tapa y ducto perfectamente con aire a presión y trapo industrial.

Task Safety Procedures:

- 1.- verifique que la maquina este completamente desenergizada al realizar la limpieza general del motor y del ventilador y sus aditamentos de protección.
- 2.- Al terminar la limpieza verifique que las partes queden perfectamente ensambladas y fijas, revise tornillos y tuercas de fijación reemplace o reponga en caso de ser necesario.

Task Completion Information: (to be completed after this Maintenance Task is complete).

Date Completed Time Completed Meter Reading Estimated Hours Actual Hours Downtime (hours)

2

Maintenance Tasks:

El programa de mantenimiento

Task ID#:MT-05-022 **Description:**Servicio de 1000 hras. maquina 420 DEM
Assigned To:EM-04 **Name:**EM-002 Fausto Farfán Cervantes

Inventory needed to complete task:

Item ID#: Description: Quantity: Units: Location:

Task Instructions:

- 1.- Revisar nivel de aceite en depósito para lubricación de columnas porta moldes y rodilleras.
- 2.- limpieza general de barras, rodilleras, y maquina en general.

Task Safety Procedures:

- 1.- Verifique que la maquina este completamente desenergizada cuando realice la limpieza general.
- 2.- Utilice trapo industrial para la limpieza, no usar estopa.

Task Completion Information: (to be completed after this Maintenance Task is complete).

Date Completed Time Completed Meter Reading Estimated Hours Actual Hours Downtime (hours)

8

Maintenance Tasks:

Task ID#:MT-05-024 **Description:**Limpieza y lubricación máq. 420 DEMAG
Assigned To:EM-04 **Name:** Fausto Farfan Cervantes

Inventory needed to complete task:

Task Instructions:

- 1.- Limpiar perfectamente las barras guía para soporte de moldes y rodilleras, así como toda la estructura general de la maquina, retirar polvo, suciedad y residuos de grasa, partículas y excedentes de lubricante antes y después de la lubricación.

El programa de mantenimiento

- 2.- Inyectar grasa en graseras a los cojinetes de las barras guía 1/2 a 1 kg. en cada cojinete. Observar cuando salga la grasa limpia de los cojinetes, y se haya eliminado la grasa usada.
- 3.- lubricar guías de unidad de inyección, colocando únicamente la grasa requerida., y limpiar el excedente.

Task Safety Procedures:

- 1.- Verificar que la maquina este completamente desenergizada antes de realizar esta operación.
- 2.- Para la limpieza utilice únicamente trapo industrial, no use estopa.
- 3.- limpie perfectamente los excedentes de lubricante sobre las barras y en general sobre toda la estructura de la maquina.

Task Completion Information: (to be completed after this Maintenance Task is complete).

Date Completed Time Completed Meter Reading Estimated Hours Actual Hours Downtime (hours)

4

Comments:

En este ejemplo se abre una sola orden de trabajo con una fecha y tiempo de apertura, esta orden incluye todos los servicios que corresponde realizar a la máquina y se dejan los espacios para que se anoten los datos al terminar cada actividad, solo se incluye un estimado en horas para la ejecución de cada tarea. En este caso la orden se cierra hasta concluir todas las tareas que fueron incluidas en la orden.

Para la generación y programación de estas ordenes de trabajo se utiliza en este caso un software de mantenimiento, en donde

El programa de mantenimiento se tienen almacenados los datos respecto a las máquinas (tarjetas de registro), los planes de mantenimiento que incluyen las tareas, (task) con sus respectivas instrucciones (task instructions), las refacciones y materiales correspondientes a la tarea (inventory), los datos de los empleados, costos de cada concepto, etc. Por lo que solo se deberán seleccionar los datos y descargarlos al formato de la orden de trabajo, la cual se distribuye a las áreas correspondientes (producción, y personal operativo de mantenimiento) quien realiza el trabajo y complementa los datos de ejecución, los cuales son capturados una vez que se cierra la orden. Esta información se utiliza posteriormente para elaborar los reportes de mantenimiento para analizar y tener la visión del estado actual de los equipos. El control y seguimiento de estas órdenes se lleva mediante los archivos de programación y calendarización del sistema.

4.4 LOCALIZACION Y REPARACION DE AVERIAS.

La localización de averías en la máquina de inyección de plástico no es un procedimiento que se pueda especificar o

Localización y reparación de averías

definir de una manera única, cada falla puede presentar circunstancias diferentes dependiendo de las causas que la originan incluso en un mismo componente o grupo de componentes que funcionan dentro de la máquina. En general los fabricantes proporcionan una guía de averías y más de una posible causa. Sin embargo en muchas ocasiones esta es solo eso, una guía, y no necesariamente representa la solución al problema en particular. La localización y reparación de averías se basa muchas veces en la experiencia de técnicos, supervisores, y demás personal que interviene en estas actividades, por lo que es importante crear el historial de averías y sus soluciones mediante el correcto llenado de las ordenes de trabajo que se deben generar y controlar su seguimiento hasta la captura de información en el sistema de administración de mantenimiento.

Esta orden (fig.4.4) deberá proporcionar toda la información suficiente para crear la evidencia y sirva en un futuro para la solución de problemas ya ocurridos ahorrando tiempo y costos de mantenimiento.

ORDEN DE TRABAJO A MANTENIMIENTO

SOLICITO _____ AREA _____ FECHA _____ HORA _____

EQUIPO: _____ No. MARBETE: _____ PRIORIDAD N__U__E__S__

DESCRIPCION DE LA FALLA: _____

_____ -

ASIGNADO A: _____ TIPO DE MANTENIMIENTO: P__C__R__O__

TRABAJO A REALIZAR SEGÚN DIAGNOSTICO:

TIEMPO ESTIMADO HRS.

TRABAJO REALIZADO

HORA INICIO TERMINO FECHA

CAUSAS DE LA FALLA

AMBIENTE _____

FALLA NORMAL _____

FATIGA _____

OPERACIÓN DEF. _____

DESBALANCEO _____

EQUIPO INAPROP. _____

MANTTO.INAPR _____

CONEXS. DEFECT. _____

FALTA DE MP _____

CONEXS. CRITICA _____

DESALINEACION _____

OTRAS _____

RECIBI DE CONFORMIDAD SI__ NO __ NOMBRE Y FIRMA _____

_____ FECHA _____

OBSERVACIONES _____

CLAVES : N NORMAL U URGENTE E EMRGENCIA S SEGURIDAD O OTROS

P PREVENTIVO C CORRECTIVO R RUTINARIO

Fig.4.4 Formato de orden de trabajo

Localización y reparación de averías

Para la localización de averías se puede seguir el siguiente procedimiento, sin que este sea único, o resulte efectivo en todos los casos:

- 1.- Recibir y leer cuidadosamente la orden de trabajo generada para atender la falla.
- 2.- Acudir a la máquina e investigar con el operador o el supervisor del área toda la información referente a como se presenta la falla, que es lo que hace o no hace la máquina, etc.
- 3.- Visualizar en la pantalla del control la o las alarmas que presenta la máquina y las posibles causas.
- 4.- Realizar las revisiones que indica la solución de la falla según la alarma que presenta.
- 5.- Revisar de manera visual la o los componentes en donde se presenta la falla, buscando golpes, conexiones flojas, suciedad, componentes quemados, etc. Que pudieran ser la causa de la falla.
- 6.- Consultando los diagramas, revisar y/o hacer las mediciones correspondientes como continuidad, voltajes, corrientes, etc. Verificando que estén presentes de acuerdo a como lo indica el diagrama o diagramas.

7.- En base a estas mediciones determinar si algún componente está dañado y definir la causa que lo dañó, antes de proceder a reemplazarlo si fuese necesario.

8.- Reemplazar el o los componentes afectados y realizar las pruebas correspondientes.

9.- Realizar una limpieza en el área donde se realizó el trabajo y ordenar todos los elementos que se intervinieron, como cables, tarjetas, gabinetes, tapas y demás accesorios.

10.- Entregar la máquina al operador y supervisor del área informando del trabajo realizado y haciendo las observaciones pertinentes.

11.- Llenar la orden de trabajo correspondiente con toda la información requerida y recabar las firmas correspondientes.

12.- Dar el seguimiento a la orden de trabajo hasta verificar que la información quede registrada en el archivo correspondiente.

Las causas más frecuentes que generan las fallas en las máquinas son suciedad en los componentes, falta de lubricación, falsos contactos, terminales y conexiones flojas, áreas desordenadas; cuidar y corregir estos aspectos puede

Localización y reparación de averías
evitar fallas recurrentes y paros costosos que finalmente va a repercutir en los costos de producción y mantenimiento.

4.5 INVENTARIO DE REFACCIONES

La administración y control del inventario de refacciones determinará en gran medida la garantía en la calidad y tiempo de realización de las actividades de mantenimiento, por lo que es necesario poner especial atención en la información que se maneja en este archivo, tenerla actualizada y programar adecuadamente el surtimiento de materiales y refacciones de tal forma que se tenga un buen control de existencias con máximos y mínimos establecidos para no saturar el almacén de refacciones y elevar los costos de mantenimiento por este concepto, mantener el mínimo establecido para no retardar la realización de mantenimientos tanto preventivos como correctivos. Un buen sistema de codificación es el primer paso para este objetivo.

Son muchos los criterios para la codificación de refacciones, materiales, herramienta, etc. La finalidad es establecer un sistema que permita la rápida localización e identificación de

lo que se esta inventariando, estos códigos deben indicar entre otras cosas el nombre o clasificación de la refacción, la ubicación, el equipo para el que se usa, etc. Se pueden utilizar caracteres numéricos y/o letras para formar dichos códigos, cuidando que sean lo más explicito posible.

Los siguientes son algunos ejemplos de esta nomenclatura para la codificación de refacciones.

Ejemplo 1:

ABZ15001

Donde:

ABZ	abrazadera
1	almacén Cuamatla
3	nave 3
001	numero consecutivo

Ejemplo 2:

GR-03A001-EP2

Donde:

GR	grasa
03A	almacén nave 3
001	numero consecutivo
EP2	tipo de grasa

Ejemplo 3:

MTTO-0356

Donde:

MTTO departamento (mantenimiento)

03 almacén nave 3

56 numero consecutivo.

Como se observa en estos ejemplos el criterio es libre sin embargo se debe adoptar la nomenclatura mas completa, pero a la vez lo mas simplificada posible para que pueda ser interpretada por todos los involucrados y sobre todo adoptar un solo sistema de códigos y no manejar varios a la vez, esto puede complicar el manejo y la administración del inventario, pues se dificulta la localización de la información, se duplican los registros, entre otras cosas y resulta complicado depurar la información si se requiere.

Son varios los tipos de refacciones, conjuntos o ensambles, materiales como aceites, grasas, limpiadores, etc., por lo que se debe clasificar y organizar la información para poder administrarla y manejarla con eficiencia. En primera instancia el inventario debe contener los materiales y refacciones necesarios para el mantenimiento preventivo de acuerdo al

Inventario de refacciones

plan de mantenimiento, pero también se deben relacionar las refacciones que por su uso sufren desgaste y que pueden fallar en cualquier instante, o que se pueden ir detectando en las rutinas de inspección y que se deben programar para substituirse antes de ocasionar algún paro inesperado, por lo que se tendrán en almacén en base a los máximos y mínimos definidos para tal fin.

El siguiente es un ejemplo de cómo se puede configurar el inventario (tabla 4.1) de refacciones para la máquina de inyección de plástico, esta información se registra en tarjetas con toda la información necesaria para su control en el programa de mantenimiento (software).

Item ID#:	Description:	MIN	MAX	Units:
	Varios			
ANI-001	Anillo de apoyo de 40 mm TP 40 EE320-610	1	2	Pieza
ANI-002	Anillo de reflujo de 40 mm TP40 HMEE310-61	1	2	Pieza
BAND-001	Banda B-91 Gates	1	2	Pieza
BAND-003	Banda de Acero inoxidable D7cms x 10 cms	1	2	Pieza
	UNIDAD DE CALEFACCION			
CALEF-001	Banda acero inox.1800wtts.	1	2	Pieza
CALEF-002	Banda Cerámica 310x120mm 4700Wtts.	1	2	Pieza

Inventario de refacciones

CALEF-003	Cinta de calefacción de boquilla	1	2	Pieza
CALEF-004	Calefacción, cinta de calefa de boquilla	1	2	Pieza
CALEF-005	Circular element heater	1	2	Pieza
CALEF-006	Elemento térmico 6216633	1	2	Pieza
CALEF-007	Heating, Nozzle Heater Band	1	2	Pieza
CALEF-008	Termocople 2x25x1500 500 grados	1	2	Pieza
CALEF-009	Termopar Tipo J ojillo 1/4 X 3 Mts de extensión	1	5	Pieza
CALEF-010	Nozzle Heater Band	1	5	Pieza
CALEF-011	Pirometro 0-300 y 50-450°C 50/60Hz	1	3	Pieza
	CONEXIONES HIDRAULICAS			
CNXHI-001	Juego de espiga de 1/2" a 3/8" espiga	2	5	Juego
CNXHI-002	Juego de espiga de 1/2" a 3/8" espiga	2	5	Juego
CNXHI-003	Niple corto de 1/4"	5	10	Pieza
CNXHI-004	Niple corto de 1/8"	5	10	Pieza
	CONEXIONES NEUMATICAS			
CNXNE-001	Tee hembra de 1/4"	5	10	Pieza
CNXNE-002	Niple 0101-6-8	5	10	Pieza
CNXNE-003	Niple 123B-6-4	5	10	Pieza
CNXNE-004	Tee 033T-6	5	10	Pieza
	FILTROS DE ACEITE			
FILTRAC-001	Cartucho filtro 6251136	1	3	Pieza
FILTRAC-002	Cuerpo filtro 6260527	1	3	Pieza
FILTRAC-003	Cuerpo filtro 6266680	1	3	Pieza
FILTRAC-004	Cuerpo filtro 6266681	1	3	Pieza
FILTRAC-005	Filter Element 6430001	1	3	Pieza
	FILTROS PARA AGUA			
FILTRA-001	Cartuchos de polipropileno Tipo GP10PP10M	10	30	Pieza
	MATERIALES PARA LIMPIEZA			

Inventario de refacciones

LIMP-001	Desengrasante Biodeg/Verde	20	50	Litros
LIMP-002	Trapo industrial.	5	50	Kgrs.
	LUBRICANTES			
LUBR-001	Aceite Hidraloy 220 filtrado a -5 micrones	200	600	Litros
LUBR-002	Aceite Raloy Textil 10R	200	600	Litros
LUBR-003	Grasa Bentona EP3	20	60	Kgrs.
LUBR-004	Grasa Moly EP2	20	60	Kgrs.
LUBR-005	Grasa Ralio EP1	20	60	Kgrs.
LUBR-006	Grasa Ralio EP2	20	60	Kgrs
	REFACCIONES SISTEMA ELECTRICO			
REFEL-001	Sensor capacitivo 30mm diam 0-240V	1	2	Pieza
REFEL-002	Sensor presión HDA 3740-B-250-125	1	2	Pieza
REFEL-003	Sensor recorrido tipo LWH 225	1	2	Pieza
REFEL-004	Sensor recorrido tipo LWH 360	1	2	Pieza
REFEL-005	Sensor recorrido tipo LWH 600	1	2	Pieza
REFEL-006	Transductor de posición TLH 100mm	1	2	Pieza
REFEL-007	Transductor de posición TLH 400mm.	1	2	Pieza
REFEL-008	Transductor de posición TLH 450mm	1	2	Pieza

Tabla 4.1 Inventario de refacciones para una máquina de inyección.

A continuación se desarrolla una propuesta para la reestructuración del organigrama y en consecuencia del departamento de mantenimiento, con el fin de evolucionar en su desarrollo y mejorar en los resultados de esta área. El

Propuesta de reestructuración en mantenimiento
 objetivo de esta propuesta es dar mayor importancia al aspecto administrativo, desarrollar la implementación del mantenimiento preventivo, tener un mejor control en el inventario de refacciones y una mejor elaboración de reportes que muestren un panorama mas completo de la situación de equipos e instalaciones. Para esto se proponen dos nuevos puestos: el de coordinador de mantenimiento y el de supervisor de mantenimiento.

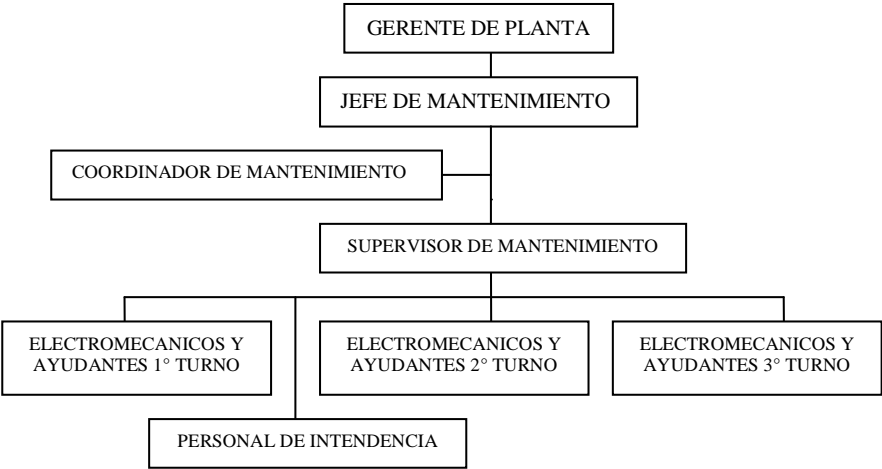


Figura A. organigrama de mantenimiento (propuesta)

En la figura A se muestra el organigrama de mantenimiento de esta propuesta donde se incluyen dos puestos nuevos, el coordinador de mantenimiento y el supervisor de mantenimiento cuyas funciones se describen a continuación, y

Propuesta de reestructuración en mantenimiento que sin duda son muy importantes en la organización y administración de los recursos tanto humanos como materiales.

COORDINADOR DE MANTENIMIENTO.

El coordinador de mantenimiento es fundamental en la administración de las actividades de mantenimiento, es el enlace entre la parte administrativa y la parte operativa del departamento, coordina la comunicación entre el departamento y todas las áreas relacionadas con mantenimiento, como producción, compras, proveedores, y la gerencia, sus actividades consisten en lo siguiente;

- Implementar los archivos y registros de mantenimiento.
- Elaborar y verificar los procedimientos que den orden a las actividades de mantenimiento para que se cumpla con los requerimientos del área solicitante y de mantenimiento.

Propuesta de reestructuración en mantenimiento

- Reportar a la gerencia y coordinar con los supervisores de mantenimiento la ejecución de las actividades y desarrollo del sistema.
- Planea y programa la adquisición de refacciones y materiales necesarios para el mantenimiento preventivo y correctivo.
- Establece y controla el inventario de refacciones y materiales necesarios para mantenimiento.
- Elabora directorio de proveedores con el fin de agilizar la adquisición inmediata de refacciones y materiales que se requieran.
- Elabora, planea y coordina los programas de mantenimiento preventivo.
- Ejecuta o en su caso coordina la reparación de fallas críticas en equipos.
- Desarrolla proyectos de mejora o actualización de equipos y procesos.

El coordinador de mantenimiento es el responsable de toda la información obtenida de las órdenes de trabajo debiendo elaborar un informe mensual con la siguiente información:

MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

- i) Ordenes de trabajo emitido durante el mes por cada una de las áreas o centros de costos de la planta y total de estas.
- ii) Ordenes de trabajo ejecutadas y en ejecución durante el mes en cada una de las áreas, incluyendo las horas-hombre utilizadas por áreas , costo por mano de obra, costo por materiales, así como los totales de estos conceptos y el total general.
- iii) Ordenes de trabajo no ejecutadas y canceladas en el mes por área o centros de costos y totales así como las observaciones al respecto.
- iv) Ordenes de trabajo pendientes por falta de materiales, herramientas o mano de obra que generaron costos por áreas o centros de costos indicando los costos generados así como el costo total y las observaciones al respecto.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Propuesta de reestructuración en mantenimiento

- i) Ordenes de trabajo por mantenimiento preventivo emitidas durante el mes por áreas o centro de costos y el total de estas
- ii) Ordenes de trabajo ejecutadas durante el mes en cada una de las áreas, incluyendo las horas-hombre utilizadas, costo por mano de obra, costo por materiales, el total de cada uno de estos conceptos y el total general.
- iii) Ordenes de trabajo no ejecutadas y canceladas en el mes por área o centro de costos, totales y las observaciones al respecto.

NUEVAS INSTALACIONES:

En esta parte del reporte hace el mismo análisis como si fuese mantenimiento correctivo, elaborando las órdenes de trabajo por conceptos de nuevas instalaciones de planta y equipo así como reubicaciones de equipo y remodelaciones de la planta.

PÉRDIDAS EN PRODUCCION OCASIONADAS POR MANTENIMIENTO

El coordinador de mantenimiento hace un análisis de las pérdidas de producción por causas imputables a mantenimiento, basándose en los informes de producción y en el análisis de las órdenes de trabajo utilizando el siguiente criterio:

En mantenimiento correctivo:

- i) Selecciona las órdenes de trabajo emitidas durante el mes con carácter de urgencia o emergencia.
- ii) Analiza cada una de estas órdenes de trabajo y determina cuantas de las fallas presentadas en estas ocasionaron perdidas en producción.
- iii) Calcula el tiempo total en horas que estuvo parado cada uno de los equipos por fallas impredecibles.
- iv) Con la participación de producción asigna un costo equivalente por hora de paro de cada uno de los

Propuesta de reestructuración en mantenimiento equipos afectados tomando en cuenta los siguientes conceptos

- cantidad de producto que no fue procesado (por hora).
 - Mano de obra ociosa (por hora)
 - Si la operación es continua se calculan las perdidas en los equipos (por hora) que quedaron fuera de servicio debido a esta falla.
- v) Calcula el costo de las perdidas ocasionadas en cada uno de los equipos de la siguiente forma:
- Costo de perdidas por mantenimiento correctivo igual a (tiempo de paro X costo equivalente por hora mas costo de desperdicios ocasionados y reprocesamiento mas el costo excesivo del equipo.

En mantenimiento preventivo:

El coordinador de mantenimiento tiene absoluto control de las órdenes de trabajo emitidas durante el mes por este concepto, y solo se consideran ocasionadas a producción las órdenes de trabajo que se salgan del tiempo establecido en los programas

Propuesta de reestructuración en mantenimiento de mantenimiento preventivo, calculando este costo de siguiente forma:

Costo de pérdidas de mantenimiento preventivo igual a tiempo utilizado de más por el costo equivalente por hora.

Posteriormente el coordinador hace un resumen de las pérdidas ocasionadas en producción por mantenimiento.

SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO.

Los supervisores de mantenimiento son los responsables directos de los trabajos efectuados, por tal motivo son los responsables del personal a su cargo, así como de la distribución y programación de esta fuerza de trabajo.

- Controla a su personal y el trabajo asignado a su grupo.
- Verifica que el trabajo asignado a su grupo sea efectuado en forma eficiente, es decir, de buena calidad en el menor tiempo posible y al mismo costo.

Propuesta de reestructuración en mantenimiento

- Administra los recursos humanos y materiales de su grupo de trabajo.
- Vigila la existencia de refacciones y/o materiales para el mantenimiento del equipo que esta bajo su responsabilidad.
- Planea y programa el trabajo asignado a su grupo en base a las cargas de trabajo y a los elementos disponibles.
- Contribuye con su experiencia al mejoramiento del sistema de mantenimiento, así mismo analiza los posibles cambios tendientes a mejorar los procesos o las condiciones de instalación de los equipos y propone dichos cambios.
- Contribuye en base a programación y análisis al mejoramiento de la capacidad técnica de su personal.
- Reportan los trabajos efectuados, mano de obra, materiales y/o refacciones utilizados en la ejecución de sus trabajos.

Propuesta de reestructuración en mantenimiento

- Contribuyen con el jefe de mantenimiento a la mejor programación del mantenimiento preventivo y correctivo en base a su experiencia.
- Mantiene una estrecha comunicación con su jefe inmediato, con el personal de supervisión de las diferentes áreas solicitantes, así como con el personal de las áreas que le dan servicio a mantenimiento.
- Controla y asegura la optima operación de los servicios de planta, mediante una buena supervisión de la operación

El supervisor elabora un informe mensual de las horas-hombre del personal a su cargo con los siguientes puntos:

- i) Horas hombre disponibles en el mes es el resultado de multiplicar la cantidad de personal a su cargo por el numero de horas trabajadas en el día por cada uno por el numero de días trabajados en el mes y que servirán para programar su carga de trabajo.

Propuesta de reestructuración en mantenimiento

- ii) Horas-Hombre reales en el mes.- es el resultado de restar las HORAS-Hombre disponibles por las Horas-Hombre por ausencias, menos horas-hombre por incapacidad, menos horas-hombre por permisos, y menos horas-hombre por vacaciones.
- iii) Horas-hombre ejecutadas en el mes.- es el resultado de sumar las horas-hombre trabajadas durante el mes , basándose en los reportes de mano de obra de las ordenes de trabajo en tiempo normal
- iv) Horas-hombre extras al mes.- es el resultado de sumar las horas hombre trabajadas durante el mes en tiempo extra basándose en los reportes de mano de obra de las ordenes de trabajo que por lo general son utilizadas en trabajos de urgencia o emergencia.
- v) Horas-hombre ejecutadas totales al mes.- es el resultado de sumar las horas hombre ejecutadas al mes mas las horas-hombre extra al mes.

Estos informes son entregados a la jefatura de mantenimiento, para que junto con el coordinador de mantenimiento sean analizadas y se pueda efectuar la evaluación.

JEFE DE MANTENIMIENTO.

El jefe de mantenimiento realiza un análisis de la información obtenida del coordinador y supervisores de mantenimiento, y elabora un informe general del departamento a la gerencia de la planta, con los siguientes puntos:

- i) Informe de las órdenes de trabajo emitidas durante el mes por áreas o centro de costo.
- ii) Informe de las órdenes de trabajo ejecutadas en el mes por áreas o centros de costo incluyendo los costos generados.
- iii) Resumen global de las órdenes de trabajo emitidas y ejecutadas, así como el costo de mantenimiento aplicado en el mes.

La propuesta anterior puede resultar muy costosa para la aplicación en esta empresa, pero puede derivarse algo más cercano a esta que pueda redituar los resultados que se requieren en la organización.

CONCLUSIONES:

El crecimiento de las empresas depende en gran medida de su organización e innovaciones en su sistema administrativo, en el presente trabajo se puede apreciar el retraso en su organigrama de mantenimiento, y aunque se cuenta con un software para la administración de las actividades no se ha explotado lo suficiente, esto se debe a la organización que se tiene en el área, los integrantes del departamento de mantenimiento son la mayoría operativos, es decir dedicados a la ejecución de tareas de mantenimiento, en gran parte correctivo, olvidando que el mantenimiento preventivo es muy importante para reducir los costos generados por fallas imprevistas generando paros de producción que resultan costosos y que repercuten en los costos de los productos. Es necesario dar el siguiente paso en la evolución del sistema, es decir replantear la organización de mantenimiento de manera que este a la vanguardia y pueda obtener los resultados que se requiere, pues aunque se cuenta con todos los elementos adecuados como son personal capacitado, recursos económicos

y materiales, además de un software muy completo, no se aprecia una adecuada administración y aprovechamiento de estos recursos.

También es importante establecer un sistema que permita la asignación de un presupuesto destinado exclusivamente a solventar los gastos de mantenimiento, y en consecuencia se ajuste el funcionamiento del área a este presupuesto, cuidando la distribución del mismo sin dejar de proporcionar los servicios que requiere la planta.