



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PARA LA MAQUINARIA Y EQUIPO DEL CENTRO DE SERVICIO
AUTOMOTRÍZ, EL INGENIO, S. A**

Sergio Leonardo Guerra Ayala

Asesorado Por Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza

Guatemala, septiembre de 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PARA LA MAQUINARIA Y EQUIPO DEL CENTRO DE SERVICIO
AUTOMOTRÍZ, EL INGENIO, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SERGIO LEONARDO GUERRA AYALA

ASESORADO POR ING. GILBERTO ENRIQUE MORALES BAIZA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Sydney Alexander Samuels Milson |
| Vocal I : | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| Vocal II: | Lic. Amahán Sánchez Álvarez |
| Vocal III: | Ing. Julio David Galicia Celada |
| Vocal IV: | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| Vocal V: | Br. Elisa Yazminda Vides Leiva |
| SECRETARIO: | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|---|
| DECANO: | Ing. Sydney Alexander Samuels Milson |
| EXAMINADOR: | Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco |
| EXAMINADOR: | Ing. Victor Manuel Ruiz Hernández |
| EXAMINADOR: | Ing. José Francisco Arrivillaga Ramazzini |
| SECRETARIO: | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA Y EQUIPO DEL CENTRO DE SERVICIO AUTOMOTRÍZ, EL INGENIO, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 13 de agosto del 2003.

Sergio Leonardo Guerra Ayala

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Supremo creador, quien me brindó fortaleza y sabiduría para culminar con éxito una meta más en mi vida.
- Virgen Maria** Por brindarme protección y amor de madre.
- Mis padres** Leonardo Trinidad Guerra Velásquez
Aura Luciana Ayala de Guerra
Como una pequeña recompensa a todos sus sacrificios y por el amor que siempre me han brindado.
- A mis abuelos** Emilio Ayala
Cristina Rivera
Carlos Guerra
Leonor Velásquez
A todos y cada uno de ellos por quererme como a un hijo, y apoyarme en todos los momentos de mi vida.
- Mis hermanos** Carlos Emilio y Luis Alfredo, por el apoyo que me han brindado, esperando que esto sirva de motivación para la búsqueda de todas las metas que se propongan en sus vidas.
- A mi familia** Tíos, tías y primos
En especial a:
Carlos Guerra, por su amor, apoyo y consejos.
A Carolina, Flor de Maria, Mayra y Emilio Ayala, por ser para mí más que primos, como mis hermanos.
A todos y cada uno gracias por su cariño, apoyo y consejos.
- A mis amigos** A todos aquellos que se sientan aludidos, les agradezco por los momentos compartidos y el apoyo incondicional que me han brindado.

AGRADECIMIENTOS:

**A los esposos
Luna Ayala**

Por la confianza depositada en mi persona al brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en su prestigiosa empresa.

El Ingenio S.A.

Por haberme dado la oportunidad de haber contribuido con mi trabajo al desarrollo de nuestro país.

Ing. José Arrivillaga

Por brindarme su apoyo y ayudarme a creer en la búsqueda de mis ideales.

Ing. Gilberto Morales

Por brindarme asesoría que me fue de gran ayuda, y sin la cual no hubiera sido posible realizar este trabajo de graduación.

Julio Marroquín

Por ayudarme en todas las actividades académicas que desarrollamos durante nuestro estudio universitario, esperando éxitos en su carrera.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | VI |
| LISTA DE SÍMBOLO | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN | XV |
| OBJETIVOS | XVII |
| INTRODUCCIÓN | XIX |
| | |
| 1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA EL INGENIO S.A. | 1 |
| 1.1 Ramo al que se dedica la empresa | 1 |
| 1.2 Organización de la empresa | 2 |
| 1.3 Análisis y diagnóstico de la situación actual de la empresa | 4 |
| | |
| 2. EQUIPO UTILIZADO EN LA EMPRESA | 7 |
| 2.1 Alineadora computarizada | 7 |
| 2.1.1 Funcionamiento de alineadora | 9 |
| 2.1.2 Componentes de la alineadora | 15 |
| 2.2 Balanceadora computarizada | 17 |
| 2.2.1 Funcionamiento de la Balanceadora | 17 |
| 2.2.2 Componentes de la Balanceadora | 18 |
| 2.3 Rectificadora de frenos | 19 |
| 2.3.1 Funcionamiento de la rectificadora de frenos | 19 |
| 2.3.2 Componentes de la rectificadora de frenos | 21 |
| 2.4 Equipo de limpieza de motores | 22 |
| 2.4.1 Funcionamiento de Equipo de limpieza de motores | 24 |
| 2.4.2 Componentes del equipo de limpieza de motores | 27 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5 Compresor | 28 |
| 2.5.1 Funcionamiento de compresor | 29 |
| 2.5.2 Componentes de compresor | 30 |
| 2.5.3 Sistema de distribución de aire comprimido | 32 |
| 2.5.3.1 Accesorios de la red de distribución de aire comprimido | 32 |
| 3. CONSIDERACIONES GENERALES ACERCA DEL MANTENIMIENTO | 39 |
| 3.1 ¿Qué es el mantenimiento | 39 |
| 3.2 Tipos de mantenimiento | 40 |
| 3.2.1 Mantenimiento correctivo | 41 |
| 3.2.2 Mantenimiento preventivo | 41 |
| 3.2.3 Comparación entre mantenimiento correctivo y preventivo | 42 |
| 3.2.4 División del mantenimiento preventivo | 45 |
| 3.2.4.1 Programa de visitas | 45 |
| 3.2.4.2 Correcciones programadas | 45 |
| 3.2.4.3 Actividades de lubricación y limpieza | 45 |
| 3.3 Consideraciones a tomar para que la implementación del programa de mantenimiento sea un éxito en la empresa | 46 |
| 3.3.1 Requisitos para implementar el mantenimiento preventivo | 47 |
| 3.4 Fuentes de información para implementar el mantenimiento preventivo | 48 |
| 3.4.1 Catálogos de fabricante | 48 |
| 3.4.2 Manuales de fabricante | 49 |
| 3.4.3 Historial de fallas y averías | 49 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.5 | Normas de seguridad para la ejecución de tareas de mantenimiento | 50 |
| 3.5.1 | Uso correcto de herramientas y equipos para la ejecución de tareas de mantenimiento | 53 |
| 3.5.2 | Uso de equipos de seguridad personal para realizar labores de mantenimiento | 61 |
| 4 | ELABORACIÓN DE MÉTODOS DE CONTROL | 65 |
| 4.1 | Inventario de la maquinaria y equipo de la empresa | 65 |
| 4.2 | Fichas de identificación de la maquinaria | 66 |
| 4.3 | Fichas de historial de maquinaria | 66 |
| 4.4 | Requisición de materiales y repuestos | 67 |
| 4.5 | Control de herramientas | 67 |
| 4.6 | Revisiones preventivas | 68 |
| 4.7 | Control de paros | 69 |
| 4.8 | Control de reparaciones externas | 70 |
| 4.9 | Auditorías de seguridad internas | 70 |
| 4.10 | Reporte mensual de mantenimiento | 71 |
| 5 | MANEJO DE INVENTARIO EN BODEGA | 73 |
| 5.1 | Determinación de máximos y mínimos en inventarios por medio de análisis de rotación de repuestos y accesorios | 73 |
| 5.2 | Órdenes de compras | 74 |
| 5.3 | Requisición de repuestos y accesorios | 74 |
| 5.4 | Informe de ingreso de productos a bodega | 75 |
| 5.5 | Libro de control de compras | 75 |
| 5.6 | Revisiones de ingresos a bodega | 75 |

| | |
|--|-----------|
| 6 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE LA EMPRESA EL INGENIO, S.A. | 77 |
| 6.1 Implementación del método LEM como guía del mantenimiento preventivo de la empresa el Ingenio, S.A. | 77 |
| 6.1.1 Descripción del método LEM | 77 |
| 6.1.1.1 Actividades de lubricación | 78 |
| 6.1.1.2 Actividades de tipo eléctrico | 89 |
| 6.1.1.3 Actividades del tipo mecánico | 90 |
| 6.2 Mantenimiento recomendado para los puntos críticos de la maquinaria y equipos de la empresa el Ingenio, S. A. | 91 |
| 6.2.1 Rodamientos | 91 |
| 6.2.1.1 Verificación de estado de los rodamientos | 93 |
| 6.2.1.2 Determinación de vida útil de los rodamientos | 94 |
| 6.2.1.3 Montaje y desmontaje de rodamientos | 95 |
| 6.2.2 Engranés | 100 |
| 6.2.2.1 Verificación de estado de los engranes | 101 |
| 6.2.2.1.1 Desgaste en engranes y sus consecuencias | 103 |
| 6.2.2.1.2 Determinación de vida útil de los engranés | 103 |
| 6.2.2.1.3 Tipos de desgaste de engranes | 105 |
| 6.2.3 Fajas | 107 |
| 6.2.3.1 Verificación de estado de fajas | 108 |
| 6.2.3.2 Montaje y desmontaje de fajas | 110 |
| 6.2.4 Filtros | 112 |
| 6.2.4.1 Verificación de estado de filtros | 114 |
| 6.2.4.2 Determinación de vida útil de filtros | 116 |
| 6.2.5 Poleas y cuñas | 116 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 6.2.5.1 | Verificación de estado de poleas y cuñas | 117 |
| 6.2.5.2 | Montaje y desmontaje de cuñas y poleas | 118 |
| 6.2.6 | Sistema de distribución de aire comprimido | 119 |
| 6.2.6.1 | Revisión de tubería y accesorios | 119 |
| 6.2.6.2 | Notas básicas para el mantenimiento correcto de la red de distribución de aire comprimido | 120 |
| 6.2.6.3 | Cambio de tubería o accesorios del sistema de distribución de aire comprimido | 121 |
| 6.2.7 | Equipos computarizados | 123 |
| 6.2.7.1 | Revisión de equipos de computación | 123 |
| 6.2.7.1.1 | Revisión y limpieza de equipos de computación | 125 |
| 6.2.7.1.2 | Implementación y actualización de <i>Software</i> | 131 |
| 6.3 | Listado de actividades de mantenimiento por máquina | 132 |
| 6.3.1 | Mantenimiento preventivo para alineadora computarizada | 132 |
| 6.3.2 | Mantenimiento preventivo para balanceadora computarizada | 135 |
| 6.3.3 | Mantenimiento preventivo para rectificadora de frenos | 136 |
| 6.3.4 | Mantenimiento preventivo para equipo de limpieza de motores | 137 |
| 6.3.5 | Mantenimiento preventivo para compresor | 143 |
| | CONCLUSIONES | 147 |
| | RECOMENDACIONES | 149 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 151 |
| | ANEXOS | 152 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|---|-----|
| 1 | Organigrama propuesto para la empresa el Ingenio S.A. | 3 |
| 2 | Medición de ángulo caster positivo y negativo | 10 |
| 3 | Medición de ángulo de camber positivo y negativo | 11 |
| 4 | Medición de ángulo de convergencia positiva y negativa | 11 |
| 5 | Medición de ángulo de giro | 12 |
| 6 | Medición de retraso de eje (<i>Setback</i>) | 13 |
| 7 | Medición de ángulo de empuje | 14 |
| 8 | Sistema de lubricación por pérdida completa | 86 |
| 9 | Lubricación por sistema de recipiente de aceite | 87 |
| 10 | Sistema de lubricación centralizado | 88 |
| 11 | Desmontaje correcto de rodamientos por medio de un extractor | 96 |
| 12 | Disposición para el montaje del rodamiento con ayuda de una prensa de banco y un tubo | 99 |
| 13 | Filtro de combustible y sus partes | 114 |
| 14 | Verificación del estado del filtro de aire del compresor | 115 |
| 15 | Ficha de identificación de maquinaria | 152 |
| 16 | Ficha de historial de maquinaria | 153 |
| 17 | Boleta de requisición de materiales y repuestos para mantenimiento | 154 |
| 18 | Ficha de préstamo de herramienta | 155 |
| 19 | Ficha de revisión preventiva de la maquinaria | 156 |
| 20 | Boleta de ordenes de trabajo | 157 |

| | | |
|----|--|-----|
| 21 | Hoja de control de paros | 158 |
| 22 | Control de reparación externa | 159 |
| 23 | Auditoría de seguridad interna | 160 |
| 24 | Reporte mensual de mantenimiento | 161 |
| 25 | Boleta de requisición de materiales para el departamento de bodega | 162 |

TABLAS

| | | |
|-----|--|----|
| I. | Selección de aceite para cajas impulsoras de engranes | 83 |
| II. | selección de lubricante para compresor tipo reciprocante | 85 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|------------------------|--|
| CPU | Unidad central de procesamiento |
| V | Voltios |
| Hz. | Hertz o ciclos por segundo |
| % | Porcentaje |
| EP | Extrema presión |
| ISO | Organización Internacional de Estándares |
| psi | Libras por pulgada cuadrada |
| “ | Pulgada |
| SIMM & DIMM | Tarjetas de almacenamiento de memoria |
| ° C | Grados centígrados |
| ° F | Grados Fahrenheit |
| Off | Posición de apagado en interruptor |
| On | Posición de encendido en interruptor |
| cm | Centímetro |
| rpm | Revoluciones por minuto |
| H & O | Inhibidor de herrumbre y oxidación |

mm

SAE

Milímetros

Sociedad de Ingenieros Automotrices

GLOSARIO

| | |
|------------------------|---|
| Acometida | Conjunto de elementos o accesorios de un circuito que permite la utilización de energía en una área determinada por el usuario. |
| Abrasivo | Material que tiende a quemarse con facilidad. |
| Acople | Junta mecánica. |
| Aditamento | Agregados químicos utilizados para mejorar las propiedades de diferentes materiales. |
| Afinado | El afinado se realiza en piezas trabajadas en torno, luego de realizar la tarea de desbastado. |
| Agua condensada | Producto del enfriamiento del vapor de agua. |
| Ánima | Área del cojinete que hace contacto con el asiento correspondiente en el árbol o eje. |
| Arandela | Anillo plano sobre el cual se apoyan los canales del cojinete de empuje. |
| Asiento | Parte del ánima del alojamiento que está en contacto con el diámetro exterior del cojinete. |

| | |
|---------------------------|---|
| Asíncrono | Movimiento fuera de sincronización. |
| Buril | Herramienta de corte utilizada para efectuar trabajos de torno. |
| Carga pico | Máxima carga soportada. |
| Convergencia | Punto donde se encuentran o convergen dos puntos. |
| Corriente alterna | Corriente eléctrica que varía su dirección un determinado número de veces por segundo. |
| Corriente continua | Corriente eléctrica que circula en una única dirección. |
| Desbastado | Cuando en tareas de torno se arranca una gran cantidad de viruta en un intervalo de tiempo corto. |
| Disipador | Liberador de energía. |
| Divergencia | punto en el cual se separan o divergen dos puntos. |
| Electrocución | Efecto que produce la corriente eléctrica al cuerpo humano al hacer contacto con esta. |
| Embrague | Mecanismos utilizados en lugares donde es necesario la utilización de algún tipo de transmisión de potencia que se conecta y desconecta con frecuencia. |

| | |
|------------------------|--|
| Emulsión | Efecto de la separación entre fluidos de diferente densidad (por ejemplo agua y aceite). |
| Excéntrico | Punto fuera del centro. |
| Micrones | Milésimas de milímetro. |
| Monofásico | De una sola fase. |
| Oesteomuscular | Referente a los huesos y músculos. |
| Plomos | Pesos utilizados para lograr el balanceo de masas en los neumáticos. |
| Puesta a tierra | Conexión de protección de los circuitos eléctricos, que consiste en la conexión física de estos y la tierra. |
| Rayo Infrarrojo | Radiación de luz con longitud de onda de 300 micrones, lo que imposibilita su visibilidad. |
| Reciprocante | Movimiento repetitivo alterno. |
| Síncrono | Movimiento sincronizado. |
| Voltímetro | Equipo de medición eléctrico utilizado para medir diferencias de potencial en circuitos. |

RESUMEN

Esta investigación busca implementar un programa de mantenimiento que se adecue a las condiciones propias de la empresa el Ingenio, S.A. En el primer capítulo de esta investigación, se encontrará información de los tipos de servicio ofrecidos, la estructura organizacional, y análisis de la situación previa a la implementación del programa de mantenimiento propuesto de la empresa.

El segundo capítulo, contiene información acerca de la estructura y funcionamiento de los equipos existentes en la empresa. Esta información servirá de apoyo técnico para las personas encargadas del manejo y mantenimiento de los mismos.

En el tercer capítulo, se encontrarán las consideraciones generales acerca de la implementación de un programa de mantenimiento, esta información busca ayudar a implementar con mayor facilidad el programa propuesto.

El capítulo cuatro, describe una serie de métodos propuestos para llevar a cabo un buen control de las diferentes actividades que están involucradas en el proceso de planificación, verificación y control del mantenimiento propuesto.

El quinto capítulo, desarrolla métodos de control del inventario del área de bodega. Estos métodos ayudarán a un control estricto de los suministros que maneja esta área.

En el sexto capítulo, se encuentra la información que ayudará a realizar las actividades técnicas propiamente dichas en los equipos y maquinaria de la empresa. En este capítulo se encontrarán actividades preventivas recomendadas para los puntos críticos, así como también las actividades de prevención para la maquinaria y equipos de la empresa.

OBJETIVOS

General

Implementar un programa de mantenimiento para la maquinaria y el equipo de la empresa de servicio automotriz el Ingenio, S.A.

Específicos

1. Describir el funcionamiento y estructura de la maquinaria y equipo de la empresa el Ingenio, S.A.
2. Dar a conocer las consideraciones generales y requisitos para que la implementación del mantenimiento sea un éxito en la empresa.
3. Diseñar métodos de control para llevar registro, tanto de las actividades de mantenimiento, como el control de inventario de bodega, además crear formatos específicos para llevar a cabo este control.
4. Crear una guía de mantenimiento básico, tocando los puntos críticos de toda la maquinaria y equipo de la empresa.
5. Realizar una guía de tareas específicas de mantenimiento recomendado para cada una de las máquinas y equipos de la empresa.
6. Disminuir considerablemente los costos por operación de los servicios prestados en la empresa el Ingenio, S.A.

INTRODUCCIÓN

Actualmente muchas de las empresas guatemaltecas se han visto en la necesidad de implementar o readecuar programas de mantenimiento, para su maquinaria y equipo, es común que en nuestro medio se tenga la idea errónea de esperar resultados inmediatos cuando se invierte en la reparación o mantenimiento de la maquinaria, en este punto el empresario debe estar consciente sobre los resultados de la implementación de un programa de mantenimiento que se darán a largo plazo, pero que al final toda la inversión se verá recompensada por la mejora de sus procesos, con el propósito de obtener mejora de eficiencia y economía.

Los altos niveles de productividad que se requieren hoy en día han obligado a la empresa el Ingenio, S.A. a crear un departamento de Mantenimiento, ya que hasta el momento se ha trabajado bajo la presión de realizar actividades de tipo correctivo derivado de la falta de mantenimiento de los equipos, lo que les ha provocado pérdidas por improductividad de los equipos; y elevados costos por la inadecuada distribución de recursos humanos, físicos y financieros. Por tal motivo, en el presente trabajo de graduación, se realizará un estudio de los fundamentos básicos para implementar un programa de mantenimiento en esta empresa y se dictarán puntos específicos acerca del mantenimiento para la maquinaria y equipo con que esta cuenta.

El mantenimiento no es una solución a todos los problemas que se presentan durante un proceso productivo, sino, una organización sistemática de las actividades que tradicionalmente se ha venido haciendo, esta investigación tiene como objetivo principal, implementar un modelo de programa de mantenimiento propuesto específicamente para ésta empresa. En ella se encontrará información acerca de las consideraciones generales para el desarrollo del programa, información específica de las actividades de mantenimiento propuestas para la maquinaria y equipo, así como modelos de control para llevar un historial detallado de las actividades de mantenimiento y de todos los factores que intervienen en dichas actividades.

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA EL INGENIO, S.A.

1.1 Ramo al que se dedica la empresa

La empresa El Ingenio, S.A., inició labores en el año 2001, en el barrio El Ingenio (de donde deriva su nombre), del municipio de Amatitlán, en el departamento de Guatemala. Esta empresa se dedica a prestar servicios de mantenimiento automotriz a vehículos automotores, tanto de tipo gasolina como Diesel, dichos servicios son realizados a flotillas de automóviles de diversas empresas así como a vehículos particulares que requieran de estos servicios, entre los servicios prestados actualmente se puede mencionar los siguientes:

- Alineación computarizada
- Balanceo computarizado
- Rectificación de discos de freno
- Limpieza interna de motores

Además, cuenta con un sistema de compresión de aire y su respectiva red de distribución, el cual es utilizado para conectar equipos auxiliares y herramienta de tipo neumático, para poder ayudar a efectuar los diferentes servicios anteriormente mencionados.

Por otra parte, se prestan los servicios básicos de todo taller multiservicios, entre estos se puede mencionar el lavado de automóviles (*Car Wash*) y reparación de neumáticos. Además cuenta con un departamento

de Ventas que ofrece al cliente venta de neumáticos, baterías, aceites, aditamentos y repuestos para automóviles.

1.2 Organización de la empresa

La empresa el Ingenio, S.A., cuenta con un departamento de Taller Mecánico, es el encargado de prestar los servicios que anteriormente fueron mencionados, en este departamento se cuenta con un Jefe de taller que está a cargo de los mecánicos automotrices, quienes efectúan las tareas necesarias para prestar los servicios.

También cuentan con un departamento de Ventas y Servicio al cliente, que se encarga de ofrecer a los clientes información acerca de los servicios ofrecidos, al mismo tiempo éste también se encarga de vender todo tipo de lubricantes, aditamentos, repuestos, neumáticos y accesorios a la clientela.

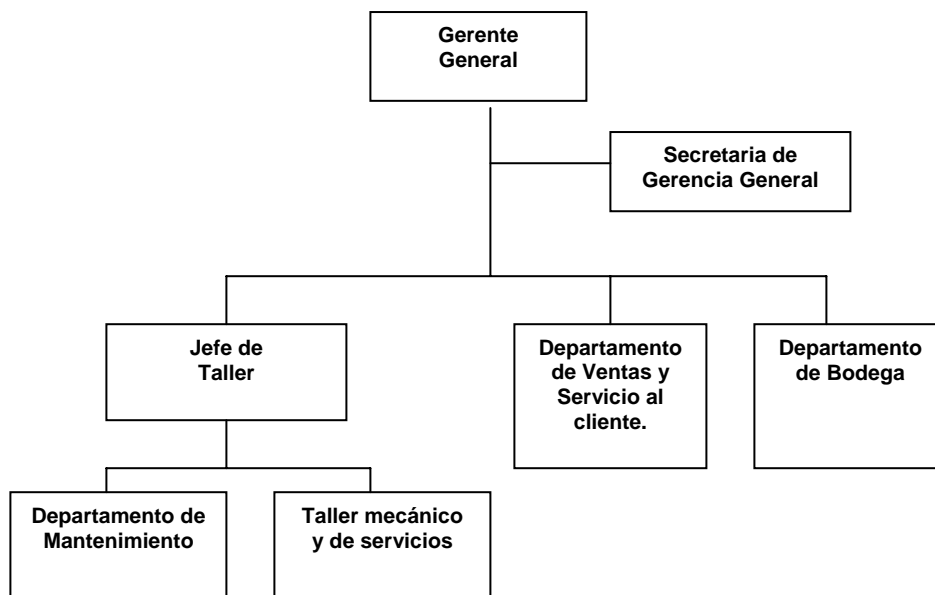
Otro departamento que existe en la actualidad es el de Bodega, la función principal de este departamento, es el manejo y suministro de todos los repuestos, materiales y accesorios, necesarios para el desarrollo de las actividades de los servicios ofrecidos.

Es necesario hacer notar que, en la actualidad esta empresa no cuenta con un departamento de Mantenimiento que se encargue de la reparación de la maquinaria, por lo que para la implementación del programa aquí descrito, será necesaria la creación del mismo; este departamento puede ser manejado por el mismo jefe de taller mecánico, quien a su vez, deberá contratar una persona que tenga conocimientos acerca de electricidad y mecánica industrial, misma que ayudará a desarrollar las actividades del mantenimiento propiamente dichas.

El objetivo primordial del departamento de Mantenimiento, será el mantener todos los equipos en óptimas condiciones y al menor costo posible, evitando así el deterioro prematuro de la maquinaria y equipo. El departamento de Mantenimiento debe tener sus propias metas y medios para poder llegar a ellas. Para esto será necesario dotarlo de sistemas de planificación y control de sus actividades para poder llevar un control real del desempeño en la empresa.

Todos los departamentos existentes dependen directamente del Gerente General, por lo que es recomendable que el departamento de Mantenimiento también se coloque en la misma escala, esto para que exista comunicación directa entre todos los departamentos involucrados, tanto en el área productiva como de suministros, lo que facilitará el acoplamiento de este nuevo departamento a la empresa.

Figura 1. Organigrama propuesto para la empresa el Ingenio, S.A.



1.3 Análisis y diagnóstico de la situación actual de la empresa

La empresa tiene poco tiempo de haber iniciado labores, en este período se han visto en la necesidad de enfocar su atención, a la creación de una área específica que se dedique a realizar el mantenimiento de su maquinaria y equipo, pues han empezado a sentir las primeras consecuencias por no contar con esta.

Entre los problemas derivados de la falta de mantenimiento a los equipos y maquinaria se puede mencionar:

- Fallas continuas en los equipos y maquinaria, lo que provoca paros en la prestación de servicios, esto produce retrasos de entrega de trabajos y disminuye la productividad de la empresa, lo que al final se traduce en pérdida de clientela y elevación de costos.
- Elevados costos de mantenimiento correctivo, provocado por reparaciones derivadas de fallas severas y por la contratación de empresas externas que se encargan de realizar estas reparaciones.
- Aumento de tiempos improductivos derivado de la falta de servicio de la maquinaria y equipo, provocado por los paros de emergencia. La empresa se ve afectada ya que siempre tiene que pagar los sueldos de las personas que no están efectuando ninguna de las tareas para la cual fueron contratadas.
- Baja competitividad, provocada por la falta de los servicios que ofrece, esto puede causar que el cliente busque otros lugares donde brinden servicios similares y por ende, causa disminución de cartera de clientes.

- Problemas severos en los componentes de la maquinaria, lo que puede provocar disminución de la vida útil de los equipos y maquinaria.
- Aunque muchos de los procedimientos preventivos son relativamente sencillos, no se realizan, esto a causa de no contar con una planificación, organización y control determinado de los factores que ayuden al desenvolvimiento de las tareas de mantenimiento.

Ante la búsqueda de soluciones concretas, surge la creación de un departamento de Mantenimiento, el cual se encargará de realizar tareas de prevención y corrección de los mecanismos que conforman la maquinaria y equipo de la empresa. Cabe mencionar que el equipo con que ésta cuenta es muy moderno y por lo tanto es de costo considerable, además la empresa tiene contemplada la expansión de servicios, por lo que es un buen momento para implementar un programa de mantenimiento que cumpla con las condiciones requeridas para la conservación de los bienes de la empresa.

2 EQUIPO UTILIZADO EN LA EMPRESA

2.1 Alineadora computarizada

La alineación de ruedas de los vehículos es uno de las tareas más frecuentes en el mantenimiento de vehículos, básicamente se recomienda realizar una inspección sobre el estado de la alineación de las ruedas por lo menos a cada seis meses. Es recomendable realizar la alineación tan pronto se empiece a observar desgaste anormal de neumáticos o cualquier problema de control en la dirección del vehículo, o bien cuando se instalan nuevos neumáticos.

En la actualidad se recomienda la alineación total de las 4 ruedas por los siguientes motivos:

- Los autos antiguos (pesados, eje fijo y tracción trasera) sólo necesitaban alineación del tren delantero, pues para salirse de alineación en el eje trasero hacía falta una colisión. También los neumáticos convencionales eran más tolerantes en desgastes por alineación incorrecta, costaban mucho menos y daban menor kilometraje comparados con los neumáticos radiales de hoy en día.
- Los autos modernos (livianos, suspensión independiente y tracción delantera) se pueden salir tan fácil de alineación en las ruedas traseras como en las delanteras. Por tanto, si el centro de servicio comete el error de efectuar sólo alineación al tren delantero ($\frac{1}{2}$ alineación) en lugar de la alineación total de 4 ruedas que se necesita y que el fabricante especifica,

está quizás ocasionando al automovilista costos excesivos en desgaste prematuro de neumáticos de componentes de la suspensión y dirección. Aún más importante es el factor de seguridad: aunque se haga una alineación de tren delantero (2 ruedas) perfecta, si alguna de las ruedas traseras está fuera de alineación, el auto se desviará hacia un lado y el volante estará descentrado. Mecánicos experimentados podrán enderezar el volante pero el problema persistirá.

- Los modernos neumáticos radiales, aunque cuestan más, son mas seguros y económicos a largo plazo al dar considerable kilometraje adicional; sin embargo, falta de alineación o balanceo en cualquiera de las 4 ruedas puede reducir su vida considerablemente. Además, desgaste irregular excesivo los convierte en peligrosos. El mantenimiento preventivo y alineación balanceo total, antes de presentar síntomas de desgaste irregular, es muy importante.

Entre las ventajas de realizar la alineación de vehículos se puede mencionar:

- Mayor seguridad
- Inspección y corrección a tiempo evitan problemas mayores en el futuro
- Mayor rendimiento de los neumáticos
- Mejora el manejo y control del vehículo. Con la alineación total, las ruedas traseras siguen a las delanteras, el auto camina en línea recta absorbiendo eficientemente las variaciones de la carretera, dando como resultado una conducción suave.
- Ahorro de combustible, pues el viajar en línea recta resulta una menor resistencia al viento y menor fricción en el rodaje de neumáticos.

2.1.1 Funcionamiento de alineadora

El funcionamiento de la alineadora es sencillo, no así su diseño. La alineadora consta básicamente de 3 componentes: cabezales en los que se encuentran montados los niveles de burbuja y sensores; el equipo computarizado, que incluye el CPU, monitor, teclado y la impresora; y el sistema de suspensión que consta básicamente de una válvula de paso, mangueras plásticas y cilindros de simple efecto con muelle de retorno.

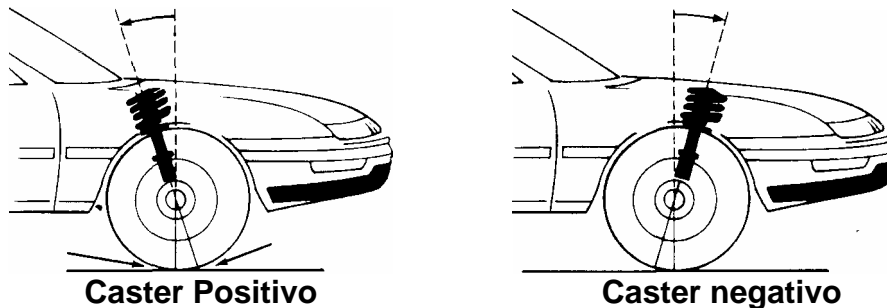
Los cabezales son colocados en las ruedas. Estos se encargan de enviar la información de las posiciones de los ángulos registrados por medio de los sensores de rayos infrarrojos que están colocados en los mismos cabezales. La lectura efectuada es registrada en el equipo computarizado, que a su vez, cuenta con un *software* que es el encargado de procesar la información obtenida para determinar la lectura de los ángulos que determinan la alineación de las ruedas del automóvil. Los niveles de burbuja también están colocados en los cabezales, estos son usados como puntos de referencia y deben ser colocados adecuadamente antes de realizar las mediciones antes mencionadas. Los ángulos que determinan la alineación de las ruedas son los siguientes:

Angulo de avance o *caster*. Según sea el caso puede darse tres tipos de ángulo *caster*.

- Cuando el pivote de dirección está recto, el avance (*caster*) es de cero grados.
- Cuando el pivote de dirección se encuentra inclinado hacia atrás el avance (*caster*) es positivo.

- Cuando el pivote de dirección se encuentra inclinado hacia delante el avance (*caster*) es negativo.

Figura 2. Medición de ángulo *caster* positivo y negativo

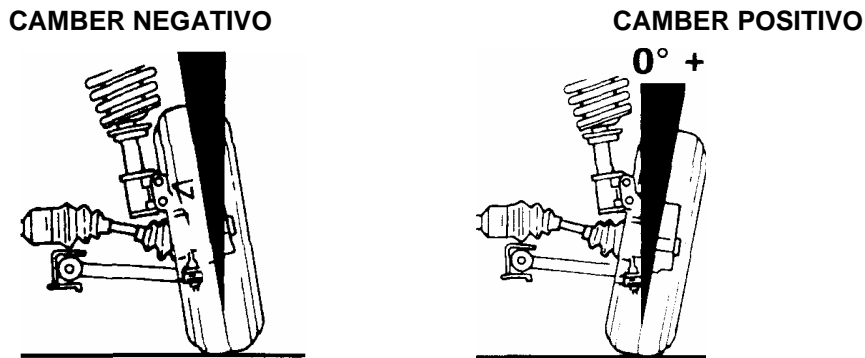


Fuente: Revista Specialty products, Nivot Corporation, U.S.A. página 4

Angulo de comba o *camber*. Las ruedas de los automóviles no están totalmente paralelas ni verticales al eje simétrico del automóvil. Las ruedas de dirección no giran en un eje vertical, sino en torno a un eje inclinado. Los ejes de la mangueta y los planos verticales y horizontales conforman los ángulos de las ruedas.

Cuando las dos ruedas están derechas con respecto a sus ejes o paralelas se dice que la comba (*camber*) es de cero grados. Las máquinas alineadoras registran este ángulo en grados, minutos, decimal de grados, etc. Cuando las ruedas apoyan hacia afuera del vehículo la comba (*camber*) es positiva, cuando apoyan hacia adentro es negativa.

Figura 3. Medición de ángulo de *camber* positivo y negativo

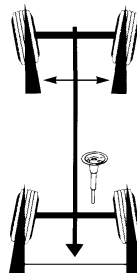


Fuente: Revista Specialty products, Niwot Corporation, U.S.A. página 4

Angulo de convergencia. Convergencia positiva (*Toe In*), es cuando las ruedas están cerradas y convergen en sentido de marcha. Se denomina convergencia al hecho de reducir el ángulo. Convergencia negativa o Divergencia (*Toe Out*), es el ángulo de las ruedas de un eje en dirección de marcha de un vehículo que es inversa a la convergencia. La divergencia en todos los casos es muy pequeña y su medida viene especificada por el fabricante del vehículo.

Figura 4. Medición de ángulo de convergencia positiva y negativa

Divergencia positiva

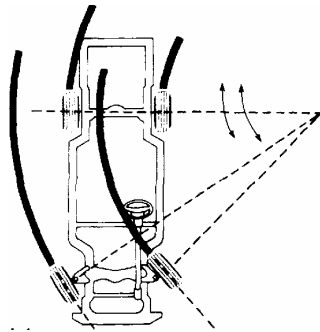


Divergencia negativa

Fuente: Revista Specialty products, Niwot Corporation, U.S.A. página 5

Angulo en giro (Divergencia en giro). El ángulo expresa el mayor o menor giro en el que divergen las ruedas al tomar una curva. La rueda delantera interior forma con el eje trasero un ángulo mayor que la rueda exterior, girando con distintos radios entre sí, reduciendo la fricción de los neumáticos con el suelo.

Figura 5. Medición de ángulo de giro

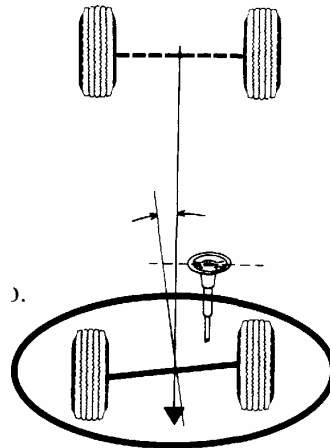


Fuente: Revista Specialty products, Niwot Corporation, U.S.A. página 5

Retraso de eje (*setback*). El retraso de eje puede ser detectado por medio del equipo de alineación, el retraso se debe que una rueda está adelante que otra y es causado por:

- Choque o colisión del vehículo
- Retraso de fabricación, (según normas de constructor), puede ser con una pulgada de diferencia con respecto una rueda de otra.

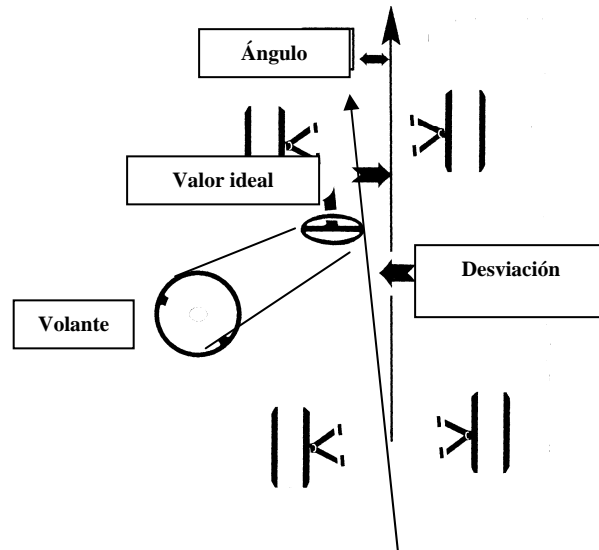
Figura 6. Medición de retraso de eje (*setback*)



Fuente: Revista Specialty products, Niwot Corporation, U.S.A. página 5

Angulo de empuje. La alineación trasera incorrecta produce desgaste en el neumático y el volante de dirección no centra en la carretera. En la figura 7, se puede observar el desplazamiento del eje trasero que produce el mismo efecto en el tren delantero. Este ángulo se denomina ángulo de empuje. El auto tira hacia la izquierda porque la fuerza de empuje es hacia la derecha tal como lo muestra la figura. Las ruedas, en sentido de giro hacia la derecha, marcan el esfuerzo en forma de giro en círculo, por lo tanto el auto tiende a centrarse hacia la izquierda.

Figura 7. Medición del ángulo de empuje



Fuente: Revista Specialty products, Niwot Corporation, U.S.A. página 5

Luego de realizar la lectura de los diferentes ángulos, estos se comparan con valores predeterminados para los diferentes modelos de automóvil. La información de los ángulos para modelos de automóvil pueden archivar en la memoria de la computadora o bien puede trabajarse por medio de un dispositivo de memoria extraíble como puede ser un disco compacto. Con esta información se pueden comparar las diferencias existentes entre ángulos y corregir los valores en un rango permisible.

La alineación propiamente del automóvil se realiza por medio de componentes que pueden venir montados en el mismo automóvil y que permite el ajuste automático de los ángulos deseados o bien con ayuda de accesorios que son colocados en el automóvil, entre estos accesorios podemos encontrar los tornillos excéntricos, las alzas o lainas y discos (conocidos como *shim*), entre otros.

Para la colocación de los diferentes accesorios se utiliza el sistema de suspensión neumático, el cual se encarga de levantar el automóvil a una altura que permita trabajar con mayor facilidad. Básicamente, este sistema de suspensión está constituido de un par de cilindros de efecto simple, mangueras que suministran aire a los cilindros y una válvula que permite el corte de aire del circuito.

El funcionamiento de este sistema consiste en aprovechar la presión generada por el aire del compresor, al abrir la válvula de paso se produce una fuerza sobre la superficie de los émbolos de los cilindros, originando de esta forma el avance de los mismos con sus respectivos vástagos. Una vez que el vástago ha salido totalmente, la presión sigue aumentando hasta alcanzar la presión de trabajo disponible en la alimentación.

Después de que se ha liberado la presión en el cilindro por medio de la válvula de paso, el muelle incorporado, hace que el émbolo vuelva a su posición original. Los cilindros de simple efecto son alimentados con aire comprimido por un solo lado, por lo que únicamente pueden trabajar en una dirección. Debido al muelle incorporado la carrera debe ser relativamente corta. El orificio de escape no debe de cerrarse para que no forme sobrepresión en la cámara del vástago, durante su salida.

2.1.2 Componentes de la alineadora

A continuación aparece una breve descripción de los componentes más importantes de la alineadora computarizada.

Cabezales. Los cabezales están compuestos por tarjetas electrónicas que son las encargadas de procesar la información que reciben de los sensores de

rayos infrarrojos que se encuentran montados en estos. Asimismo, en los cabezales se encuentran colocados los niveles de burbuja, que son niveles relativamente sencillos; estos están contruidos por medio de un pequeño tubo de vidrio que permite ver una burbuja que se forma dentro de un líquido encerrado en el tubo, cuando el operario coloca los niveles adecuadamente, puede empezar a realizar el trabajo con el equipo de la alineadora.

Equipo computarizado. El equipo computarizado consiste básicamente de los siguientes elementos:

- **CPU.** Es el encargado del control, flujo y cálculo de los resultados de toda la información que se introduce, por medio de los cabezales.
- **Teclado.** Permite la introducción y manejo de información del CPU
- **Monitor.** Permite la visualización del resultado del proceso
- **Impresora.** Imprime las gráficas de la información obtenida

Sistema de suspensión. Los accesorios y elementos que constituyen el sistema de suspensión son:

- Mangueras para conducción de aire comprimido
- Llave de paso, que controla la circulación de aire al sistema de suspensión. Esta llave es tipo globo.
- Cilindros de simple efecto, son los encargados de levantar el vehículo, constan básicamente de: camisa de cilindro, culata anterior y superior, embolo con vástago, juntas de estanqueidad, muelle de recuperación y cojinete.

2.2 Balanceadora computarizada

La balanceadora computarizada tiene por objeto, realizar el balance de masas en los aros de las llantas de los automóviles. El desbalance de masas en las llantas se deben a muchos factores, entre los más comunes se encuentran: desbalance por desgaste de neumáticos y desbalance por golpes causados a los aros del automotor.

Si no se corrige el problema de desbalance puede traer graves consecuencias al sistema de suspensión y daños a cojinetes, por lo que es recomendable realizar el balanceo cada dos meses, cuando se realice cambio de neumáticos o cuando se realice la alineación de las llantas del automóvil.

El balanceo de masas se logra con la ayuda de la colocación de plomos, mismos que se consiguen en diferentes medidas de peso, la balanceadora realiza un análisis de la ubicación y medida de estos plomos en la periferia de los aros.

2.2.1 Funcionamiento de la balanceadora

La balanceadora tiene un funcionamiento bastante complejo, pues depende de los valores registrados en una pequeña computadora que está montada en el equipo.

Como primer paso, se coloca el aro con el neumático en el eje de la balanceadora, luego se ingresan tres valores que pide el sistema computarizado. El primer valor es la distancia que existe entre la balanceadora y la orilla del aro, ésta es en centímetros y se realiza por medio de una regla con medidas que se encuentra montada en la misma unidad de balanceo.

El segundo valor es en pulgadas y es la medición del ancho del aro, esta medición se realiza con ayuda de un medidor de pinzas especial que está acoplado al equipo. Por ultimo se coloca la medida de rin del neumático.

Con esta información la computadora analiza el lugar donde debe ser colocados los plomos que ayudan a estabilizar la masa del aro, así mismo la computadora brinda el dato del peso que necesita, ya que los plomos tienen diferentes medidas, que son necesarias para cumplir con su función.

El sistema de freno consiste en una faja que está acoplada a un pedal, el que puede ser presionado para detener el giro libre del eje, esto permite colocar el aro en las posiciones deseadas para facilitar la colocación de los plomos.

2.2.2 Componentes de la balanceadora

Eje balanceado. Este es el eje donde se montan los aros con sus respectivos neumáticos. Este eje tiene características de balanceo y alineación de precisión, se acopla a un sistema que envía una señal a la computadora donde se registran los desvalances detectados en los aros. El eje también está conectado al sistema de frenado, que impide su libre giro cuando el operador así lo necesite.

Sistema computarizado. Este viene montado en el tablero del equipo y consta de circuitos electrónicos que permiten realizar el análisis de la información obtenida a través de la señal que envía el eje balanceado. El equipo computarizado procesa esta información y la compara con valores pre establecidos para tal efecto, lo que da como resultado la ubicación y el peso del plomo que debe colocarse en el neumático analizado.

La alimentación del sistema computarizado puede realizarse por medio de un transformador conectado a la alimentación de 120 voltios de corriente alterna, este transformador alimenta el sistema en 12 voltios de corriente continua, además cuenta con un sistema de emergencia en el que se colocan 8 baterías de 1.5 voltios, las que entran a funcionar en casos de cortes de energía.

Sistema de frenado. Este sistema consta de una faja acoplada a un pedal y al eje balanceado, cuando éste es presionado evita el giro libre del eje. Este se utiliza para facilitar la colocación de los plomos en los aros sin necesidad de desmontarlos del eje.

2.3 Rectificadora de frenos

La rectificadora de frenos es una máquina que se utiliza para realizar la rectificación, tanto de discos, así como de tambores para frenos, ya que dichos elementos sufren de deformaciones provocadas por el calentamiento excesivo producido en los frenos, este efecto se deriva de la fricción de los elementos de estos mecanismos.

2.3.1 Funcionamiento de la rectificadora de frenos

La rectificadora de frenos es básicamente un torno, el cual funciona por medio de un motor eléctrico de tipo monofásico, este transmite el movimiento por medio de un juego de poleas a un sistema de engranes que se encuentra en la bancada del equipo, este sistema de engranes produce el movimiento del eje principal del torno, lugar donde van montadas las piezas a trabajar. Para realizar el trabajo de desbastado y refinado de la superficie de los discos o tambores, es necesario el uso de un carrito transversal que es el lugar donde se

colocan las herramientas de corte o buriles. Este carrito está montado también sobre la bancada o cuerpo del torno y puede ser ajustado para que funcione de forma manual o automáticamente, en el último caso con ayuda de un sistema de mecanismos de cilindrar o roscar, accionado por medio del mecanismo principal. El carrito transversal nos permite realizar los movimientos de avance y de penetración o ajuste.

La velocidad del eje principal, donde va colada la pieza a trabajar, puede variarse por medio de un juego de poleas y fajas que se encuentran en la parte trasera del equipo, pudiendo variarse la velocidad del eje a 105 ó 160 revoluciones por minuto. La velocidad menor es utilizada para el desbastado del material y la mayor para el afinado del mismo.

Al mismo tiempo también existe una palanca que realiza el embrague del sistema de avance del carrito porta herramienta, el cual puede ser puesto a funcionar para desbastado de material a una velocidad de avance de 0.125" por revolución o bien para afinado a una velocidad de avance de 0.05" por revolución.

El mecanismo donde va montada la herramienta de corte, permite la adaptación de dos tipos de sujetadores de buriles, uno se utiliza en tareas de rectificado de tambores, el cual es un trabajo de rectificado interno, y el otro para discos o trabajo de rectificado externo en dos caras.

Además todo el equipo cuenta con calibradores, tanto en el mecanismo donde va montada la herramienta de corte o buril, así como en el carrito portaherramientas de movimiento transversal.

Para finalizar, debe mencionarse la existencia de una lámpara de iluminación directa, la que ayuda a ejecutar las mediciones necesarias para realizar un rectificado de calidad. Esta lámpara utiliza una bombilla incandescente y tiene un interruptor independiente al demás equipo.

2.3.2 Componentes de la rectificadora de frenos

La rectificadora de frenos se puede dividir en cuatro grandes grupos que son los que se describen a continuación.

Cuerpo principal o bancada. En éste, se encuentra el sistema de engranes y elementos necesarios para realizar la conversión de velocidad del motor eléctrico y la transmisión de potencia, así como el sistema que embraga con el carrito transversal para efectuar su funcionamiento automático. Dentro del cuerpo principal se alberga gran cantidad de elementos que necesitan especial atención con respecto a su lubricación, por esto el cuerpo principal está herméticamente cerrado y es necesario utilizar empaques para que el lubricante no escape de este. El tipo de lubricación que utiliza esta parte de la maquinaria es por salpicadura de los elementos, por lo que es importante realizar revisiones continuas del nivel de lubricante en el sistema.

Carrito de movimiento transversal y porta herramienta. En esta parte del equipo encontramos diferentes elementos que ayudan tanto a la calibración del porta herramienta de corte, así como al movimiento automático del carrito por medio de un sistema de transmisión por engranes.

Motor y sistema de protección de transmisión. En esta sección se encuentra básicamente un motor eléctrico monofásico que trabaja a una tensión de 115/230 V y 60 Hz. Este es el órgano principal del equipo, la transmisión de potencia se realiza desde el eje del motor hasta el sistema de engranes del cuerpo principal por medio de un sistema de poleas y faja, que además también sirve para variar la velocidad de trabajo del eje principal del equipo de rectificación de frenos. En esta parte del equipo también viene colocado un resguardo que impide el contacto directo con el sistema de poleas y faja, esto para evitar posibles accidentes.

Por otra parte, también viene montado sobre el chasis, el sistema de iluminación, que consiste en una lámpara de tipo incandescente que ayuda a tener una mejor visión en los trabajos de rectificación que se realizan con el equipo.

Mecanismo portaherramientas. Este es un conjunto de mecanismos, que hacen posible la colocación de la herramienta de corte sobre éste. Además las herramientas de corte utilizan adaptadores para ser utilizados ya sea, en la rectificación de discos, o bien, para rectificación de tambores para freno. El mecanismo portaherramientas se puede desmontar con facilidad del equipo, por lo que es aconsejable quitarlo después de haber terminado de efectuar cualquier tarea.

2.4 Equipo de limpieza de motores

El equipo de limpieza interna de motores, es utilizado para realizar la limpieza del sistema de inyección de automóviles y la descarburización del motor. Cuando se realizan las tareas anteriormente mencionadas se obtienen las ventajas siguientes:

- Limpieza de sensores de oxígeno, ya que estos se encargan de enviar la señal de la composición de los gases de escape del automóvil, si su funcionamiento es defectuoso provoca análisis de información incorrecta; Esto da por resultado una mala dosificación de la mezcla aire combustible necesaria para la combustión en los cilindros del automóvil.
- Alarga la vida útil de inyectores y sistema de inyección del automóvil.
- Ayuda a un mejor trabajo del catalizador.
- Quita todos los depósitos de carbón que se producen dentro de los cilindros del motor del automóvil, a consecuencia de la explosión de la mezcla aire combustible en la carrera de trabajo, lo que ayuda prevenir efectos de detonación por disminución de la relación de compresión en este volumen.
- Ayuda a limpiar el carburador en automóviles que no sean de sistema inyectado.
- Da mayor vida al motor, ya que limpia los sistemas de sellado del pistón. Esta limpieza produce el desprendimiento de Carbón tanto en las paredes del cilindro del pistón, la cabeza del pistón así como en los anillos de éste.

Además, también este equipo sirve para realizar pruebas de presión para la bomba de combustible del automóvil, pudiendo determinar si ésta funciona en un rango aceptable de trabajo o si es necesario el cambio de la misma.

2.4.1 Funcionamiento de Equipo de limpieza de motores

Para explicar el funcionamiento del equipo de limpieza de motores es necesario dividir los tipos de trabajo que este realiza en:

Limpieza del sistema de inyección. El equipo de limpieza de motores se conecta al riel de inyección, mismo que es encargado de llevar el combustible a los inyectores que dosifican la cantidad de mezcla aire combustible a los pistones del motor.

Una vez conectado el sistema de distribución de combustible, se hace funcionar una pequeña bomba contenida en el equipo de limpieza de motor. Esta bomba funciona por medio de corriente continua de 12 voltios y éste suministro de energía se consigue al conectar el equipo de limpieza a la batería del automóvil al que se le está prestando este servicio.

Al activarse el sistema de bomba, por medio del interruptor general del equipo y por medio de un interruptor de tiempo o *timer*, instantáneamente empieza a funcionar un ventilador instalado en el equipo de limpieza, el cual se encarga de eliminar el calor dentro del mismo. Al mismo tiempo, se hace encender el motor del automóvil, entonces en este momento empieza a circular una mezcla de combustible y un aditivo de limpieza que se coloca dentro de un recipiente que se encuentra dentro del cuerpo del equipo de limpieza. Esta mezcla circula entonces por el sistema de inyección, pasa a través del riel de inyección y los inyectores, realizando la primera fase de limpieza. La segunda fase de limpieza empieza en el momento en el que la mezcla es quemada en el cilindro del pistón, ya que el aditivo de limpieza que está mezclado con el combustible, realiza la labor de limpieza por medio del

desprendimiento de depósitos de carbón, que se encuentran en el cilindro, la cabeza del pistón y los anillos. Estos residuos de carbón son expulsados por medio del sistema de escape, ya que los mismos son sacados en la carrera de escape del pistón y forman parte del gas de escape.

Luego de realizar la circulación del combustible, a través del riel de inyección, la mezcla que no fue utilizada regresa al depósito del equipo de limpieza, siendo antes filtrada por medio de un filtro colocado en el equipo, de esta forma se realiza la extracción de partículas de suciedad extraídas del sistema de riel de inyección, luego de ser filtrada la mezcla entonces ingresa al depósito para realizar un nuevo ciclo.

Regularmente se necesita realizar esta limpieza en un periodo de 30 minutos, pues esto garantiza la limpieza completa del sistema mencionado. La programación del tiempo requerido se realiza por medio del timer del equipo. Además para realizar las diferentes salidas y retornos del equipo y conectarlo al circuito de inyección del automóvil es necesario utilizar adaptadores diseñados especialmente para tal efecto.

En resumen, podemos decir que el equipo hace la función de la bomba de inyección, haciendo pasar una mezcla con un aditivo especial para limpieza por el sistema de inyección del automóvil, limpiando de esta forma los elementos que encuentra a su paso, librándolos de partículas de suciedad y carbón.

Limpieza de sistema de distribución con carburador. Por medio del equipo de limpieza de motores, también es posible realizar servicio de limpieza a sistemas de distribución de combustible convencional o con carburador. Para esto es necesario conectar una única entrada al equipo, la cual proveerá la mezcla combustible- aditivo de limpieza, en este caso se acciona la bomba

tanto del equipo como la del automóvil. La mezcla entra al circuito de distribución y es dirigida al carburador, donde al pasar por este, se produce la limpieza del mismo. Luego de realizar la mezcla de aire combustible pasa al resto del sistema donde sigue realizando su labor de limpieza, hasta que todas las impurezas son expulsadas por medio de los gases de escape.

Prueba de presión de la bomba del sistema de inyección del automóvil. En ocasiones el automóvil presenta síntomas de problemas en el sistema de inyección del combustible, es común creer que el problema se debe a los inyectores o bien al desperfecto de la computadora que dosifica la mezcla de aire combustible en los automóviles. La prueba de presión de bomba, sirve para detectar posibles problemas de mal funcionamiento propiamente en la bomba del sistema de inyección. Si después de haber realizado esta prueba se comprueba el buen estado de la bomba, entonces se realiza la inspección de los primeros componentes mencionados.

Para esta prueba se conecta la bomba de combustible al equipo de limpieza, y luego este se conecta a los demás elementos del circuito. Una vez conectado el circuito entonces se arranca el vehículo, en ese momento empieza a circular el combustible por la bomba de inyección, a través del equipo de limpieza y a los inyectores. Cuando el flujo de combustible pasa a través del equipo de limpieza entra a un manómetro, que registra la presión con que está siendo expulsado el combustible a la red de distribución. Luego se compara los valores obtenidos con los valores especificados para las diferentes marcas de automóviles, estos se encuentran en manuales que se encargan de recabar este tipo de información. Si se detecta mucha pérdida de presión en la bomba, es aconsejable el cambio de la misma. En esta prueba de presión, el equipo básicamente funciona como un manómetro conectado a la salida de la bomba que mide la presión de trabajo de esta.

2.4.2 Componentes del equipo de limpieza de motores

Los principales componentes del equipo de limpieza de motores son los que aparecen a continuación:

Tanque con indicador e interruptor de flote de nivel. En éste tanque, se realiza la mezcla de combustible y el aditamento de limpieza, éste contiene a su vez un medidor de nivel de tipo visual de cristal transparente, así como un flote que sirve de interruptor automático para cuando el tanque está llegando a su nivel mínimo, al mismo tiempo este flote envía una señal a una bocina o zumbador que sirve de alarma para que el operario sepa el momento en el que se detiene el equipo de limpieza de motor.

Sistema de bombeo. Está compuesto por la bomba, un regulador de presión, un interruptor de presión y un manómetro. La bomba está conectada a la alimentación de la batería del automóvil que se le está realizando el servicio, de esta forma queda alimentada, el regulador de presión es manejado por el operario desde la parte externa del equipo y éste se encarga de regular la presión de la bomba hasta que ésta trabaje por si sola con el sistema del automóvil, cuando se está realizando la limpieza del sistema de inyección. El interruptor de presión actúa como medio de protección para evitar que la bomba trabaje con posibles oscilaciones de presión. El manómetro sirve para realizar la lectura de la presión a la que trabaja la bomba del equipo y también es el utilizado para realizar la prueba de presión de la bomba de inyección de los automóviles.

Sistema eléctrico. Consta básicamente del cableado de alimentación de bomba y dispositivos eléctricos conectados al equipo, entre los que podemos mencionar el interruptor general del equipo, un interruptor de tiempo o *timer*, un ventilador y las luces indicadoras de funcionamiento de circuitos. El interruptor general tiene la función de abrir o cerrar la alimentación de corriente proveniente de la batería conectada al sistema. El *timer* permite que el equipo funcione en rangos de tiempo predeterminados, es de suma importancia establecer un tiempo definido de trabajo en el *timer*, ya que de lo contrario el equipo no enciende, aún si se activa el interruptor general del sistema. El ventilador es accionado automáticamente por el interruptor general, este funciona por medio de la energía proporcionada por la batería y tiene como función principal realizar el enfriamiento y ventilación de los componentes del equipo de limpieza de motores. Para finalizar también se encuentran luces indicadoras, que encienden cuando el equipo está funcionando.

2.5 Compresor

El compresor es una máquina que tiene por objetivo lograr dirigir el aire atmosférico del ambiente, incrementando su presión y en suficiente cantidad a un sistema de distribución de aire. Este aire forzado sirve para hacer funcionar equipos y herramientas diseñadas con sistemas neumáticos que aprovechan las ventajas del aire a presión. El aumento de presión se produce cuando se fuerza aire atmosférico dentro de una cámara de espacio confinado, reduciendo su volumen, lo cual incrementa su presión.

Entre los compresores de desplazamiento positivo se encuentran los de émbolo, los ventiladores compresores y los ventiladores no compresores. Entre los compresores dinámicos están los centrífugos de flujo radial, los de flujo axial y los compresores de flujo mixto. Generalmente en el medio guatemalteco se

utilizan compresores de pistón o émbolo de potencias no mayores de veinte caballos; más arriba de estas potencias se encuentra la aplicación de compresores tipo tornillo que son catalogados como ventiladores de desplazamiento positivo. En los talleres de la pequeña y mediana industria se encuentra comúnmente el uso de compresores de pistón lubricado con aceite, en los hospitales se utilizan compresores de pistón con anillos de teflón y sin lubricación de aceite.

2.5.1 Funcionamiento de compresor

Un compresor reciprocante está compuesto por un cilindro dentro del cual el gas es comprimido por un pistón que efectúa un movimiento reciprocante en dirección axial. El aumento de presión se consigue mediante una reducción del volumen. La admisión y la descarga del gas se hacen a través de válvulas automáticas, las cuales se abren únicamente cuando existe una diferencia de presión adecuada a través de la válvula. Las válvulas de admisión se abren cuando la presión en el cilindro es ligeramente menor que la presión de admisión. Las válvulas de descarga se abren cuando la presión en el cilindro está un poco por encima de la presión de descarga.

Los compresores reciprocantes de pistón generalmente se construyen de una o dos etapas. El termino dos etapas, se refiere a que los cilindros están proporcionados de acuerdo con la relación de compresión total; La segunda etapa es menor que la primera debido a que el gas, habiendo sido ya parcialmente comprimido y enfriado, ocupa menos volumen que en la primera etapa de admisión.

2.5.2 Componentes de compresor

A continuación aparece un listado de los componentes principales de la unidad de compresión y una breve descripción del funcionamiento de cada uno de ellos:

Cabeza compresora. Recibe el nombre de cabezal, todos los cabezales traen sus camisas de acero por dentro independientemente del material con que estén construidas (hierro fundido, aluminio o antimonio). Las cabezas compresoras pueden ser movidas por diferentes medios, ya sea por un motor eléctrico, que es lo más común, o bien por un motor de gasolina.

Motor. Es utilizado para mover las cabezas compresoras, puede ser tipo eléctrico o de gasolina. Entre los motores eléctricos se encuentran los de tipo trifásico y monofásico. Ya que el motor monofásico necesita condensadores de arranque o marcha, presenta un problema de mayor volumen comparado con el motor trifásico. Con los motores de gasolina existen limitantes con respecto a su tamaño por la transportación, la vibración, etc., factores importantes a considerar dependiendo de la obra o aplicación del compresor.

Depósito o tanque de almacenamiento. Este depósito garantiza que siempre exista una reserva de aire para el sistema y evita que el compresor cicle frecuentemente. Los tanques pueden ser de tipo vertical u horizontal. Es importante que el tanque contenga información de la máxima presión a la que trabaja, para evitar explosiones cuando se realicen labores de soldadura por reparación del mismo.

Válvula de cheque. Sirve para retener el aire en el depósito o tanque y está entre el compresor y el tanque, conectado por medio de tubería especial, la cual a su vez disipa el calor.

Interruptor automático de presión. Controla los arranques y paros automáticos del compresor. Funciona por medio de una presión que dilata un diafragma que está conectado con los platinos o contactos eléctricos del interruptor. La mayoría de los interruptores de presión traen tornillos de ajuste para graduar el rango de presión en el que se desea trabajar.

Arrancador magnético. Es un interruptor especial, que puede soportar altos amperajes. Cuando se energiza una bobina magnética, esta junta los contactos principales conectando de esta forma la línea de alimentación eléctrica con el motor.

Manómetro. Indica la presión interna del compresor.

Válvula de seguridad. Se utiliza para aliviar la presión en caso de que falle el interruptor de presión. Este consta básicamente de un muelle que se acciona por la sobrepresión a la cual viene determinado.

Válvula purgadora de condensados. Esta válvula se abre manualmente todos los días que se utilice el compresor, para eliminar el agua condensada que se almacena al tanque.

Llave de paso de salida. Controla el paso de aire, generalmente se usan llaves de globo. Esta llave se cierra cuando se hacen instalaciones en la línea o en casos de emergencias.

Amortiguadores. Tienen por objetivo amortiguar las vibraciones producidas por la máquina, para evitar daños al compresor o a máquinas cercanas a este, evitando un posible efecto de resonancia.

2.5.3 Sistema de distribución de aire comprimido

Se le llama sistema de distribución de aire comprimido, al conjunto de accesorios que son necesarios para transportar el aire, desde la unidad de compresión hasta los equipos o herramientas que aprovechan la energía del aire generado, para su respectivo funcionamiento. A continuación aparece un listado detallado de todos los accesorios que se utilizan en la construcción de un sistema de distribución de aire comprimido:

2.5.3.1 Accesorios de la red de distribución de aire comprimido

El sistema de aire comprimido con que cuenta actualmente la empresa el Ingenio, S.A., es de tipo abierto, esto debido a que los puntos de uso son pocos y el compresor se encuentra cercano a ellos. Una de las ventajas principales de este tipo de circuito es que se pueden instalar filtros y reguladores sobre la línea principal ya que el flujo existente circula en una sola dirección, permitiendo mantener la línea principal más limpia. A continuación aparece un listado detallado de todos los elementos que componen la red de distribución de aire comprimido.

Válvula. Es un mecanismo utilizado para interrumpir o regular el flujo o como un dispositivo que evita sobrecargas de presión en los depósitos o en el compresor. Para sistemas de distribución de aire comprimido pueden dividirse en dos grandes grupos:

- Válvulas de abastecimiento
- Válvulas de seguridad

Las válvulas de abastecimiento son utilizadas para controlar el flujo de aire en las líneas de distribución del sistema, comúnmente se encuentran tres tipos: Válvulas de compuerta, válvulas de globo y válvulas de diafragma. Las válvulas de compuerta regularmente se usan donde se requiere de flujo completo y cuando la misma debe permanecer continuamente abierta o cerrada. La válvula de globo se emplea cuando se requiere de un estrangulamiento del flujo o en casos en los que se necesita abrir o cerrar el flujo con frecuencia. El tercer tipo, la de diafragma, es utilizada en instalaciones en las que se requiere que las válvulas presten la menor resistencia al flujo de aire para evitar las pérdidas de presión y al cerrarse se obtenga hermeticidad para evitar fugas.

Las válvulas de seguridad están diseñadas de tal forma que permiten el control de sobrecargas de presión dentro del sistema de aire comprimido. Este último tipo de válvulas está instalado generalmente en el depósito de aire. En los compresores de etapas múltiples pueden estar instaladas entre etapas. Su función está basada en la tensión de un resorte que presiona una válvula de cierre. Cuando la presión en el sistema sobrepasa la tensión del resorte, la válvula se abre, dejando escapar el aire hasta establecer la presión del sistema. La tensión del resorte es graduada por un ajuste, para la presión deseada.

Accesorios. En toda instalación de tuberías es necesario el uso de diferentes accesorios, para poder adaptar las tuberías a las condiciones físicas del edificio o para hacer las tomas hacia los diferentes puntos de servicio.

Los accesorios son suministrados para uniones roscadas o por medio de bridas. En esta investigación nos limitaremos a considerar solamente uniones roscadas, ya que la utilización de bridas se justifica para tuberías de diámetros mayores a 4 pulgadas. Los accesorios más utilizados en las líneas de distribución de aire son: Codos; Téés; Reducidores; Acoples, entre los que se incluyen uniones universales, uniones, niples, etc.

El material más utilizado en la construcción de los diferentes accesorios es el hierro galvanizado, aunque también en algunos casos puede encontrarse de cobre. Se recomienda que los accesorios sean del mismo diámetro de la tubería y que los codos sean de curvatura grande, para evitar pérdidas provocadas por fricción.

Acoples rápidos. Los acoples rápidos se utilizan en instalaciones donde se requiere la movilización de herramientas continuamente o donde se utilizan diferentes herramientas en un mismo punto, ya que tienen la ventaja de poder realizarse la conexión y desconexión de dispositivos teniendo presión en la línea, pues cuentan con un dispositivo que cierra automáticamente el paso de aire al desconectar el equipo.

La conexión en este tipo de acoples se realiza en forma simple, pues únicamente se introduce el macho o enchufe en la hembra o válvula ejerciendo una ligera presión sobre el enchufe. Para la desconexión únicamente se hala el casquillo exterior de la válvula en el mismo sentido de extracción del enchufe.

Sellantes. Los sellantes tienen la función de no permitir los escapes de aire en los accesorios. A pesar de que la tubería roscada permite un buen sellado, se recomienda el uso de un sellante para garantizar la hermeticidad de las uniones. El sellante que es más utilizado en la actualidad es la cinta plástica de teflón.

Filtros. La función de los filtros, es la eliminación de impurezas que presenta el aire, estas pueden ser: polvo, sólidos abrasivos y condensados.

En un sistema de aire comprimido se utilizan dos tipos de filtros:

- Filtros de admisión
- Filtros separadores

Los filtros de admisión, evitan que las partículas de polvo y otros sólidos abrasivos presentes en el aire puedan mezclarse con el aceite lubricante y produzcan un excesivo desgaste en las partes mecánicas. Entre las condiciones básicas que deben reunir un filtro de admisión están:

- Alta capacidad para remoción de materiales abrasivos, incluyendo partículas muy pequeñas.
- Buena capacidad de acumulación, sin una significativa disminución de eficiencia de filtrado.

Entre los tipos de filtros de admisión más utilizados podemos mencionar: Filtros de papel, de laberinto impregnados en aceite, de fieltro y con baño de aceite.

Los filtros separadores, son colocados en las líneas de distribución de aire, para evitar que el aceite emulsionado proveniente del compresor, pueda formar depósitos de una sustancia viscosa similar a barniz, que daña las herramientas y equipos. Además puede tenerse presencia de polvo o sustancias sólidas no detenidas en la fase de admisión, las que pueden formar costras en las tuberías, lo que crea pérdidas de presión e inclusive obstrucción de líneas. Un buen filtro separador debe poseer las siguientes características:

- Eficiente remoción de líquidos y partículas sólidas
- La necesidad de observar el estado de la línea y proveerla de un drenado y limpieza eficiente.
- El porcentaje de flujo debe de considerarse antes de determinar el tamaño del tubo, ya que si el filtro es demasiado grande, la velocidad del aire será muy baja para lograr el funcionamiento óptimo del mismo. En caso contrario, si el filtro es demasiado pequeño, se corre el riesgo de tener una alta caída de presión, debido la restricción del flujo.

Los filtros separadores, pueden tener un sistema de drenado manual o automático; se puede encontrar filtros con carcasa metálica o de plástico transparente. Para un mejor control del líquido, se prefiere que el drenado sea tipo manual de plástico transparente.

Manómetros. Todos los sistemas de aire comprimido deben de contar con un control visual de la presión. Generalmente se utilizan manómetro de tipo de resorte, en los cuales la lectura de la presión se da por medio de una aguja que actúa sobre una escala graduada. El principal criterio para la elección de un manómetro, es que la lectura no debe pasar de la mitad del campo de lectura, esto para garantizar la durabilidad del mismo y que este no este trabajando en

condiciones de esfuerzo. Las herramientas neumáticas y actuadores usan en promedio, presiones de 90 psi.

Reguladores de presión. Todas las herramientas neumáticas deben de trabajar a presiones recomendadas por el fabricante para que su rendimiento sea óptimo. Para poder proporcionar la presión requerida, es necesario utilizar reguladores de presión, estos se encargan de mantener constante el flujo de aire, sin importar que en la tubería principal se tengan fluctuaciones.

Los reguladores de presión están compuestos principalmente de un diafragma flexible, que controla una válvula por medio de una espiga o de un resorte que es presionado contra el diafragma por la acción de un tornillo regulador. Cuando el tornillo está completamente libre, no se aplica ninguna carga contra el resorte y se cierra la válvula de paso. Al ir apretando el tornillo se va aplicando una carga sobre el resorte, la que es transmitida a la válvula por medio del diafragma, forzándolo a comprimir el resorte hasta que la carga ejercida sea igual a la de la presión regulada, logrando de esta forma la estabilidad del flujo.

Los reguladores son fabricados generalmente con manómetro, lo que permite la determinación y el control de la presión deseada, y también son fabricados solamente como reguladores propiamente dichos.

Lubricadores. Muchos de los equipos y herramientas neumáticas, atendiendo condiciones de diseño, requieren de cierta lubricación, por lo que es necesario el uso de lubricadores en el sistema. El aceite proveniente del compresor es insuficiente e inadecuado para lubricar. Este tipo de aceite debe de drenarse antes del punto de utilización, ya que debido a la temperatura y al emulsionamiento dentro del compresor, pierde sus características lubricantes.

El funcionamiento del lubricador se basa en la igualdad de presiones dentro del depósito del lubricador y en la línea. Debido a un orificio que tiene el tubo de venturi del lubricador. Ésta presión eleva el aceite por un tubo de aspiración hasta una cámara colocada por encima del punto de goteo. A medida que el aceite va cayendo en el tubo de venturi y entra a la corriente de aire, se pulveriza y forma una neblina de aceite que es transportada al punto de uso, la velocidad de la alimentación es regulada por medio de un cuenta gotas, permitiendo de esta forma tener la alimentación apropiada según los requerimientos del equipo.

Elementos de conducción. En los sistemas de distribución de aire comprimido, se utilizan como medios de conducción dos tipos de conductores:

- Tuberías de metal
- Mangueras

Las tuberías más empleadas están construidas de acero o hierro galvanizado generalmente de cédula 80, dado que, tienen la ventaja de ser resistentes a la corrosión. También pueden utilizarse tuberías de cobre, pero su utilización es limitada, debido a que su costo es elevado y necesita de accesorios especiales. El uso de tubería de acero o hierro negro se limita a instalaciones grandes, donde se utilizan diámetros superiores a 4 pulgadas.

Las mangueras básicamente están construidas de un forro interior liso, resistente a la neblina de aceite, una capa intermedia resistente a la presión y de un forro externo flexible, que debe ser resistente a los solventes y a la abrasión. Entre los materiales más usados para la construcción de mangueras, encontramos el hule resistente a los abrasivos y a los solventes, y el plástico que presenta un rendimiento similar a las mangueras de hule, aunque este último es más sensible a trabajos rudos.

3 CONSIDERACIONES GENERALES ACERCA DEL MANTENIMIENTO

3.1 ¿Qué es el mantenimiento?

El mantenimiento se puede definir, como la serie de actividades que deben de realizarse, con el fin de conservar en óptimas condiciones los elementos físicos de una empresa (maquinaria, equipos, instalaciones, etc.), esto con el objetivo de operar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente, económico y especialmente para mantener constante el servicio que prestan y para el cual han sido creados.

En el mantenimiento existen dos objetivos fundamentales, el primero y de mayor importancia es: conservar el servicio que prestan los equipos, máquinas o instalaciones. El segundo objetivo, es la conservación y cuidado de los elementos mismos que constituyen a estos.

Estos dos objetivos no son independientes uno del otro, por lo que deben tratarse en forma conjunta; para cumplirlos debemos combinar en forma eficiente los siguientes factores:

1. Calidad económica del servicio
2. Duración adecuada del equipo
3. Minimización de los costos de mantenimiento

3.2 Tipos de mantenimiento

El mantenimiento, de acuerdo a su naturaleza y objetivos puede clasificarse en cuatro grupos:

- Mantenimiento curativo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo

El mantenimiento curativo es llamado también reparación de averías, este tipo de mantenimiento se da cuando existe algún paro debido a una avería en el equipo, la cual es necesaria de reparar inmediatamente. Este tipo de mantenimiento acarrea grandes pérdidas, dependiendo de la gravedad de la falla.

El mantenimiento predictivo es aquel que se basa en pruebas no destructivas, realizadas a los equipos con el fin de conocer el posible desgaste, las vibraciones, temperaturas, fracturas de una máquina o elemento de máquina.

Los dos anteriores mantenimientos son inaplicables en la empresa el Ingenio, S.A., ya que el mantenimiento curativo es el que se ha venido trabajando, por esta razón la empresa a sufrido de grandes pérdidas; al mismo tiempo, el equipo de la empresa, está catalogado como de bajo y medio mantenimiento, por lo que no es necesario invertir también en un mantenimiento de tipo predictivo.

A continuación aparecen detallados los tipos de mantenimiento que son los más recomendables para la empresa el Ingenio S.A.

3.2.1 Mantenimiento correctivo

Se entiende por mantenimiento correctivo, aquel tipo de mantenimiento que está encaminado a reducir y mejorar las condiciones insatisfactorias en maquinaria y equipos encontradas durante inspecciones del mantenimiento preventivo y cuando ocurran fallas. Sus funciones se pueden dividir así:

- Corregir las averías sistemáticas de maquinaria y equipo, aunque sea necesario para ello realizar cambios en los diseños o construcción de los mismos.
- Reacondicionar la maquinaria y el equipo de tal forma, que su funcionamiento permita obtener el máximo rendimiento.

3.2.2 Mantenimiento preventivo

Se puede definir al mantenimiento preventivo como, el conocimiento sistemático del estado de la maquinaria y equipo, para la planeación y programación previa de actividades, con el fin de evitar la mayor cantidad de daños imprevistos, disminuir los tiempos muertos de producción por fallas, considerando que los paros necesarios para esta acción, tenga la menor influencia posible sobre la producción.

Se sabe que cuando ocurre una avería, siempre es necesario realizar un mantenimiento correctivo. Con el mantenimiento preventivo, se busca minimizar la ocurrencia de fallas por medio de aplicación constante de un nivel de actividades recomendadas para prevenir dichas fallas.

3.2.3 Comparación entre mantenimiento correctivo y preventivo

Tanto para el mantenimiento preventivo como para el correctivo existen muchas actividades que deben planearse, programarse, controlarse y hacer productivas. Básicamente la diferencia entre estos dos tipos de mantenimiento radica en el tiempo de ejecución.

El mantenimiento correctivo es la actividad de reparar después del paro no previsto o bien es consecuencia de un paro programado, después de haber realizado una inspección a la maquinaria como parte de las revisiones de un programa de mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo es la conservación planeada del equipo y maquinaria, a diferencia del mantenimiento correctivo, el preventivo busca programar los paros por reparación en los momentos más oportunos o de menos impacto en la producción, evitando al máximo los paros por falla o avería en la maquinaria.

Aparentemente, el mantenimiento preventivo tiene muchas más ventajas que el correctivo pero la realidad es que no todas las plantas pueden obtener beneficios iguales. Cuanto más altamente mecanizada es una industria, más necesita de las ventajas del mantenimiento preventivo, pero debe tomarse en cuenta que no puede hacerse un mantenimiento preventivo a todos los equipos ni a todas las partes, puesto que sería sumamente engorroso y difícil de llevar a cabo.

Por lo tanto se realiza una selección del equipo que por sus condiciones sea el más crítico y necesita de una mayor atención por parte del departamento de mantenimiento.

A continuación aparece un listado de ventajas y desventajas que plantea un programa de mantenimiento preventivo:

Ventajas

- Disminuye el tiempo ocioso, en relación con todo lo que se refiere a economías y beneficios para los clientes, debido a menos paros imprevistos.
- Menor número de reparaciones en gran escala y menor número de reparaciones repetitivas, por lo tanto, menor acumulación de fuerza de trabajo de mantenimiento y del equipo.
- Menor número de servicios rechazados o deficientes, menos desperdicios, mejor control de calidad, debido al correcto funcionamiento del equipo.
- Reducción de los costos de mantenimiento, de mano de obra y materiales.
- Con un adecuado mantenimiento, el equipo se conservará en óptimas condiciones de trabajo, permitiendo que los servicios continúen sin interrupciones. Los niveles de productividad subirán considerablemente.
- Las personas que trabajan con este equipo se sentirán mas satisfechas y trabajarán con un alto grado de motivación.

- Al reducirse la improductividad de los equipos, los costos por máquinas se reducirán también, pudiéndose fijar precios más competitivos.
- En cuanto al inventario se refiere se podrá establecer fácilmente la cantidad máxima y mínima de repuestos, lo cual es más racional. Se podrán adquirir los repuestos con la debida anticipación.

Desventajas

- No todas las empresas están preparadas para el cambio. Si un análisis muy objetivo del programa le da íntima convicción de que no es el momento oportuno, es preferible posponer la decisión.
- Todo cambio del sistema produce problemas y traumas, estos deben de ser enfrentados y resueltos en la primera fase.
- El principal problema que se encuentra cuando se introduce un programa de mantenimiento preventivo, es el hecho de un aumento en los costos del mantenimiento general puesto que en las primeras revisiones se encuentran fallas que deben ser corregidas, el consumo de repuestos se eleva, al igual que los tiempos de parada. Entonces se sumarán simultáneamente los costos de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Si el equipo ha sido manejado tradicionalmente basado en el mantenimiento correctivo, lo más probable es que se encuentre en un estado de deterioro bastante lamentable, y por lo tanto, la introducción del mantenimiento preventivo será más difícil.

- En una empresa que no sea de proceso, sino de tareas individuales, por secciones o por máquinas muy concretas, la introducción del programa de mantenimiento preventivo puede causar muchas dificultades y tener muchos tropiezos.

3.2.4 División del mantenimiento preventivo

3.2.4.1 Programa de visitas

Sirven para comprobar el estado del equipo, por medio de inspecciones periódicas que no involucran ninguna operación de desmontajes.

Una consecuencia de las visitas son las revisiones, básicamente son iguales que las visitas, pero con la diferencia que en las revisiones sí se realizan operaciones de desmontaje parcial o total de elementos.

3.2.4.2 Correcciones programadas

Las correcciones programadas también son llamadas actividades correctivas programadas y en la mayoría de los casos es una consecuencia de haber realizado un programa de visitas o revisiones, en el cual se determinó la necesidad de reparar o reponer algún elemento del equipo.

3.2.4.3 Actividades de lubricación y limpieza

La actividad de lubricación, es la aplicación periódica de aceites y grasas, para evitar las fallas provocadas por desgaste prematuro de las piezas, debido a la fricción.

La lubricación es un punto fundamental en el mantenimiento preventivo, pues con una adecuada lubricación, se puede obtener muchos beneficios, entre los que se mencionan:

- Prolongación de la vida útil de maquinaria y equipo
- Reducción de costos de mantenimiento
- Reducción de paros imprevistos

Entre los objetivos de la lubricación de cualquier maquinaria o equipo se puede mencionar:

- Evita el contacto metal con metal directo, con lo que evita el desgaste prematuro y calentamiento de los elementos.
- El lubricante sirve como disipador de calor
- Sirve como agente anticorrosivo, al mismo tiempo que brinda limpieza sobre las superficies que es aplicado.

La limpieza es otro factor de alta importancia, ya que un equipo o maquinaria limpia, además de dar un buen aspecto, permite detectar con mayor facilidad las posibles averías y facilita así mismo el trabajo del personal de mantenimiento.

3.3 Consideraciones a tomar para que la implementación del programa de mantenimiento sea un éxito en la empresa

Para la implementación de un programa de mantenimiento son necesarias ciertas condiciones; quizá la más importante es la referente a la participación ideológica de todos los sectores involucrados en la marcha del programa. Es necesario un pleno conocimiento a nivel superior de la necesidad de su

implementación, además se necesita un profundo conocimiento del programa, de su metodología y su administración para poder obtener los resultados esperados, siempre buscando que todos los niveles involucrados tomen como propio el programa, convencidos de sus virtudes.

La implementación de un programa de mantenimiento debe ser en forma progresiva, por etapas, y de preferencia debe de empezar en una sección piloto. La sección o máquina escogida como piloto debe ser, en lo posible, aquélla que históricamente haya causado más problemas. El tiempo necesario para la implementación de un programa de mantenimiento, variará dependiendo del tipo de empresa en el que será implementado, más sin embargo, el tiempo prudencial para tal efecto debe variar en un rango de dos a tres años como máximo.

Es de suma importancia que durante la implementación de un programa de mantenimiento se tengan presentes las siguientes frases; la implementación de un programa de mantenimiento exige un cambio de mentalidad, una férrea voluntad de hacerlo y un sólido convencimiento de las bondades del sistema.

3.3.1 Requisitos para implementar el mantenimiento preventivo

Una vez realizado el estudio de factibilidad para la implementación del mantenimiento preventivo, si se concluye que se va a ejecutar, es necesario contar con los siguientes requisitos:

- Personal directivo capacitado para administrar el programa de mantenimiento.
- Personal técnico capaz de hacerlo funcionar

- Convencimiento pleno de todas las partes involucradas; deben estar convencidas de la eficiencia y bondades del programa.
- Recursos financieros para iniciar el programa de mantenimiento
- Un sistema de acopio y manejo de información adecuado
- Contar con un sistema de control para costos y actividades
- Todas las áreas productivas y administrativas tienen que estar dispuestas a colaborar en el desarrollo de las actividades.

3.4 Fuentes de información para implementar el mantenimiento preventivo

Al momento de efectuar la implementación de un programa de mantenimiento, deberá de efectuarse una primera programación, para la cual es indispensable contar con las siguientes fuentes de información.

3.4.1 Catálogos del fabricante

El catálogo del fabricante es un documento indispensable para poder implementar un programa de mantenimiento, este material sirve de apoyo al realizar tareas de mantenimiento correctivo o reparaciones. En los catálogos aparece información acerca de cada uno de los elementos que componen a la maquinaria y la forma en la que estos están montados en la misma, esta información puede utilizarse como una guía para que el técnico pueda realizar el correcto montaje de cada elemento de la maquinaria reparada.

3.4.2 Manuales del fabricante

Un manual del fabricante, es una herramienta de adiestramiento para que el personal utilice en forma adecuada el equipo a su cargo. La mayor parte de proveedores de maquinarias proporcionan manuales, aunque estos no cubren toda la información, son de gran ayuda en labores de mantenimiento del equipo. Es necesario que todos los trabajadores involucrados con el funcionamiento y mantenimiento de los equipos, cuenten con esta información.

3.4.3 Historial de fallas y averías

Este es un documento en el cual se anotan todas las fallas y averías de cierta trascendencia. Las fallas que se anotan en este documento, son aquellas que han generado ordenes de trabajo para realizar su reparación.

El objetivo de este documento, es tener un control de reparaciones que permita detectar fallas sistemáticas. La frecuencia de fallas en una máquina, también puede ser determinante para saber el momento oportuno de realizar labores de mantenimiento.

Otro dato que puede ser manejado en este historial, es la contratación de alguna empresa externa para reparación de maquinaria, ya sea fuera o dentro de las instalaciones de la planta, esto con el propósito de llevar un registro de datos como: trabajo realizado, materiales utilizados y costos.

3.5 Normas de seguridad para la ejecución de tareas de mantenimiento

Con frecuencia se incurre en el error de pensar que la actividad del departamento de mantenimiento se limita simplemente a realizar actividades de tipo curativo o reparación de todos aquellos equipos y/o máquinas que han sufrido daño o deterioro. Sin embargo también abarca actividades de diseño, corrección y prevención. De esta forma el departamento de mantenimiento velará por la preservación tanto de los bienes y/o recursos materiales de la empresa como de los recursos humanos de ésta. Asimismo, debe recordarse que la mayor parte de la labor preventiva de accidentes descansa en la implementación, establecimiento o mejora de algún procedimiento o proceso que implica en la mayoría de los casos, el aplicar una norma técnica que sólo puede llevarse a cabo, exitosamente, con la debida participación del departamento de mantenimiento y su equipo técnico, y aunque se considera que nunca podrá lograrse la seguridad absoluta, se tiene la certeza que siempre es posible efectuar alguna acción para mejorar la seguridad en cualquier ámbito de trabajo.

Al estudiar las causas de los diferentes accidentes ocurridos en la industria se sabe que la mayoría pudo haberse evitado y en todos ha existido deficiencia, subestimación, menosprecio o desatención en lo que se refiere a mantenimiento. Entre las principales causas de accidentes están:

1. Accidentes eléctricos: ocurren por deficiencia en instalaciones o sobrecargas en maquinaria o equipos.
2. Fuga de líquidos o gases peligrosos
3. Utilización de maquinaria en mal estado o sin protecciones

4. La carencia de utilización inadecuada de equipo de trabajo o de protección.
5. No apegarse a las políticas y recomendaciones sobre seguridad

El prevenir es mejor que combatir accidentes y en las industrias uno de los departamentos llamados a eliminar las diferentes causas de accidentes de una manera técnica y de mucha responsabilidad es el departamento de mantenimiento. La labor preventiva de este departamento se considera vital y necesaria debido a que la mayoría de instrucciones sobre seguridad son de carácter técnico y sólo puede ser llevada a la práctica con la participación de personal debidamente entrenado y calificado.

Cuatro son los puntos que el personal de mantenimiento y los responsables de la seguridad deben tener en cuenta para lograr el funcionamiento seguro de máquinas y equipos:

Capacitación. Las estadísticas referentes a accidentes en diferentes industrias reflejan que la mayoría de estos han sido provocados por personal nuevo que no tuvo un adecuado entrenamiento. Por esta razón es necesario que las personas reciban una capacitación acerca de los trabajos que realizarán en la empresa y sobre todo, el personal del área de mantenimiento, debe contar con el conocimiento necesario para realizar todas las tareas de reparación, diseño o reconstrucción de los mecanismos con que cuenta la maquinaria de la empresa.

Defensas y resguardos mecánicos. Todas las máquinas industriales contienen piezas que constantemente están en movimiento, las cuales deben de poseer sus respectivas defensas y resguardos con el objeto de disminuir o evitar el riesgo de que cualquier persona sufra lesiones. Esta responsabilidad debe de estar cubierta en primer lugar por el fabricante de la maquinaria o

equipo en su diseño original; en segundo lugar, por la empresa y su equipo técnico que son los responsables de instalar y mantener el equipo de acuerdo a normas y especificaciones del fabricante y en tercer lugar por el operario del equipo. Se ha notado de forma preocupante que aunque los equipos originales cuentan con sus respectivas protecciones, son los mismos operarios quienes eliminan estas defensas, bajo el pretexto de un mejor desempeño, lo cual no debe de permitirse.

Protección eléctrica. El principal riesgo eléctrico que enfrenta cualquier persona que esté relacionada con el manejo de maquinaria, es el de recibir una descarga eléctrica. Por esta razón toda la estructura de la máquina así como los controles eléctricos deben de estar conectados a una tierra física. Todos los equipos deben también de contar con un sistema de paro de emergencia, este sistema debe permitir que el equipo pueda ser detenido desde diversos puntos. Una última protección eléctrica la constituyen los micro interruptores que generalmente se colocan en lugares donde son accionados por los resguardos de la maquinaria, si el resguardo no está colocado en su lugar, el equipo no funciona, esto ayuda a proteger la integridad física de el personal encargado de la operación del equipo.

Equipo de trabajo adecuado. Muchos de los accidentes pueden ser evitados si los operarios y encargados de mantenimiento utilizaran su equipo de trabajo, el cual incluye: Uniforme, zapatos de seguridad, guantes, gafas, casco, etc. Es necesario que el uso de los equipos de trabajo sean implementados tanto para jefes, como para operarios.

3.5.1 Uso correcto de herramientas y equipos para la ejecución de tareas de mantenimiento

La experiencia demuestra que, debido a su uso frecuente y carácter aparentemente inofensivo, no se les presta la atención debida. Cualquier trabajador cree saber cómo se utilizan. Y ahí radica su peligrosidad.

Entre las causas de accidentes provocadas por el empleo de herramientas, se puede mencionar, como las más importantes:

- La baja calidad de las mismas
- La utilización de herramientas inadecuadas para el trabajo que se realiza.
- La utilización descuidada o inexperta (por desconocimiento) por parte del trabajador.
- El mal estado de la herramienta por falta de mantenimiento o por inadecuado transporte y almacenamiento.

A continuación se realiza un repaso de las herramientas más utilizadas, analizando el riesgo que conllevan y las medidas de prevención a aplicar en cada caso.

Clasificación de herramientas.

- Herramientas manuales
- Herramientas a motor ó equipos portátiles

Herramientas manuales. Ordenándolas de mayor a menor riesgo, se pueden clasificar de la siguiente manera.

- Herramientas de golpe (martillos, cinceles, etc.)
- Herramientas de corte (sierras, limas, formones, rascadores, cuchillos, cizallas de mano, hachas, tenazas, alicates, tijeras, etc.).
- Herramientas de torsión, (destornilladores, llaves, etc.)

Herramientas a motor o equipos portátiles. Las herramientas a motor están desplazando a las manuales por su mayor rentabilidad, implicando la aparición de nuevos riesgos para los trabajadores. En la actualidad las más empleadas son:

- Máquinas portátiles de herramienta rotativa: taladradoras, amoladoras, atornilladores de pernos y tirafondos, sierras circulares, pulidoras, atornilladores de tuercas, etc.
- Máquinas portátiles de percusión: pistolas clavadoras por impulsión, martillos neumáticos, grapadoras y clavadoras, etc.

Riesgos con herramientas manuales.

- Golpes y cortes sufridos en las manos o en otras partes del cuerpo producidos por la herramienta manual empleada (por contacto directo o por rotura de la herramienta).
- Lesiones oculares producidas habitualmente por la proyección de partículas o fragmentos.
- Lesiones osteomusculares por posiciones inadecuadas, esfuerzos o movimientos bruscos.

Riesgos con herramientas a motor o máquinas portátiles.

- Lesiones producidas por la fuente de alimentación de energía (electrocución, roturas o fugas en las conducciones de aire comprimido, fugas de fluidos a alta presión, etc.).
- Golpes y cortes sufridos en las manos o en otras partes del cuerpo producidas por la herramienta de corte empleada (por contacto directo o rotura de herramienta de corte.).
- Lesiones producidas por la proyección de partículas (especialmente lesiones oculares).
- Esguinces debidos a movimientos forzados o violentos y lesiones osteoarticulares debidas en general a las vibraciones.
- Lesiones diversas debidas al ruido
- Afecciones debidas al polvo producido e inhalado durante el trabajo

Recomendaciones para herramientas manuales. Al trabajar con herramientas manuales se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones.

1. Utilizar las herramientas adecuadas para cada tarea.

- No emplear nunca un destornillador como cincel, los alicates como martillo o la lima como palanca.
- Si se trabaja con electricidad emplear siempre herramientas con mangos aislantes
- En tareas realizadas en ambientes con riesgo de explosión, no utilizar nunca herramientas que puedan producir chispas.
- Emplear herramientas fabricadas con material adecuado a su función (acero, madera, nailon, etc.) y en su caso, que hayan sido tratadas para conseguir la dureza o temple adecuado.

2. Llevar las herramientas en forma segura.

- Con protección de filos y puntas
- Transportarlas siempre en estuche especial fijado en la cintura, nunca en el bolsillo, ni en las manos.

3. Poseer la instrucción adecuada para la utilización de cada tipo de herramienta.

4. Utilizar el equipo de protección individual adecuado al riesgo.

5. Mantenimiento en buenas condiciones.

- Eliminar antes del uso de las herramientas, las rebabas y filamentos que puedan desprenderse al golpear. Atención a las rebabas de las cabezas de los martillos; pueden desprenderse con facilidad e incrustarse en el ojo del trabajador con lesión grave.
- Mantenerlas bien afiladas
- Conservarlas limpias
- Cuidar que los mandos y asas estén bien fijados (cuando se requiera, con abrazaderas metálicas).
- Revisión periódica de recubrimientos aislantes
- Mantenimiento periódico del templado, etc.
- Reemplazarlas cuando no están en condiciones idóneas de uso

6. Almacenamiento ordenado y limpio en lugar seguro.

- Guardarlas en cajas o paneles donde cada herramienta tenga su lugar
- No dejarlas nunca detrás o encima de elementos móviles de máquinas e instalaciones, especialmente en altura.

Recomendaciones para herramientas a motor o equipos portátiles. Los equipos portátiles pueden clasificarse en eléctricos y neumáticos, a continuación aparecen las recomendaciones para el uso de cada uno de ellos:

Maquinas portátiles eléctricas. Toda máquina portátil eléctrica debe cumplir con las siguientes características:

- La tensión de alimentación de las herramientas portátiles de accionamiento manual no deberán exceder de 250 V.
- Las herramientas eléctricas portátiles utilizadas en talleres, serán de clase II (con doble aislamiento o aislamiento reforzado) debiendo estar grabado el símbolo sobre el aparato.
- No llevan línea o clavija de puesta a tierra
- Deben poseer un interruptor sometido a presión de un resorte que fuerce al trabajador a presionar constantemente el interruptor en posición de marcha (de esta forma se disminuye el riesgo de funcionamiento involuntario).

Las reglas de seguridad recomendadas para este tipo de equipo serán.

1. Antes de la acometida.

- Si la maquina es de clase I (Conexión a tierra, línea verde amarillo), el estado de la conexión de puesta a tierra.
- Si existen daños en el aislamiento del cable de alimentación (son peligrosas las reparaciones provisionales con cintas aislantes).
- Revisar el estado de la toma de corriente donde se conectará, la espiga y el interruptor del equipo.
- Que la carcasa de la herramienta portátil no tenga grietas o desperfectos y que las aperturas de ventilación estén totalmente despejadas.

2. En la acometida.

- Conectar el equipo eléctrico a un toma corriente que disponga de protección de interruptor de alta sensibilidad y contra sobre intensidades.

Continuación

3. Durante la ejecución del trabajo.

- No forzar al límite la máquina. Esto puede producir calentamiento excesivo al equipo con el consiguiente bloqueo. Esto puede provocar la rotura del equipo. Puede asimismo producirse un esfuerzo reactivo sobre el antebrazo del trabajador, con la consiguiente lesión.
- Evitar que los cables de alimentación entren en contacto con fuentes de calor o ambientes corrosivos que puedan dañar el forro de aislamiento.
- Si durante la utilización se percibe alguna anomalía, desconecte el equipo de la fuente de alimentación. Entre las anomalías más frecuentes podemos encontrar: Olores a quemado y aparición de humos en el interior de la máquina; aparición de chispas y arcos eléctricos; Sensación de hormigueo por descarga al tocar la carcasa de la máquina.
- Calentamiento excesivo del motor, cable o espiga
- Las máquinas eléctricas no deben ser expuestas al agua u otros líquidos si no poseen un grado especial de protección contra penetración de los mismos.

4. Al finalizar la tarea.

- Desconectar el equipo, tirando de la espiga nunca del cable.
- Guardar el equipo en su lugar, teniendo cuidado de dejar enrollado adecuadamente el cable de alimentación.

Máquinas portátiles neumáticas. Las herramientas se conectan a la instalación de aire comprimido por medio de mangueras flexibles. La energía es proporcionada por los compresores. Son herramientas que por si mismas no presentan grandes riesgos siempre que se sigan estrictamente las reglas de uso. Pueden ser utilizadas en atmósferas húmedas y de ahí su ventaja sobre las herramientas eléctricas. Los riesgos se derivan principalmente de la instalación de distribución de aire y en especial de su mantenimiento:

- Tuberías defectuosas
- Llaves de paso, válvulas en mal uso, grifos mal colocados
- Racores mal acoplados
- Órganos mal protegidos
- Proyección de partículas

Prevención de riesgos. Las normas de prevención para este tipo de equipo son las que aparecen a continuación.

1. Antes de la acometida.

- Instruirse en el empleo de la herramienta.
- Purgar las conducciones de aire.
- Verificar el estado de los tubos flexibles.
- Impedir bucles, codos o dobleces en los elementos flexibles que obstaculizan el paso libre de aire comprimido.
- Comprobar que la herramienta esté bien acoplada a la manguera por medio de resortes o pinza de seguridad, esto imposibilita que salga disparada como un proyectil.
- Los gatillos de accionamiento de las herramientas portátiles deben estar situados de manera que minimicen la posibilidad de un funcionamiento accidental de la misma y diseñados de modo que cierren automáticamente la admisión de aire cuando cese la presión ejercida por el operario durante el empleo intencionado.

2. Durante el empleo.

- Usar siempre guantes, gafas y botas de seguridad.
- Antes de abrir la llave de la manguera, cerrar la llave de aire de la herramienta.
- Verificar si existen fugas de aire en juntas, mangueras, tubos o acoplamientos defectuosos.
- No utilizar la manguera de aire para limpiar polvo lo quitar virutas de la ropa. No enfocar el aire jamás hacia otras personas y mucho menos hacia el rostro.
- No doblar la manguera para cortar el aire, cuando se deba cambiar la herramienta. Utilice siempre la llave correspondiente.

3. Después de la acometida.

- Cerrar la válvula de alimentación de aire del circuito.
- Abrir la llave de admisión de aire de la máquina para purgar el circuito.
- Desconectar la máquina.
- Separar con la mano la herramienta. Nunca hacerlo con la presión del aire.

Aún no trabajando, la herramienta neumática conectada a la máquina de aire es como una pistola. Cualquier movimiento accidental del gatillo o percutor de puesta en marcha puede activar la máquina. Por ello, siempre hay que usar los dispositivos de seguridad.

Para finalizar es importante seguir las recomendaciones que a continuación aparecen, independientemente de la fuente de energía con que se trabaje, podemos mencionar:

- Mantener siempre la máquina limpia de virutas. Podría bloquearse con riesgo de rotura. Por ejemplo, el bloqueo de la hoja de sierra en sierras circulares.
- Elegir, montar y emplear adecuadamente la herramienta para cada trabajo.
- No emplear las máquinas en posición forzada. Podrían provocarse lesiones osteoarticulares.
- Aplicar a la máquina el esfuerzo proporcional a la operación, y en posición estable al trabajador. Un esfuerzo excesivo en posición forzada, puede originar el bloqueo de la máquina y su reacción, con la probable pérdida de equilibrio del trabajador. Todo ello resulta especialmente peligroso en trabajos en altura, y mucho más si no está correctamente protegido.
- Usar gafas de seguridad en trabajos con desprendimiento de virutas, incluso antes de utilizar el arranque de la máquina, para evitar posibles proyecciones de restos que quedasen del trabajo anterior.
- Protegerse eficazmente las vías respiratorias en trabajos con desprendimiento de humos y polvo.
- Protegerse contra el ruido utilizando protección auditiva individual bien elegida y adaptada.
- No emplear nunca un equipo portátil sin conocimiento preciso de su uso y normas de prevención a respetar.
- En caso de funcionamiento defectuoso del equipo portátil, desconectar inmediatamente de su fuente de alimentación y revisarla para su reparación.

3.5.2 Uso de equipos de seguridad personal para realizar labores de mantenimiento

Dentro de cada programa de prevención y protección de accidentes es necesario el uso de equipo y prendas de protección personal. Son de una eficiencia real, aunque la mayoría de ellas causan un cierto grado de molestias. Pero definitivamente las ventajas que supone el uso de protección personal adecuada, superan por mucho a las molestias y los inconvenientes que estas puedan aportar.

Cualquier equipo de protección deberá de cumplir por lo menos con las siguientes condiciones:

1. **Que sean estandarizados.** Es decir que independientemente de la marca o fabricante respondan a un mismo nivel de protección. Generalmente se suele colocar un sello de garantía que respalde esta condición.
2. **De fácil manejo.** La utilización o colocación de algún determinado equipo de protección no debe conducir a complicaciones innecesarias, la utilización de un equipo de protección debería semejar el uso de cualquier prenda de vestir.
3. **Comodidad.** Los equipos de protección deben buscar al máximo la comodidad, esto se logra a través de un estudio especial respecto a tallas, materiales, diseños, etc.

4. **No deben de causar molestias en la ejecución de trabajos.** Un trabajador no debe de perder la destreza en las maniobras que ejecuta al utilizar equipo de protección.
5. **Mantenimiento sencillo.** Utilizar equipo de protección en malas condiciones es como no utilizarlo. El equipo en sí no debe ofrecer problemas en lo que se refiere a su mantenimiento o reposición.

Son muchos los equipos de protección personal que se usan en la actualidad, estos deberán ser utilizados de acuerdo a la tarea que se esté realizando. Entre los más utilizados se encuentran:

- **Lentes transparentes.** Utilizados para la protección del sentido de la vista, en actividades donde pueda ocurrir el desprendimiento de partículas a alta velocidad, mismas que puedan afectar a la persona que realiza la tarea, por ejemplo en trabajos donde se utilizan piedras de esmeril, o discos de pulir.
- **Caretas de Soldadura.** Sirven para la protección del sentido de la vista, tiene por objeto proteger de la irradiación de luz emitida por la soldadura y evitar quemaduras a ojos y rostro, ya que esto puede producir inclusive ceguera.
- **Guantes.** Los guantes son fabricados de diversos materiales, cada material se usa para una aplicación específica. Los guantes se usan en tareas en las que el usuario está expuesto a bajas o altas temperaturas, a químicos, contactos eléctricos, etc.

- **Mascarillas y filtros.** Protegen de inhalación de aire contaminado por partículas, polvos, nieblas, gases y vapores.
- **Cinturones.** Existen varios tipos de cinturones, los cuales son fabricados con materiales plásticos o de cuero. Básicamente son dos los tipos utilizados: Cinturones para realizar instalaciones a grandes alturas y cinturones para trabajos en los cuales se realiza fuerza, misma que puede afectar la columna vertebral del usuario.
- **Tapones para oídos.** Son utilizados en lugares donde el operario esté expuesto a fuertes vibraciones y por ende a ruidos que superan niveles de seguridad recomendados.
- **Cascos de protección.** Su función es proteger al usuario de golpes en la cabeza, pueden ser construidos de material metálico o de material plástico.
- **Trajes de protección.** Son trajes construidos de materiales especiales, que tienen por objetivo proteger al usuario de contactos con ambientes que pueden causarle problemas de salud, existen en varias tallas y los materiales de fabricación varían de acuerdo a su uso.

El anterior listado contiene los elementos de protección básicos recomendados para la seguridad del personal que esté a cargo tanto de la operación de la maquinaria así como de las tareas de mantenimiento de la empresa.

4. ELABORACIÓN DE MÉTODOS DE CONTROL

Se ha decidido que el tipo de programa de mantenimiento más recomendado para la empresa el Ingenio, S.A., sea el mantenimiento preventivo. Para que este programa funcione es necesario contar con un método de control. En el presente capítulo se estudiarán métodos de control propuestos para esta empresa y se propondrán formatos específicos para llevar el control de la información requerida.

Los métodos de control sugeridos sirven para detectar posibles fallas o errores cometidos en el desarrollo del programa de mantenimiento y basado en esto, poder determinar mejores alternativas de acción que permitan alcanzar o mejorar los objetivos planificados inicialmente.

4.1 Inventario de la maquinaria y equipo de la empresa

El inventario de equipos, comprende un listado completo de toda la maquinaria y equipo existente en la empresa, desglosando los mismos en sus elementos principales, en un grado de detalle que permita conocer las partes del equipo, sin complicarse en un sinnúmero de elementos no relevantes.

Se debe tener en mente que el inventario de equipos realizado, será la base de la codificación de equipos para utilizarla en archivos, órdenes, existencias y en general para determinar en el futuro fácilmente cualquier elemento de la planta por medio de su código.

Una vez elaborado el inventario de toda la maquinaria y equipo, se tiene la información completa para iniciar el trabajo de escritorio de la organización del mantenimiento. Con el inventario, se realiza la clasificación por sectores de la empresa y se realiza la codificación del equipo, en el grado de detalle deseado.

4.2 Fichas de identificación de la maquinaria

Las fichas de identificación de la maquinaria son necesarias para llevar un control eficiente del inventario de maquinaria y equipo de la empresa.

En las fichas de identificación de la maquinaria deberá incluirse toda la información que sea necesaria para la identificación de la misma. Entre los datos que aquí aparecen están: Nombre de la máquina, marca, fabricante, modelo, número de serie, representante comercial, características, ubicación, previsiones de mantenimiento preventivo, así como servicios y cualquier otro dato que sea de utilidad para identificarla y conocer sus necesidades.

4.3 Fichas de historial de maquinaria

La ficha de “historial de maquinaria”, es en resumen, la biografía del equipo. En ella se anotan todos los problemas y reparaciones que se han hecho en el equipo desde el momento de su instalación; deben aparecer desde reparaciones rutinarias hasta modificaciones o mejoras en el diseño del mismo.

En las fichas de “ historial de maquinaria” se puede obtener información sobre fechas y tipo de reparaciones efectuadas; cantidad, tipo y costo de repuestos utilizados; tiempo total utilizado en la reparación, este tiempo servirá de índice para el cálculo de costos indirectos de dicha reparación; se obtiene también el tiempo y costo de mano de obra utilizada. En resumen la ficha del

“historial de la maquinaria” permite en cualquier momento conocer el mantenimiento realizado al equipo en el pasado, con los costos directos involucrados en el mismo y ayuda a la estimación de costos indirectos de mantenimiento.

4.4 Requisición de materiales y repuestos

Este tipo de boleta sirve para realizar la solicitud de compra de materiales o repuestos que sean necesarios para desarrollar una actividad de mantenimiento determinada. Este tipo de solicitud debe realizarse con anticipación a las labores de mantenimiento, pues en algunos casos los repuestos específicos son difíciles de conseguir, y lógicamente, si los repuestos no están listos en las fechas programadas para realizar las tareas de mantenimiento, será imposible cumplir con esta programación.

La utilización de la boleta, permite centralizar la autorización de todas las compras de la empresa en una persona, normalmente el Gerente General es el que autoriza ésta. Esto ayuda a evitar compras innecesarias, reduciendo por ende inventarios muertos y en general los costos de mantenimiento.

4.5 Control de herramientas

Algunas de las actividades básicas del mantenimiento se limitan a realizar, ocasionalmente, ajustes a los equipos, estos ajustes toman cierto tiempo. Algunos de estos ajustes no son tan cortos y, además, requieren de una herramienta mínima para llevarlos a cabo. Sin embargo, esto no amerita que sea necesario un mecánico para realizar esta tarea, el operario más que nadie conoce los detalles de operación de su máquina, por lo que él puede realizar esta actividad.

En consecuencia, el operario puede necesitar un juego de herramientas mínimo que el encargado de mantenimiento debe proporcionar. Para llevar un buen control de la herramienta y evitar que esta se extravíe, es necesario llevar una boleta de control de herramientas. Entre los datos que esta hoja debe incluir están: herramienta suministrada, fecha y el nombre del operario que solicita la misma. Cuando la herramienta sea devuelta, el encargado de mantenimiento deberá de firmar la hoja para confirmar la devolución.

4.6 Revisiones preventivas

Las revisiones preventivas consisten básicamente en recoger toda la información necesaria para detectar posibles fallos en partes de la instalación y los equipos de la empresa. La información que aquí se maneja puede servir para programar una parada de corrección o bien generar una orden de mantenimiento correctivo.

A las correcciones programadas también se le da el nombre de mantenimiento correctivo programado, y es una consecuencia de haber realizado una revisión preventiva, en la cual se determinó la necesidad de realizar alguna reparación o reposición de alguno de los elementos del equipo. La solicitud de reparación se realiza a través de una orden de trabajo.

Órdenes de trabajo. Las órdenes de trabajo se generan bajo los conceptos de la siguiente clasificación:

- **Emergencia.** Trabajos que por su naturaleza tienen alta prioridad y de no efectuarse de inmediato, ponen en peligro la seguridad tanto del personal como del equipo, así como también pueden producir paros.

- **Urgencia.** Trabajos en los que sus características permiten que la ejecución de las tareas se efectúen al día siguiente de su detección.
- **Trabajos cortos.** Son trabajos que no requieren materiales o repuestos, para su ejecución se necesita como máximo una hora y por su naturaleza no necesitan ser programados, pero si controlados.
- **Trabajos normales.** Son trabajos tanto del tipo preventivo como correctivo, los cuales son programados para una fecha y hora determinada.

Por su naturaleza las órdenes de trabajo de departamento de mantenimiento pueden ser generadas de diferentes formas.

- Visitas
- Inspecciones
- Fallas
- Averías

En toda orden de trabajo se deberá indicar la prioridad de la reparación así como la reparación necesaria y el equipo que ha de ser reparado. También deberá llevar datos referentes al equipo que ha de repararse.

4.7 Control de paros

El control de paros, busca recopilar información acerca del tipo y causa de paro, así como el tiempo que la maquinaria se detuvo. Las causas de paro más frecuentes son:

1. Paro por desgaste
2. Paro por cambio de programa de producción
3. Paro por limpieza
4. Paro mecánico
5. Paro eléctrico
6. Paro por falta de energía eléctrica

Finalmente, en el control de paro debe de colocarse una columna de observaciones para ampliar la información sobre la causa del mismo.

La boleta de control de paros, puede servir para recabar importante información acerca de los porcentajes de tiempo que son afectados por los diferentes tipos de paros y de esta forma poder compararlos con los tiempos estimados en nuestra programación de producción.

4.8 Control de reparaciones externas

El control de reparaciones externas, debe ser llevado por medio de una boleta de control, que busca complementar la información que el Gerente General recibe de parte del departamento de mantenimiento. En este reporte debe de incluirse la información de los trabajos realizados fuera de la empresa o por contrataciones externas para labores de mantenimiento, así como los costos de estas reparaciones.

4.9 Auditorias de seguridad internas

En la actualidad toda empresa persigue el mejoramiento continuo de la prestación de sus servicios, independientemente del tipo de empresa y actividad a que se dedica. Por esta razón, existen reglamentos que exigen la

aplicación de normas de seguridad dentro de la empresa, para asegurar la calidad de los servicios y la seguridad del personal que realiza los mismos.

La boleta de auditorias de seguridad interna, busca llevar un control estricto de los diferentes factores que influyen en el mejoramiento de la empresa. Los datos más importantes que aquí se encuentran se refieren a normas de seguridad entre las que se encuentran: Uso de herramientas, Uso de uniforme, higiene personal, uso de equipo de seguridad personal, Señalización de equipos y edificios, y otros factores que el jefe de planta considere convenientes para el mejoramiento de la empresa.

Las auditorias de seguridad deben de realizarse mensualmente, cada factor involucrado en las auditorias debe de tener un valor para poder ser comparado con un valor ideal, esto nos ayuda realizar una comparación con respecto a donde queremos llegar.

El encargado de realizar las auditorias de seguridad interna debe ser el supervisor a cargo de la planta, y cada tres meses debe ser realizada por el gerente de planta para comparar resultados y luego entregar esta información al gerente general en reuniones semestrales o anuales para verificar la mejora de resultados.

4.10 Reporte mensual de mantenimiento

Este reporte se debe hacer mensualmente y será acumulativo hasta llegar a tener un año de reportes, de ellos se tomará la media que servirá como referencia de comparación para reportes futuros.

Este reporte es un resumen de las actividades del departamento de mantenimiento durante el mes anterior al mismo. Contribuye a lograr una comunicación, más completa entre las diferentes áreas de la empresa. El reporte mensual de mantenimiento deberá ser elaborado por el encargado de mantenimiento y presentado al gerente de planta al inicio de cada mes.

5. MANEJO DE INVENTARIO EN BODEGA

La determinación de políticas de inventarios, es un aspecto que preocupa a la dirección de la empresa, pues generalmente gran parte de los recursos financieros de las empresas se encuentran invertidos en inventarios de materias primas, trabajos en proceso, maquinaria y equipos, repuestos, terrenos y edificios, etc., es por esto, que una política de inventarios involucra los costos de inventarios del área de bodega.

5.1 Determinación de máximos y mínimos en inventarios por medio de análisis de rotación de repuestos y accesorios

Una de las funciones más importantes del Jefe de Mantenimiento, es determinar los niveles de inventarios de repuestos que optimicen las funciones de su departamento, sin sacrificar recursos de la empresa, en inventarios de repuestos innecesarios que reducirían la rentabilidad global de la empresa.

Será responsabilidad del Jefe de Mantenimiento determinar que repuestos son necesarios para mantener la operación productiva de la empresa, con los recursos financieros que le han sido asignados. Si éstos no alcanzan y considera que su inventario debe de ser mayor del asignado, debe de solicitar y justificar su ampliación ante la dirección de la empresa.

El problema general de la administración de inventarios puede describirse como el mantenimiento de aquellas existencias que proporcionen un servicio aceptable, sin comprometer una cantidad excesiva de capital. El control de los máximos y mínimos que deban mantenerse en existencia, se podrá analizar por

medio de un análisis de rotación de repuestos, esto indicará cuales son los accesorios y repuestos de bajo y alto uso.

5.2 Órdenes de compras

La función del departamento de Compras, es la de proveer al departamento de Mantenimiento todos los materiales necesarios para la reparación de los equipos, en el lugar y momento que estos son solicitados. La solicitud de compra de dichos materiales se hace por medio de un documento llamado orden de compra.

La orden de compra es utilizada para llevar el control de pedidos y además establece un orden definido dentro de la organización de la empresa.

5.3 Requisición de repuestos y accesorios

El departamento de Bodega debe de poseer un método de control que le permita tener la información de las salidas de existencias de materiales, repuestos y accesorios de esta área. En este tipo de boletas, debe de existir información sobre la persona que autoriza el retiro de los repuestos o accesorios, el área donde será utilizado, descripción de cantidad y del material solicitado, justificación de solicitud, la persona que lo entrega y la fecha de salida. El objetivo de las boletas de requisición de repuestos y accesorios es amparar las salidas de existencias del almacén.

5.4 Informe de ingreso de productos a bodega

El encargado de bodega, debe realizar un informe semanal de ingresos, de todos los productos que ingresan a bodega diariamente y la forma en que han sido repartidos los recursos existentes en esta área, en este informe se especifica también, las respectivas justificaciones en el caso de entregas parciales, faltantes, etc.

5.5 Libro de control de compras

También es aconsejable que el encargado de bodega, tenga un libro de control de compras, en este libro se anotará todas las órdenes de compras y las mismas serán canceladas contra los recibos de almacén.

5.6 Revisiones de ingresos a bodega

Es aconsejable que la persona que esté a cargo del área de bodega, realice revisiones periódicas de las unidades físicas en existencia y las compare con los datos registrados en el informe de ingresos a bodega, esto ayudará a detectar posibles faltantes. Otra práctica que se sugiere es que el personal de bodega revise todos los productos antes de darles ingreso a bodega, para detectar posibles faltantes en las entregas de los proveedores, estas revisiones incluyen mediciones de peso, longitud y volumen, por lo que se recomienda que el área de bodega cuente con los instrumentos necesarios para la lectura de estas unidades.

6. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE LA EMPRESA EL INGENIO, S.A.

6.1 Implementación del método LEM como guía del mantenimiento preventivo de la empresa el Ingenio, S.A.

Investigaciones realizadas por el ingeniero inglés John Castles, demostraron que para tener éxito en cualquier programa de mantenimiento, en la industria latinoamericana, este debería de ser fácil de organizar, de entender y de administrar.

Bajo estos tres principios, se creó el programa de mantenimiento preventivo LEM. Este sistema se aplicó por primera vez en la empresa Cerro de Pasco corporation, en su planta de refinación de plomo y de cobre en la Oroya, Perú, en el año de 1959 por el ingeniero John Castles.

6.1.1 Descripción del método LEM

En esencia un sistema LEM no es más que un programa de mantenimiento preventivo, en el que las distintas actividades de mantenimiento están agrupadas en tres especialidades, las que a su vez tienen un tratamiento específico y se prestan más para la sistematización individual, estos tres grupos son:

- L.** Actividades de lubricación
- E.** Actividades Eléctricas y Electrónicas
- M.** Actividades Mecánicas

A continuación se presenta un listado detallado de las actividades anteriormente mencionadas, las cuales son la base para la implementación del método LEM.

6.1.1.1 Actividades de lubricación

La selección del lubricante adecuado depende del diseño de los equipos, las condiciones de operación y el método de aplicación. La mayoría de los fabricantes de equipos proporcionan recomendaciones de lubricación basadas en el diseño, condiciones normales de operación y experiencia pasada, siempre que sea posible deben de seguirse esas recomendaciones.

El diseño del equipo y las condiciones esperadas de operación determinarán que funciones se espera que realice el lubricante y dictarán el tipo de lubricante y aditivos que serán los mas adecuados.

El aceite de viscosidad adecuado para una aplicación es una función de la velocidad, carga y temperatura ambiente. Así por ejemplo, las condiciones de cargas elevadas a velocidades lentas requerirán un aceite de alta viscosidad. En forma similar, un aceite de baja viscosidad es más adecuado para condiciones de baja carga y altas velocidades. Idealmente, se preferirá seleccionar el aceite de la viscosidad mas baja posible que es capaz de mantener una película lubricante entre las superficies móviles. La selección de un aceite de más alta viscosidad que la necesaria puede resultar en pérdida de potencia y aumentos de temperatura debido a la más alta fricción fluida interna del lubricante.

También el efecto de las temperaturas de operación no debe de pasarse por alto. Ya que la viscosidad del lubricante disminuye conforme aumenta la

temperatura, es necesario seleccionar fluidos de alta viscosidad para aplicaciones de alta temperatura y fluidos de baja viscosidad para aplicaciones de baja temperatura, esto con el objeto de asegurar un grosor adecuado de película lubricante y fricción fluida mínima.

A continuación aparece un listado de mecanismos en los que es necesario realizar labores de lubricación frecuentemente:

Lubricación de cojinetes de deslizamiento y chumaceras. Los Cojinetes de deslizamiento, también llamados bujes, comprenden uno de los más simples componentes de la maquinaria. El tipo de movimiento entre el cojinete y el eje es deslizamiento puro. En los cojinetes de deslizamiento, el lubricante tiene la función de reducir la fricción de deslizamiento, disipar cualquier calor generado en el cojinete, evitar la herrumbre o corrosión y servir como sello para evitar la entrada de materiales extraños.

Cuando se trabajan bajo condiciones de operación especiales, se puede requerir el empleo de aceites que contengan aditivos. Pueden ser deseables para los cojinetes simples que operan en forma intermitente o bajo altas cargas la utilización de aceite para presión extrema y contra el desgaste. Los aceites inhibidores de la herrumbre y la corrosión se prefieren generalmente para ambientes húmedos de operación.

Se han utilizado muchos modelos matemáticos con el objetivo de encontrar la mejor viscosidad del aceite para un cojinete de deslizamiento. Por desgracia estos modelos son complicados y costosos de desarrollar. Debido a esto, excepto casos especiales, la selección de la viscosidad de un lubricante se suele basar en prácticas estándar establecidas por la propia experiencia.

Lubricación de cojinetes antifricción. Los cojinetes antifricción o baleros utilizan bolas o rodillos para sustituir la fricción de deslizamiento por fricción de rodamientos. Este tipo de rodamiento tiene tolerancias más estrictas que las de los cojinetes simples y se emplea cuando requiere precisión y altas velocidades. En este tipo de cojinete el lubricante facilita el rodamiento de sus elementos, reduce la fricción generada por los elementos que ruedan y las cajas o retenes, evita la herrumbre o corrosión y sirve como un sello para evitar la entrada de partículas extrañas al interior del balero.

Generalmente se recomienda aceites de alta calidad con inhibidores de herrumbre y oxidación, especialmente cuando las condiciones de alta temperaturas pueden oxidar el aceite y llevar a la formación de depósitos que pudieran interferir con la libre acción de los elementos que ruedan. Los aditivos para presión extrema y contra desgaste pueden ser deseables en condiciones de carga pesada o choques intensos.

Debido a su capacidad superior de enfriamiento, se prefiere generalmente el aceite a la grasa. Puede usarse grasa para lubricar cojinetes antifricción que corren a bajas velocidades y que están localizados en áreas donde es probable que reciban atención poco frecuente.

Debe tenerse mucho cuidado de no sobrecargar de grasa los cojinetes antifricción porque eso puede producir elevaciones excesivas de la temperatura. Generalmente el alojamiento del cojinete debe estar lleno de un tercio a la mitad.

Lubricación de engranes. El movimiento entre dientes de engranes producen una combinación de deslizamiento y rodamiento. Para la selección del lubricante adecuado para engranes se debe considerar el tipo de engrane, la carga de operación, la velocidad, la temperatura, el método de aplicación del lubricante y la metalurgia de los engranes.

Los engranes industriales pueden ser cerrados, en cuyo caso los engranes o los cojinetes que los soportan operan con el mismo sistema de lubricación, o abiertos, en cuyo caso los montantes se lubrican con independencia de los engranes mismos.

Debido a las altas fuerzas de deslizamiento encontradas en los engranes cerrados de gusano o hipoidales, la selección del lubricante para éstos debe considerarse separadamente de la lubricación para otros tipos de engranes cerrados.

La primera regla para seleccionar un lubricante de engranes es seguir las recomendaciones del fabricante, si ello es posible. En general, se usa uno de los siguientes tipos de aceite:

- **Aceites con inhibidores de herrumbre y oxidación.** Los aceites H & O son aceites de buena calidad con base de petróleo que contienen inhibidores de herrumbre y oxidación. Estos aceites proporcionan protección satisfactoria para engranes cerrados de ligera o moderada carga.
- **Aceite para presiones extremas.** Los aceites EP suelen ser aceites de alta calidad con base de petróleo que contienen aditivos para presión extrema. Estos productos son de especial ayuda cuando existen

condiciones de alta carga y su empleo es obligatorio en la lubricación de los engranes hipoidales cerrados.

- **Aceites compuestos.** Son usualmente aceites con base de petróleo que contienen de 3 al 5 % de aceites grasos o sintéticos grasos (generalmente grasa animal o sebo sin ácido). Generalmente se emplean para la lubricación de engranes de gusano donde el contenido grasoso ayuda a reducir la fricción generada en condiciones de alto deslizamiento.
- **Compuestos utilizados para engranes abiertos.** Son sustancias de cuerpo muy pesado parecidas al asfalto diseñadas para adherirse a las superficies de metal. Algunas son tan espesas que deben calentarse o diluirse con un disolvente para suavizarlas y facilitar su aplicación. Estos productos se emplean en casos en los que la aplicación de lubricantes es intermitente.

Como regla general, las presiones altas a baja velocidad requieren aceites de gran viscosidad. Las presiones y velocidad intermedias, requieren aceites de viscosidad media y las velocidades altas y las bajas presiones requieren aceites de baja viscosidad.

En la tabla I, se presentan algunos lineamientos guía muy amplios respecto a la viscosidad y tipo de lubricante para engranajes industriales.

Tabla I. Selección de aceite para cajas impulsoras de engranes

| Servicio | Grado ISO de Viscosidad | Tipo de aceite |
|---|-------------------------|----------------|
| Helicoidal, espina de Pescado, diente recto, Diente helicoidal, Impulsores de dientes Rectos | | |
| Operación a velocidad y cargas Normales | 220 | EP* o H & O** |
| Operación a velocidad normal y Cargas altas | 220 | EP |
| Operación a velocidades altas (más de 3600 rpm) | 68 | EP o H & O |
| Impulsores de gusano | 460 | Compuesto o EP |
| Impulsores de engrane hipoidales | | |
| Velocidades normales (1200- 2000 rpm) | 220 | EP |
| Velocidades altas (más de 2000 rpm) | 150 | EP |
| Velocidades bajas (menos de 1200 rpm) | 460 | EP |

*EP: Lubricantes para extrema presión.

*H & O: Lubricantes con inhibidores de herrumbre y oxidación.

Lubricación de compresores. El modelo y tipo de compresor, la carga y el gas que se comprime y otras condiciones ambientales dictan el tipo de viscosidad del aceite que debe usarse. La mayor parte de los compresores se lubrican con aceites de petróleo. Sin embargo, en años recientes ha habido interés considerable en la lubricación de compresores con lubricantes sintéticos.

Los gases comprimidos distintos al aire crean problemas que requieren consideraciones especiales de lubricación debido a las posibles reacciones químicas entre el gas que está comprimiendo y el lubricante. Se recomienda que se consulte al fabricante del compresor y al proveedor del lubricante para que dé recomendaciones para una operación en particular. Se aconseja que los aceites utilizados en compresores tengan las siguientes características:

- **Buena estabilidad.** Un buen aceite de compresor debe tener alta estabilidad a la oxidación para minimizar la formación de gomas y depósitos de carbón. Tales depósitos pueden causar que las válvulas se peguen, lo cual puede llevar a condiciones de muy alta temperatura y mal funcionamiento del compresor.
- **Buena desemulsibilidad.** Un buen aceite de compresor debe ceder fácilmente el agua para evitar emulsiones que pudieran interferir con la adecuada lubricación.
- **Propiedades contra corrosión y herrumbre.** El lubricante debe proteger las válvulas, pistones, anillos y cojinetes de la unidad contra herrumbre y corrosión. Esto es de especial importancia cuando el compresor trabaja en atmósferas húmedas o cuando se trabaja en forma intermitente.
- **Buenas propiedades contra el desgaste.** Los lubricantes de buena calidad deben formar y mantener una película fuerte a temperaturas relativamente altas, esto hace que se mejore las propiedades contra desgaste de materiales.

- **Propiedad antiespumante.** Para promover la rotura rápida de las burbujas de espuma que se forman en el lubricante.
- **Bajo punto de fluidez.** Esta propiedad es necesaria solamente para el arranque a baja temperatura.
- **Viscosidad adecuada.** Debe consultarse el manual del operador tomando en cuenta las recomendaciones de viscosidad hechas por el fabricante para las temperaturas de operación y condiciones que prevalecen.

A continuación se presenta una guía de selección de lubricante para compresores de tipo recíprocante.

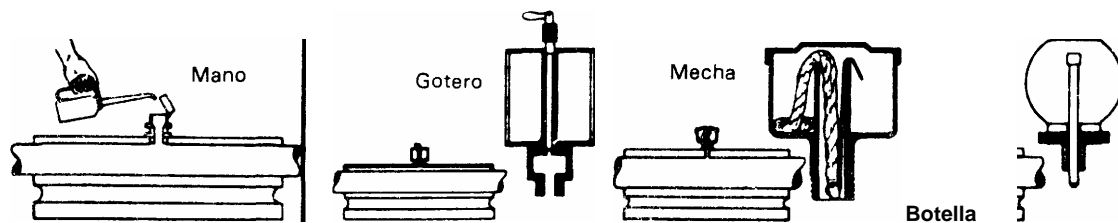
Tabla II. Selección de lubricante para compresor tipo recíprocante

| Tipo de compresor | Tipo de servicio | Grado ISO recomendado |
|-------------------|------------------|-----------------------|
| Recíprocante | Todos | 68-100 |
| Carter | | |
| Cilindros | | |
| Bajo 300 psi | Aire seco | 68-100 |
| | Aire húmedo | 100 |
| Sobre 300 psi | Aire seco | 100-150 |
| | Aire húmedo | 200 |

Sistemas de lubricación. Se define como sistema de lubricación, cualquier sistema o dispositivo que dosifica el lubricante adecuado. Los sistemas pueden variar desde el sistema manual hasta complejos sistemas centralizados. A continuación aparecen descritos los sistemas utilizados para la lubricación de maquinaria y los criterios que deben ser evaluados para la selección del sistema adecuado.

Sistemas de pérdida completa. Los sistemas de lubricación de pérdida completa o de un paso son aquellos en los que el lubricante se utilizan sólo una vez. Los sistemas de pérdida completa manuales, como los aceitados, las conexiones individuales de grasa, lubricadores de mecha, copas de aceite y aceiteras de alimentación por goteo, se han vuelto en practicas obsoletas, estos sistemas son baratos de instalar pero requieren atención estricta de parte del operador para asegurarse de que cada punto sea lubricado en forma regular para conseguir la lubricación adecuada.

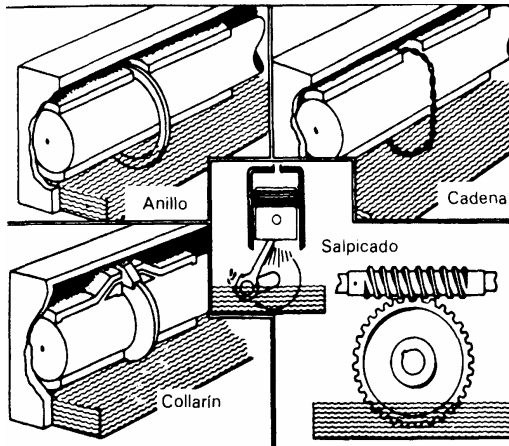
Figura 8. Sistemas de lubricación por pérdida completa



Fuente: Manual de mantenimiento industrial, México. Pagina 3-121

Sistemas de recipiente de aceite. A diferencia del sistema de pérdida completa, este sistema vuelve a utilizar el mismo aceite varias veces. Éste sistema depende de un alojamiento común que contiene el aceite y las partes que se van a lubricar. Los cilindro y engranes lubricados por estos métodos dependen casi siempre de la acción de salpicado de una o más partes móviles que penetran en el charco de aceite en el fondo del alojamiento.

Figura 9. Lubricación por sistema de recipiente de aceite



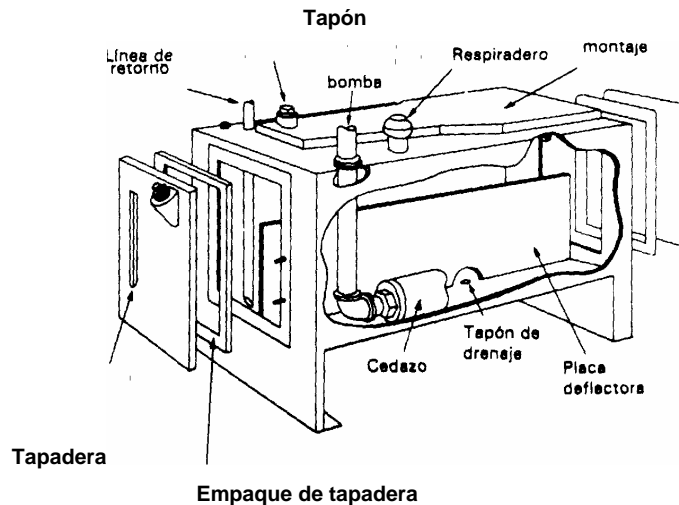
Fuente: Manual de mantenimiento industrial, México. Pagina 3-122

En este tipo de sistema debe tenerse especial cuidado de mantener un nivel adecuado de lubricante en el depósito, ya que una insuficiencia de aceite puede resultar en una falta de lubricación, en tanto que el llenado excesivo puede causar espuma y acumulación de temperatura debido al batido excesivo.

Sistemas centralizados. Estos sistemas utilizan varias veces el mismo aceite. Pueden variar desde un sistema simple de recipiente, bomba y línea de retorno hasta sistemas complejos con controles electrónicos, válvulas servo, bombas, intercambiadores de calor y filtros.

Dependiendo de la complejidad de un sistema, los costos varían mucho. La efectividad de costo de un sistema centralizado depende en gran medida de la duración del tiempo que el fluido pueda permanecer en circulación antes de que necesite cambiarse.

Figura 10. Sistema de lubricación centralizado



Fuente: Manual de mantenimiento industrial, México. Pagina 3-122

Criterios para la selección de sistemas o dispositivos de lubricación.

Como regla general un sistema de lubricación debe colocar la cantidad apropiada del lubricante correcto donde y cuando se necesite. Los factores que deben considerarse en la elección de un sistema de lubricación para que este sea económico y efectivo son:

Consideraciones del equipo.

- Los componentes que se van a lubricar
- El lubricante que se va a aplicar
- La accesibilidad de los puntos de lubricación
- El número de puntos de lubricación que se espera que sirva el sistema

Consideraciones de las condiciones de operación.

- Velocidad del equipo
- Temperaturas de operación
- Intervalos esperados de relubricación

Consideraciones económicas y de prácticas de planta.

- Experiencia pasada de diversos tipos de sistemas de lubricación
- Capital de que se dispone
- Personal que se dispone para mantener y supervisar sistemas.
- Costo de tiempo muertos del equipo

6.1.1.2 Actividades de tipo eléctrico

Las actividades eléctricas propiamente dichas son pocas, debido a que en estos elementos no hay desgaste por no haber fricción ya que esta constituye la mayor parte de las fallas. Lo mismo sucede si nos referimos a los elementos electrónicos tales como computadoras e instrumentos de control y medición, en los cuales la mayoría de las actividades son correctivas, por ser paradójicamente, casi nada lo que se les puede hacer para prevenir daños imprevistos. Las actividades se limitan básicamente a las siguientes tareas:

- Limpieza de equipos e instalaciones eléctricas.
- Mantener limpio el ambiente de trabajo.
- Realizar tareas de inspección y revisión de posibles falsos contactos en terminales de alimentación eléctrica de los equipos y de las instalaciones de trabajo.
- Controlar la temperatura por debajo de los 25° C.
- Controlar la humedad relativa, ya que tener valores por debajo del 40 % hace que estos elementos se carguen con electricidad estática, lo que puede provocar fallas en los equipos electrónicos, alterando el funcionamiento y la información de los mismos.
- Prevenir o eliminar vibraciones en equipos electrónicos.
- Controlar posibles variaciones de voltaje.

- Realizar conexiones auxiliares que ayuden en caso de cortes de fluido o inestabilidad provocada por variaciones en la carga de las líneas.

Todas las tareas de mantenimiento anteriormente descritas deben ser realizadas por un técnico, especializado en el área, ya que si las tareas son realizadas por personal ajeno al medio, serán deficientes y pondrán en peligro la vida del personal a cargo de dichas tareas.

6.1.1.3 Actividades del tipo mecánico

Las actividades de tipo mecánico son variadas y dependen de la complejidad del diseño de los diferentes equipos con que cuenta cada industria. Toda tarea de mantenimiento que se realice a una máquina específica debe realizarse con ayuda de información proporcionada por medio de catálogos del fabricante, y por personal especializado en el área. El trabajar bajo estas condiciones asegura la rapidez de la ejecución de las tareas programadas y la eficiencia en los trabajos realizados a los equipos involucrados en dichas tareas.

Las personas que realizan todas las actividades de mantenimiento, deben poseer los conocimientos necesarios tanto de los diversos mecanismos, así como de la herramienta y equipo necesarios para realizar dichas actividades.

Las actividades mecánicas son menores que las de lubricación pero mucho más que las eléctricas, ya que los elementos si sufren desgaste por fricción, por muy buena que sea su lubricación. Dentro de las actividades de tipo mecánico se incluyen las de tipo neumático e hidráulico.

Las actividades programadas para realizar en cada equipo, son el resultado de una minuciosa investigación del mismo, de sus componentes y operación. Lo anterior se complementa con las recomendaciones de los fabricantes, presentes en los manuales de operación y mantenimiento, en cuanto a lubricación y frecuencia de servicios, así como las consultas de los expertos en el manejo de equipos y a los especialistas en lubricación, electricidad y mecánica. A continuación aparece un listado de tareas de mantenimiento recomendadas para las partes críticas de los equipos que aquí se estudian.

6.2 Mantenimiento recomendado para los puntos críticos de la maquinaria y equipos de la empresa el Ingenio, S. A.

En esta sección se estudiarán los mecanismos críticos de la maquinaria con que cuenta actualmente la empresa el Ingenio, S.A. Los puntos críticos son por su naturaleza los que tienden a fallar con mayor frecuencia, a continuación una descripción más detallada de cada uno de ellos.

6.2.1 Rodamientos

La mayoría de los rodamientos están compuestos de un anillo interior, anillo exterior, elementos rodantes (bolas o rodillos) y retenedor (o jaula) de los elementos rodantes. La función de la jaula es separar los elementos rodantes a intervalos iguales, mantenerlos en su lugar entre la pista interna y externa, permitiéndoles rodar libremente. Los rodamientos se clasifican en dos grandes categorías:

- Rodamientos de bolas
- Rodamiento de rodillos

A su vez, los rodamientos de bolas se clasifican, de acuerdo a la configuración de sus anillos en: rodamientos rígidos de bolas, oscilantes, de contacto angular y axiales.

En contraste, los rodamientos de rodillos se clasifican, en función de la forma de los rodillos, en: cilíndricos, de agujas, cónicos y esféricos.

Adicionalmente, los rodamientos pueden clasificarse, de acuerdo a la dirección en la que se aplica la carga, en: Rodamientos radiales (soportan carga radial) y rodamiento axiales (soportan carga axial).

Mientras que los elementos rodantes y los anillos soportan cualquier carga aplicada al rodamiento (en los puntos de contacto entre los elementos rodantes y las superficies de las pistas), el retenedor o jaula no soporta carga en forma directa. Solamente sirve, como se mencionó anteriormente, para mantener los elementos rodantes a distancias iguales entre sí y para que no se salgan del rodamiento.

Generalidades. Los rodamientos de bolas y rodillos se presentan en diferentes formas y variantes, cada uno con sus rangos distintivos.

Sin embargo, cuando se comparan con los bujes deslizantes, los rodamientos, de bolas y de rodillos, presentan las siguientes ventajas:

- Estandarizados internacionalmente, de acuerdo a las normas ISO, que los hace intercambiables y de fácil adquisición.
- Fácil lubricación y consumo bajo de lubricante
- Adecuados para ser utilizados en aplicaciones a altas y bajas velocidades.
- Precargas en el rodamiento mejoran la rigidez

En contraste, los rodamientos de rodillos tienen una capacidad de carga mayor, que los hace apropiados para aplicaciones que requieran una vida prolongada y resistencia a cargas pesadas y de impacto.

6.2.1.1 Verificación de estado de los rodamientos

Cuando se realizan tareas de inspección en partes móviles de maquinaria, es necesario realizar una revisión básica a los rodamientos, la cual consiste en una verificación de ruidos inusuales o niveles de ruidos que debe ser realizada por alguien familiarizado con el sonido que producen los rodamientos montados correctamente operando bajo condiciones normales.

Anticipar el modo de falla en un cojinete influye en las decisiones acerca de la selección del tipo del mismo, el material de que esté construido, el lubricante y el acabado de las superficies. Las fallas más comunes incluyen:

- Pérdida de exactitud en la posición del eje debido al desgaste; adherencia por sobrecalentamiento y pérdida de juego.
- Adherencia por falla del lubricante y rayado de las superficies de contacto.
- Destrucción del muñón por la acción de partículas duras empotradas en la superficie del cojinete.
- Carga sobre el borde provocada por inestabilidad dimensional de los cojinetes y alojamientos, o por deflexión del eje.
- Fatiga de la superficie del cojinete, y fricción elevada.

Entre los principales factores que influyen en las fallas mencionadas anteriormente tenemos la fricción, el desgaste, el calor y la lubricación de los rodamientos, además debe de tenerse en cuenta que todos los cojinetes o

rodamientos independientemente del tipo utilizado tienen determinado un tiempo de vida útil, el cual debe de ser respetado. Todos los proveedores de rodamientos cuentan con tablas y especificaciones del tiempo útil de los mismos y es práctica común que esta información sea entregada al usuario para utilizarla como información de referencia para llevar un control o historial de cambios de los rodamientos en las máquinas.

6.2.1.2 Determinación de vida útil de los rodamientos

La vida útil de un rodamiento o cojinete, se expresa como el número de revoluciones o el número de horas, a una velocidad dada, durante las cuales el cojinete operará antes de desarrollar alguna evidencia de fatiga sobre los elementos rodantes o los canales. La vida puede variar de un cojinete a otro, pero se estabiliza, formando un patrón que puede predecirse, al considerar un grupo grande de ellos del mismo tipo y tamaño. La vida nominal de un grupo de cojinetes así formado es el número de horas o revoluciones (a una velocidad y carga constantes dadas) que el 90 % de ellos sobrepasará antes de desarrollar la primera evidencia de fatiga; a esto se le conoce como vida mínima.

Dado que no es posible predecir la vida exacta de un solo cojinete, debe considerarse un factor de seguridad para minimizar la posibilidad de falla temprana. El costo de reemplazar un cojinete más las pérdidas debidas al tiempo que esté parada la máquina puede sobrepasar por mucho el costo relativamente bajo de aquél. A consecuencia de ello los diseñadores prefieren emplear la vida mínima como base para el diseño.

6.2.1.3 Montaje y desmontaje de rodamientos

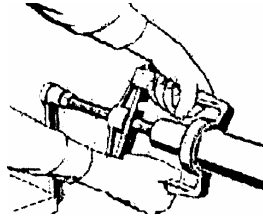
Al realizar actividades de mantenimiento en las que sean necesarias cambios de rodamientos, se debe tener relativo cuidado en el montaje y desmontaje de los mismos, a continuación se especifican un listado de recomendaciones a efectuar en las tareas anteriormente mencionadas.

Desmontaje de rodamientos. Para evitar daños a la maquinaria y accidentes a los trabajadores durante el cambio o desmontaje de rodamientos se debe utilizar el equipo de seguridad y el equipo para remover rodamientos que sean apropiados.

Como norma general, no se recomienda la reutilización de un rodamiento desmontado, a menos que sea muy necesario, de ser así, se recomienda que el desmontaje se realice con mucho cuidado para no dañar el rodamiento. No se recomienda la reutilización de un rodamiento que estaba montado con un ajuste apretado en el eje y se desmonta aplicándole fuerza al anillo exterior.

Para la operación de desmontaje de rodamientos se recomienda la utilización de extractores de cojinetes o bien por medio de prensas de mesa, estas herramientas se utilizan para no dañar la superficie donde luego estarán montados los nuevos rodamientos, esto con el objetivo de evitar que se lastimen los nuevos rodamientos colocados y el funcionamiento de estos sea el correcto. A continuación aparece un gráfico en el que se puede observar la forma correcta de la extracción de rodamientos.

Figura 11. Desmontaje correcto de rodamientos por medio de un extractor



Fuente: Folleto de información de rodamientos, NTN Corporation, USA. Página 6

Montaje de rodamientos: Cuando se realizan tareas de montaje de rodamientos debe de tenerse mucho cuidado en la instalación de los mismos. A continuación se presenta un listado de recomendaciones que deben de ser tomadas en cuenta en esta tarea de mantenimiento a unidades con rodamientos.

- Luego de realizar el desmontaje del rodamiento, debe de verificarse la limpieza de la superficie de ajuste, cualquier rebaba, viruta, óxido o suciedad debe ser removida de las superficies de los asientos del eje, alojamiento y apoyos donde irá montado el rodamiento. El montaje se puede facilitar se aplica una capa delgada de aceite a las superficies limpias.
- Se debe verificar que todos los bloques de presión, discos guías y otros dispositivos de montaje sean del tamaño apropiado y estén libres de rebabas o suciedades. Igual precaución debe observarse con las herramientas que se utilizarán.
- Es necesario que el rodamiento sea sacado de su empaque justo antes de realizar el montaje, esto para evitar que virutas, rebabas y otros contaminantes se filtren al interior del rodamiento antes y durante el

montaje lo que puede causar ruidos y vibraciones durante el funcionamiento.

- Los rodamientos se fabrican con tolerancias muy cerradas que le permiten cumplir con los requerimientos de alta precisión. Por lo tanto, es imperativo tomar precauciones especiales para evitar alterar las tolerancias o dimensiones del rodamiento.
- La utilización de martillo en el montaje de los rodamientos ocasiona daños debido a los impactos puntuales. Cuando el montaje del rodamiento requiera un ajuste apretado se debe utilizar una prensa u otro dispositivo para distribuir la fuerza de manera uniforme.
- Entre los cuidados que debe de tenerse con los rodamientos están el cuidarlos de golpes o cargas de impacto. Ya que los rodamientos soportan la carga en un área de contacto muy pequeña, localizada entre los elementos rodantes y las superficies de las pistas del anillo interior y exterior. Si se aplica una carga excesiva o de impacto a esta pequeña área de contacto, se producirán indentaciones y/o marcas que provocarán niveles de ruido y vibraciones y una rotación inapropiada. Aún el dejar caer el rodamiento en el piso ocasionará este tipo de daños.
- Los rodamientos son muy susceptibles a la contaminación por partículas extrañas. Si partículas extrañas se filtran en el interior del rodamiento durante el funcionamiento, se producirán indentaciones y/o marcas que darán como resultado una mala rotación del rodamiento y un ruido excesivo.

Uno de los métodos más comunes para el montaje de rodamientos es el montaje en caliente, este método es utilizado para rodamientos grandes y rodamientos con ajuste apretado. El método más común es la inmersión del rodamiento en un recipiente aceite caliente. Se debe utilizar aceite limpio y luego suspender el rodamiento en el aceite con un alambre o un soporte empleando una malla metálica para evitar el calentamiento no uniforme de los elementos del rodamiento. La temperatura a la cual debe calentarse el anillo interior depende de que tan apretado será el ajuste. Para prevenir la formación de espacios entre el anillo interior y el hombro del eje, el rodamiento debe ser presionado contra el hombro hasta que se haya enfriado por completo.

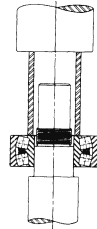
Los rodamientos nunca deben ser calentados arriba de los 120 ° C, para la mayor parte de las aplicaciones basta una temperatura de 93 ° C. El cojinete debe de calentarse a esta temperatura, por lo general durante 20 o 30 minutos, hasta que se dilata lo suficiente como para deslizarse sobre el eje con facilidad. Este método no puede ser empleado con rodamientos pre-encontrados, sellados o con tapas de protección. En el caso de rodamientos pre-encontrados se puede utilizar el horno para rodamientos, pero debe tenerse cuidado de no sobrepasar la temperatura por encima de los 120 ° C.

Otro método de calentamiento es el de inducción que también puede emplearse con anillo interior de los rodamientos de rodillos cilíndricos. Los rodamientos se calientan en seco y en un periodo de tiempo corto. Luego de realizar cualquier método de calentamiento para el montaje de rodamientos, es necesario aplicar un tratamiento de desmagnetización de rodamientos.

Otro método alternativo de montaje, que solo se suele utilizar en los tamaños más pequeños, es presionar el cojinete sobre el eje o dentro del alojamiento según sea el caso. Esto se puede lograr utilizando una prensa de

banco y un tubo de montaje. El tubo puede ser de acero suave con el diámetro interior ligeramente mayor que el eje. El tubo debe refrentarse a escuadra en ambos extremos, estar completamente limpio, tanto dentro como por fuera, y ser lo suficiente largo como para librar el extremo del eje, después de que se haya montado el cojinete.

Figura 12. Disposición para el montaje del rodamiento con ayuda de una prensa de banco y un tubo



Fuente: Folleto de información de rodamientos, NTN Corporation, USA. Página 6

Si se está presionando el anillo exterior hacia el alojamiento, el diámetro exterior del tubo de montaje debe ser ligeramente menor que el ánima de ese alojamiento, y el diámetro interior no debe ser menor que el diámetro recomendado del respaldo del alojamiento.

Cuando se montan cojinetes en alojamientos para facilitar su instalación y minimizar la corrosión por el frotamiento durante la operación, es necesario bañar éste con aceite para máquina de grado ligero. Debe tenerse cuidado que el anillo exterior quede a escuadra con el ánima del alojamiento de antes de introducirlo. Si el anillo exterior queda mal alineado y se pega, no debe intentar seguir forzándolo hacia adentro del alojamiento. Si este fuera el caso entonces se utiliza una barra de latón o acero suaves para golpear ligeramente el anillo exterior hasta que quede libre y vuelva a alinearse.

A menudo resulta útil utilizar una placa de montaje para mantener el anillo exterior alineado con el interior, para aplicaciones en las que las condiciones tienden a producir falta de alineación.

En los casos de rotación de anillo exterior, cuando éste está apretado en el alojamiento, el elemento de éste último se puede dilatar por medio de algún método de calentamiento.

Almacenamiento de rodamientos. Todos los rodamientos están recubiertos con un aceite anti oxidante y son empacados cuidadosamente antes de ser despachados de fábrica. A continuación aparecen una serie de recomendaciones para el almacenaje de rodamientos:

- Bajo condiciones ideales, los rodamientos deben ser almacenados en un lugar con baja humedad(por ejemplo, menos de 60 % de humedad relativa).
- Los rodamientos nunca deben ser almacenados en el piso, sino en anaqueles o paletas localizadas al menos 20 cm por encima del piso.
- Las cajas de rodamientos no deben ser colocadas en pilas muy altas, ya que el aceite anti oxidante puede ser removido del rodamiento del fondo.

6.2.2 Engranés

Existen diversas formas de transmisión de movimiento para distintas aplicaciones. Los engranes son los elementos que transmiten movimiento por contacto directo, entre ejes que son paralelos, ó que forman ángulos, esto gracias a que se pueden construir engranes con distinta forma del diente, de lo cual derivan los diferentes nombres con que se les nombra.

A continuación aparece un listado detallado de los engranes encontrados en la maquinaria de la empresa el Ingenio, S.A.

Engranes cilíndricos de dientes rectos. Es el engrane más simple, y de menor costo de fabricación, este tiene dientes paralelos al eje de simetría del engrane, por lo que se utiliza en transmisión de movimiento en ejes de rotación paralelos. Este tipo de engrane es muy ruidoso.

Engranes cónicos de dientes rectos. Con este tipo de transmisión se puede lograr movimiento entre ejes que se cortan a 90° , son fáciles de construir por su forma, pero son muy ruidosos.

Tornillo sin fin. Se utiliza en aplicaciones donde se realiza una gran velocidad de entrada por medio del tornillo o gusano, y tiene como resultado una baja velocidad de salida en la corona. Este tipo de diseño impide la retroimpulsión. La corona del mecanismo está construida con material de menor dureza que el tornillo o gusano.

6.2.2.1 Verificación de estado de los engranes

La observación constante de los cambios que se presenten en las características de operación, como la elevación exagerada de la temperatura por encima del ambiente, ruido y vibración, o fugas de aceite, pueden ser indicios que se utilicen para verificar el estado de los cojinetes. A continuación aparece un listado de verificación para diagnosticar diversos problemas que pueden presentarse durante el funcionamiento de engranes.

| Problema | Qué debe revisarse |
|---------------------------|--|
| Calentamiento | Niveles de polvo en la unidad y en sistema de ventilación Posible sobrecarga de la unidad Revisión de nivel de aceite recomendado Alineación de acoplamientos Ajuste apropiado de cojinetes Revisión de sellos para el aceite o los prensaestopas |
| Lodos | Verificación del estado de filtros |
| Falla del eje | Verifique alineación Verifique cargas de alta energía o choque reiterados |
| Falla de cojinetes | Formación de herrumbre provocada por humedad elevada o agua Lubricante no apropiado Carga anormal Ajuste inapropiado de cojinetes |
| Fuga de aceite | Examinar sellos para aceite y ajustar o reemplazar Verificar estado de nivel, drenaje, tapones y accesorios de aceite |
| Desgaste | Posible juego entre dientes insuficiente Mala alineación debida a cojinetes desgastados Lubricación incorrecta Lubricación insuficiente Lubricante con materia extraña, lodos o partículas metálicas Temperatura excesiva Velocidad excesiva Cargas excesivas |
| Ruidos y Vibración | Alineación mala Cojinetes flojos o desgastados Lubricación insuficiente Lubricación excesiva |

6.2.2.1.1 Desgaste en engranes y sus consecuencias

La falla de los dientes en engranes metálicos es resultado del desgaste o deterioro excesivo de las superficies de trabajo de los dientes o por la rotura total de algún diente a consecuencia de dicho desgaste. En muchas de tales situaciones, un reconocimiento temprano puede sugerir un remedio antes que ocurra un daño considerable. Si se descubre con anticipación suficiente, muchas fallas de los dientes de los engranes pueden evitarse mediante un tratamiento apropiado.

6.2.2.1.2 Determinación de vida útil de los engranes

La vida útil de los engranes, es la vida que el diseñador espera que tenga el engrane bajo condiciones normales de trabajo, en otras palabras, es el menor número de ciclos de carga durante el tiempo que dure el engrane. La determinación de la vida útil de los engranes variará dependiendo del diseño y construcción del mismo, además puede variar si no se cumplen las especificaciones de mantenimiento recomendadas.

Son muchos los factores que se toman en cuenta para la determinación de la vida útil de un engrane, a continuación aparece un listado detallado de los mismos.

- **Factor de dureza.** Está en función de la dureza del material con que son construidos los engranes y también depende de la relación de velocidades de estos.

- **Factor de geometría.** Toma en cuenta los ángulos de presión, relaciones de velocidades, relaciones de cargas compartidas, longitud de la línea de contacto, paso base y longitud de acción.
- **Factor de tamaño.** Toma en cuenta el tamaño del engrane, el tamaño del diente del engrane, el modelo de contacto entre dientes, la dureza y eficiencia del tratamiento térmico a que sea sometido.
- **Factor de temperatura.** Es igual a la unidad cuando el lubricante o la temperatura del engrane no excede a 250 ° F (120° C). Se tendrán valores menores a la unidad para el caso de engranes carburizados trabajando con lubricantes cuya temperatura sea mayor de 180° F (83 ° C).
- **Factor de superficie.** Toma en cuenta condiciones tales como acabado de la superficie, esfuerzos residuales y efectos de elasticidad.
- **Factor de sobrecarga.** Se aplica para ajustar las sobrecargas de vida a las características de operación, así como también las sobrecargas momentáneas que puedan darse en determinado momento, como por ejemplo en la operación de arranque.
- **Factor de seguridad.** Le permite al diseñador, diseñar bajo un riesgo calculado o para seguridad alta lo cual se traduce en confiabilidad. Por medio de este factor se garantiza que la falla no ocurrirá en forma repentina debido a la carga aplicada, sino que ocurrirá debido a la vida mínima esperada.

Como podemos observar, son muchos los factores que influyen en la determinación de la vida útil de los engranes, por lo que no existe una regla general para determinar con exactitud la misma, por esta razón es necesario que esta información sea proporcionada por el proveedor de la maquinaria en los catálogos del fabricante.

6.2.2.1.3 Tipos de desgaste de engranes

La sección que aparece a continuación, puede servir de guía para la identificación temprana de averías provocadas por desgaste en los engranes:

- **Desgaste normal.** Este tipo de desgaste es el que resulta del deslizamiento de metal contra metal o la abrasión por lapidado o rayado. El desgaste normal ocurre por la pérdida de metal de la superficie del diente del engrane, como resultado de la abrasión que aparece bajo ciertas condiciones inevitables de funcionamiento.
- **Desgaste abrasivo.** Este tipo de desgaste es causado por finas partículas transportadas en el lubricante o enterradas en las superficies de los dientes del engrane. Las partículas pueden ser metal de desprendido por el desgaste normal de los engranes o de los cojinetes, Abrasivo que no ha sido removido completamente antes del montaje, arena o cascarilla procedente de las fundiciones, u otras impurezas que puedan ser transportadas por el lubricante o por la misma atmósfera del ambiente.
- **Desgaste corrosivo.** El desgaste corrosivo sucede por la degradación provocada por la oxidación de la superficie de los dientes. Este tipo de desgaste actúa como una reacción química ante la contaminación ácida

o alcalina, o por el uso de lubricantes inapropiados o de inferior calidad. Los efectos destructivos del desgaste corrosivo pueden ser acelerados por la existencia de humedad en la caja de engranes.

- **Desgaste por sobrecarga.** Este tipo de desgaste ocurre cuando los engranes trabajan en condiciones de cargas pesadas y a baja velocidad, tanto en engranes templados como sin templar. Es caracterizado por la aparición de metal removido progresivamente en capas delgadas o laminillas, haciendo que las superficies afectadas tengan la apariencia de haber sido atacadas con ácido.
- **Fatiga de superficies.** Se caracteriza por la formación de cavidades en la superficie de los dientes, usualmente bastante pequeñas al principio y en áreas separadas de esfuerzos de compresión elevados, debido con frecuencia a irregularidades de la superficie. Este tipo de cavidades, de acuerdo con la experiencia, no es necesariamente serio, siendo correctivo y no progresivo.
- **Picadura destructiva.** Este tipo de picadura progresa a ritmo creciente, frecuentemente lo hace hasta el punto donde las áreas de superficie de dientes sin picaduras remanentes son insuficientes para conducir la carga, y si continúan funcionando ocurrirá la rápida destrucción de los dientes del engrane.
- **Quemado.** Se caracteriza por decoloración y pérdida de dureza debido a altas temperaturas producidas por fricción excesiva causada por sobrecarga, velocidad excesiva, falta de huelgo, o falta de lubricación.

Montaje e instalación de engranes. La gran variedad de tipos y tamaños de los engranes y de transmisiones a base de engranes hace impráctico indicar la instalación y el mantenimiento con detalles específicos. El usuario debe consultar los folletos publicados por el fabricante y observar con todo cuidado los datos que se dan en la placa de identificación. Esa información tiene prioridad sobre los comentarios generalizados que siguen.

La exactitud en el montaje debe ser proporcional con la calidad de los propios engranes para obtener óptimos resultados. Algunos tipos de engranes exigen la colocación exacta de uno de los elementos del par, o de los dos, con el fin de obtener la operación apropiada. Ejemplos de ellos se encuentran en los engranes cónicos (los dos), los engranes cilíndricos de tornillo sin fin, los engranes de tornillo sin fin de doble envolvente. Se debe suministrar esta colocación por medio de cojinetes de capacidad para acomodar las cargas de empuje que se presenten. Debe proveerse la lubricación adecuada de los engranes abiertos o semicerrados, así como la protección de los mismos con fines de seguridad.

6.2.3 Fajas

Las transmisiones de potencia por medio de fajas o bandas constituyen uno de los métodos más utilizados en la actualidad. Las mejoras en el diseño y fabricación de las fajas han ampliado su aplicación y utilidad.

Para este tipo de transmisión se emplean las fajas en V, las planas, las síncronas (sincrónicas) o las nervadas (poli V). Se debe tomar en cuenta que los diferentes tipos de transmisión por medio de faja no son intercambiables, ya que cada uno de los tipos está restringido a una área de aplicación bien definida.

Por ejemplo, las fajas planas resultan satisfactorias para transmisiones que operan a alta velocidad y con potencia baja. Por otra parte, estas transmisiones se vuelven demasiado grandes cuando la consideración principal es la transmisión de potencia muy alta y, en estas aplicaciones, es preferible utilizar las fajas en V.

Las fajas en V, suministran mayor transmisión de potencia, y también constituyen el único tipo de banda que puede utilizarse en transmisiones, de velocidad variable.

Las fajas síncronas se utilizan cuando se requieren razones de velocidades y sincronización precisas. Estas fajas ofrecen también tensiones estáticas bajas, pero las tensiones de operación son aproximadamente las mismas que las correspondientes a las transmisiones con fajas en V. Su capacidad para operar con diámetros de polea pequeños hacen que con frecuencia las fajas en V, Constituyan opciones atractivas cuando no sea importante el control preciso de velocidad.

6.2.3.1 Verificación de estado de fajas

Si se llevan a cabo los procedimientos adecuados de inspección para las fajas, probablemente se eliminen el 90 % de los problemas del mantenimiento. Esto se debe al hecho que una faja bien instalada en una pieza del equipo no crea problemas, una inspección rápida de la transmisión debe formar parte del programa de mantenimiento rutinario.

Póngase mucha atención a los sonidos que pueden significar problemas: el golpeteo de las fajas contra la protección de la transmisión puede ser provocado por una colocación no apropiada de esta última, por el hecho de que

las fajas estén flojas o por una vibración excesiva; algún rechinado puede ser provocado por bandas que no estén bien tensas o por material extraño (grasa, suciedad o pintura) en las ranuras de la polea.

A continuación aparece un listado en el que se especifican las fallas más comunes en las fajas y sus causas.

- **Patrones laterales desgastados.** Estos son causados por el resbalamiento constante, desalineación entre poleas, poleas desgastadas o por la instalación de la banda incorrecta.
- **Fractura del asiento de la faja.** Se produce por el resbalamiento de la banda, esto genera calor y endurece el material de la faja haciendo que este quiebre al realizar la transmisión. Otra causa frecuente, es el almacenamiento inadecuado de las fajas.
- **Asiento y lados de la faja quemados.** Es producido por el resbalamiento de la faja en el arranque o por la carga al frenar, así también puede ser provocado por el uso de poleas desgastadas.
- **Vuelco de la faja.** Puede ser causado por la existencia de material extraño en las ranuras de las poleas, por existencia de poleas desalineadas, ranuras de poleas desgastadas o bien por instalación inapropiada del elemento en tensión.
- **Polea rota por tracción.** Generalmente causado por carga de choque extrema o bien por que la banda se soltó de la transmisión esto debido posiblemente a desalineación entre poleas o existencia de material extraño en las mismas.

6.2.3.2 Montaje y desmontaje de fajas

Una vez verificado el mal estado de la faja, se procede al cambio de la misma. Uno de los primeros factores a mencionar es la seguridad personal. Siempre que se realicen trabajos de mantenimiento deténgase el equipo y asegúrese que el mismo no pueda ser encendido por error, ya que esto puede ocasionar algún accidente a la persona que está encargada del mantenimiento.

Siempre que se realizan labores de mantenimiento debe asegurarse que el lugar de trabajo proteja a la transmisión contra las condiciones del medio ambiente, desechos y partículas extrañas.

Cuando se realice el desmontaje de una faja, debe tenerse cuidado de nunca hacer rodar por medio de los dedos ésta sobre la polea, pues se corre peligro de graves lesiones, lo que se aconseja es utilizar el tensor de la transmisión para facilitar la salida de la faja.

Con el fin de ayudar a la selección de la faja apropiada para la aplicación indicada, los fabricantes publican información técnica y de diseño sobre estas.

Una de las reglas más importantes tanto en el desmontaje y montaje de las fajas, es no hacer palanca nunca, ni hacer rodar las fajas sobre la ranura de la polea. Hacer palanca con la banda sobre la polea acorta la vida de la misma, aún cuando el daño tal vez no sea visible. Las reglas de seguridad también dicen que nunca debe hacerse rodar las fajas sobre las poleas; Esto es uno de los actos más peligrosos que se pueden realizar respecto a las transmisiones, ya que si la polea gira, la ropa o los dedos de la persona pueden ser atrapados y, en consecuencia, pueden ocurrir heridas dolorosas.

Hacer rodar la faja no es la manera más fácil de instalarla. La mejor manera de instalar una faja es utilizar el ajuste de la transmisión para aproximar las poleas entre sí y, a continuación, dejar caer la faja en la ranura.

Una barra resistente para hacer palanca ayudará a mover el motor. Quítese todo rastro de polvo, óxido y arenilla de los rieles tensores; lubríquense de vez en cuando; esto hará que el cambio de la faja sea más fácil y seguro.

El procedimiento final de instalación de una faja comprende la aplicación de la tensión apropiada a la transmisión para tener un servicio sin problemas; he aquí tres sugerencias útiles para aplicar la tensión.

- La mejor tensión para una faja, es la más baja a la que no resbalará a plena carga. Demasiada tensión acorta su vida; muy poca hace que resbale, lo cual conduce a una falla prematura de la misma.
- Aplicar tensión a la transmisión hasta que las bandas queden bien acomodadas en sus ranuras. Luego hacer funcionar la transmisión durante 15 minutos para asentarlas; enseguida, impóngase la carga pico. Si las bandas resbalan, ténsense hasta que ya no lo hagan en las cargas pico.
- Verificar con frecuencia la tensión de la banda, durante el primer día de operación. De ahí en adelante, verificar de vez en cuando y hacer los ajustes necesarios.

6.2.4 Filtros

La función de los filtros es la retención de partículas o elementos extraños que puedan causar daños a los elementos de máquinas o sistemas.

Básicamente los sistemas de filtrado utilizados en la Empresa el Ingenio S.A., son utilizados en el sistema de aire comprimido y en el equipo de limpieza interna de motores.

El sistema de aire comprimido utiliza un filtro de aire en la entrada del compresor y un filtro de aire con separador de agua para el aire que sale del tanque del compresor, mismo que ingresa al sistema de distribución, generalmente este ultimo filtro constituye parte del conjunto llamado unidad de mantenimiento.

En el caso del equipo de limpieza interna de motores, utiliza un filtro de combustible, ya que éste realiza el filtrado de la mezcla de combustible y un aditamento especial para descarbonizado de cilindros.

A continuación aparecen detalladas las principales características de estos tres tipos de filtros.

Filtro de aire. El filtro de aire tiene por objeto realizar el filtrado de partícula extrañas contenidas en el aire aspirado por la unidad de compresión. Las partes elementales de este son: la caja del filtro, el filtro y la tapa para filtro. Ésta unidad está colocada en el sistema de admisión de aire del compresor.

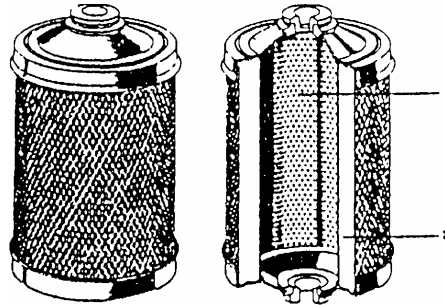
Filtro de aire con separador de agua. El filtro está ubicado en la salida de aire del tanque de compresión y constituye parte de la unidad de mantenimiento del compresor.

El aire comprimido penetra en el filtro a través de unos orificios inclinados, en forma parecida a unos inyectores, y es puesto en rotación por el deflector que tiene forma cónica. Estos orificios pueden verse desde la parte inferior del filtro.

El remolino ocasionado por la fuerza centrífuga del aire hace que el condensado se precipite en las paredes del vaso del filtro. El condensado y las partículas de suciedad de mayor tamaño, también expulsadas por la fuerza centrífuga, se depositan en el fondo del vaso. El aire comprimido atraviesa después el cartucho filtrante, donde se eliminan partículas más pequeñas, como cascarilla procedente de la tubería metálica, y otras suciedades. Con el tiempo las partículas más finas de suciedad obstruyen el cartucho filtrante por lo que éste debe de limpiarse o sustituirse periódicamente. El nivel máximo de agua de condensación se indica mediante una señal en el vaso. Este nivel no debe sobrepasarse, ya que en este caso el agua sería arrastrada a través del filtro. Para asegurar un funcionamiento sin averías, es necesario que todas las instalaciones neumáticas estén provistas con separador de agua.

Filtro de combustible. La misión de este filtro es retener las impurezas existentes en la mezcla de combustible y aditamento para limpieza, que se utiliza en el sistema de bombeo del equipo de limpieza interna de motores. Es de suma importancia realizar este filtrado pues esta mezcla pasa a través del sistema de inyección de combustible de los automóviles, que puede ser dañado o desgastado con suma facilidad.

Figura 13. Filtro de combustible y sus partes (1. Tubo central perforado, 2. papel de filtro)



Fuente: Manual de mantenimiento industrial, Editorial CECSA , página 80

Cuando la mezcla fluye a través del filtro, las partículas de suciedad quedan retenidas en el cartucho del filtro. El cartucho del filtro es de fieltro y el tamaño de sus poros es de aproximadamente unos 0.0015 mm por término medio, lo que refleja la gran capacidad de filtrado con que cuenta.

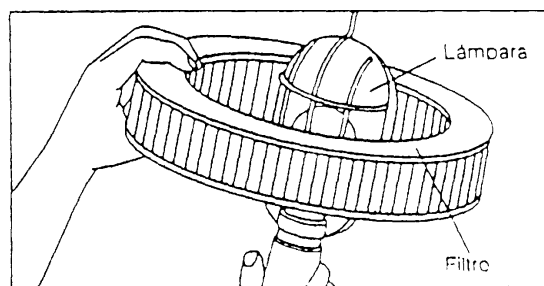
6.2.4.1 Verificación de estado de filtros

Para el filtro de aire de la unidad de compresión, se recomienda realizar una revisión periódica, con ayuda de una lámpara. Para realizar esta tarea siga el procedimiento que sugiere el fabricante o en su defecto el siguiente:

Desmontar el filtro de la caja que lo guarda, quitando la tapadera de la caja por medio de una tuerca de mariposa que es la encargada de cerrar la unidad. Luego de desmontado el filtro, meta una lámpara en el centro del filtro y de vueltas alrededor de la lámpara. Si la luz pasa a través de todo el filtro, está limpio y se puede volver a usar. Si está ligeramente sucio, se puede volver a usar después de haberle quitado el polvo; para ello, golpéelo suavemente contra una superficie plana o aplique aire comprimido, aunque esto último no es

recomendable, si se realiza debe de poner una válvula que pueda reducir la presión y colocar la salida del aire exactamente en el medio del filtro, no pegado a este. Si el filtro está tan sucio que no se puede ver luz a través de él, o si está rasgado, dañado o mojado es recomendable el cambio.

Figura 14. Verificación del estado del filtro de aire del compresor



Fuente: Manual del profesional del aire comprimido, Ingersoll-Rand Co.1992.Pg. 1-12

El filtro de aire con separador de agua necesita revisión continua, dependiendo del uso del compresor se aconseja que la revisión sea diaria, para evitar que el nivel máximo de agua de condensación sea rebasado, pues esto causaría el arrastre del agua a través del filtro. También es necesario revisar el cartucho filtrante, donde se concentran las partículas pequeñas, ya que con el tiempo estas partículas obstruyen el elemento filtrante por lo que éste debe de limpiarse o sustituirse periódicamente.

El filtro de combustible, no puede ser revisado, ya que sus elementos están herméticamente sellados, lo que hace imposible la revisión del elemento de filtrante. Lo aconsejable en este caso es seguir las recomendaciones del fabricante del equipo, pues es la única guía que puede ser confiable para determinar el periodo de cambio del filtro.

6.2.4.2 Determinación de vida útil de filtros

La vida útil del filtro es el periodo de tiempo en el cual éste cumple sus funciones de filtrado sin ocasionar problemas de contrapresión u obstrucción del elemento filtrado. La vida útil del filtro dependerá directamente de su construcción, del fluido filtrado, de la frecuencia de uso del equipo en el cual está instalado y del medio ambiente en el que trabaja. La vida útil de los filtros viene indicada en estos y es un dato proporcionado por el fabricante de los mismos.

6.2.5 Poleas y cuñas

Uno de los mecanismos más utilizados en la transmisión de potencia, es el de sistema de poleas acopladas a ejes por medio de cuñas. Las poleas son básicamente discos ranurados, esta ranura sirve como guía para las fajas, mismas que transmiten el movimiento y la potencia.

El ranurado de los discos de polea dependerá del tipo de faja que se utilice para la transmisión de potencia, por lo cual, no se puede combinar poleas con fajas que no sean del mismo tipo. Por esta razón las poleas se pueden clasificar por la forma del área transversal en poleas para faja planas, para fajas en V, y con dientes y guías para fajas síncronas. Las poleas pueden ser construidas desde materiales metálicos hasta plásticos, según sea su uso.

Las cuñas se usan para evitar el movimiento relativo entre un eje y elementos de máquinas tales como engranes, poleas, levas, volantes, etc. Hay muchas clases de cuñas, algunas de las cuales se han estandarizado. El tipo de cuña especificada dependerá de la magnitud de par de torsión transmitido, del tipo de carga, ajuste requerido, esfuerzo limitante del eje y costo.

Las cuñas más comunes de usar son la cuña cuadrada, la cuña cónica y la cuña *Woodruff*. Como regla general, para asegurar el agarre de las cuñas la longitud mínima de las mismas debe de ser por lo menos 25 % más del diámetro del eje en el que está montada.

6.2.5.1 Verificación de estado de poleas y cuñas

La verificación del estado de poleas y cuñas, se realiza por medio de una inspección visual. Al realizar una inspección, es necesario revisar el alineamiento de la faja, si esta perdió la alineación, puede provocar desajuste en la polea, para este caso lo recomendable es verificar el estado de la cuña, la que posiblemente es la causante del juego en la polea. Si se verifica la existencia de una cuña defectuosa es recomendable el cambio de ésta por una de características originales similares, ya que el uso de cuñas defectuosas puede originar daños tanto al eje como a la polea en los que se encuentra acoplada.

También es importante revisar el estado de la polea, pues si se está trabajando con una polea desalineada o desbalanceada, puede provocar vibraciones a la maquinaria y terminará dañando el conjunto de transmisión de potencia. La pérdida de ajuste de la polea se puede deber al extenso uso de la maquinaria o por posibles problemas que no han sido detectados en otros elementos que interactúan en el funcionamiento de ésta.

6.2.5.2 Montaje y desmontaje de cuñas y poleas

Antes del desmontaje de cualquier pieza, es necesario realizar un marcaje del lugar donde van colocadas la misma, para evitar problemas cuando se realiza el montaje. En el caso de la polea se aconseja marcar el lugar o profundidad del montaje de esta sobre el eje, ya que esto ayudará a saber colocar la misma, en su lugar correcto, lo que evitará problemas de desalineación de la faja entre poleas.

El desmontaje de poleas se realiza, cuando sea necesario, por medio de un extractor de cojinetes, ya que generalmente las poleas se montan bastante ajustadas, por lo que no es recomendable sacar una polea por medio de golpes localizados, ya que estos pueden provocar torcedura o quebradura de alguna sección de la polea. Se debe tener mucho cuidado con la revisión previa al desmontaje, ya que en muchos elementos que están montados en ejes y que contienen cuñas, vienen ajustados por medio de un tornillo opresor, el cual se encarga de presionar la polea, la cuña y el eje. Si no se ha extraído el tornillo y se empieza a sacar la polea, se producirán daños en esta, inclusive se corre el riesgo de quebrarla o dañar el espacio confinado para el tornillo opresor. Se recomienda también la utilización de una pinza para montar y desmontar la cuña.

Una vez revisada la cuña y la polea, se procede al montaje de las mismas, la cuña se coloca en su ranura o cuñero, luego se introduce la polea, cuidando la alineación de ésta con respecto a la ranura de la cuña, una vez alineada se introduce la polea hasta la profundidad donde estaba originalmente. Se recomienda realizar una fuerza bien distribuida para introducir la polea, de esta forma se evitan golpes localizados en el área de la misma, por ultimo se ajusta el tornillo opresor si este es el caso.

6.2.6 Sistema de distribución de aire comprimido

6.2.6.1 Revisión de tubería y accesorios

Cuando se realizan revisiones a los sistemas de distribución de aire comprimido es recomendable realizar una serie de recomendaciones que ayudan a la prevención de accidentes, a continuación aparece un listado detallado de estas:

- Asegurarse que el compresor no pueda ponerse en funcionamiento mientras se estén realizando actividades de mantenimiento a la red de distribución.
- Si esto no es posible, debe aislarse la sección que va a ser objeto de revisión o mantenimiento. Debe asegurarse que la válvula que sea utilizada para el aislamiento de la sección mencionada esté completamente cerrada, antes de vaciar los conductos.
- Como regla general, debe contarse con el manual del fabricante para seguir las recomendaciones que aparecen en este.
- Debe contarse con una pequeña cantidad de piezas de repuestos, para que estas puedan ser cambiadas rápidamente si esto fuera necesario.
- Antes de echar a andar de nuevo el compresor o la sección revisada, debe inspeccionarse cuidadosamente si todos y cada uno de los elementos que conforman la red de distribución están debidamente colocados.

6.2.6.2 Notas básicas para el mantenimiento correcto de la red de distribución de aire comprimido

Cuando un sistema de aire comprimido opera en buenas condiciones, permite obtener resultados satisfactorios en lo referente no solo en la operación continua de los diferentes procesos en los que se utiliza aire como medio de energía, sino también garantiza un buen trabajo a costo mínimo.

Un factor importante, que garantiza el rendimiento efectivo de un sistema de aire comprimido, es el buen estado de las líneas de distribución y sus componentes. Los problemas más frecuentes que pueden presentarse en las tuberías son: La presencia de fugas de aire y obstrucción por presencia de partículas extrañas o líquidos en la tubería. Las labores de mantenimiento las podemos dividir en dos grupos:

- Detección de fugas
- Limpieza de tuberías y accesorios

Detección de fugas. Al trabajar con aire comprimido no se presentan los mismos riesgos que con gases o vapor, por esta razón se tiende a restar importancia a las fugas de aire. Aunque las pérdidas de aire son inofensivas representan pérdidas de energía que incide en un bajo rendimiento del sistema de distribución. Aunque la presencia de fugas de aire es inevitable, debe de tratarse por todos los medios que estas se mantengan dentro de un límite aceptable. Se aconseja que las perdidas provocadas por fugas no excedan en un 5 % de la capacidad del compresor.

Limpieza de tuberías y accesorios. Las tuberías deben ser objeto de una limpieza interior al menos una vez al año, esto con el objetivo de eliminar costras adheridas a la superficie debido a la presencia de agua o aceite emulsionado del compresor o bien a partículas sólidas y abrasivas presentes en el aire, estas últimas reducen el flujo de aire y en algunos casos puede inclusive obstruir las tuberías. La limpieza interior de la tubería, se realiza con ayuda de un cepillo giratorio que va eliminando las costras. Si el diámetro de la tubería es pequeño o si es demasiada la cantidad de costra encontrada, es conveniente el cambio definitivo de la tubería.

En el mantenimiento de válvulas, lubricadores, reguladores, filtros, etc. También es recomendable realizar actividades de limpieza e inspección en un periodo de tiempo determinado, que depende de la frecuencia de uso de la unidad, aunque la inspección ocular debe de hacerse mensualmente para poder verificar el estado de los accesorios. En los lugares en donde exista mayor contaminación del aire, el tiempo de inspección debe acortarse debido a que los accesorios están expuestos a condiciones más severas y por ende a mayor desgaste.

6.2.6.3 Cambio de tubería o accesorios del sistema de distribución de aire comprimido

Si después de efectuada la revisión de tuberías o accesorios del sistema de distribución de aire, se determina que es necesario el cambio de algún elemento, debe tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- Al realizar un cambio de tubería o accesorio de la red de distribución de aire comprimido, el primer punto a cuidar es la seguridad personal. Por tal motivo, el primer paso es cerrar la circulación de aire comprimido del

ramal en el que se está trabajando, esto puede efectuarse por medio de la desactivación del compresor o bien con ayuda de válvulas de paso que pueden suspender el suministro de aire en secciones predeterminadas.

- Siempre que se realice un cambio de tubería o accesorio, debe verificarse que los mismos sean de buena calidad y que tengan las mismas características de fabricación de los elementos que están siendo reemplazados. No se pueden colocar accesorios o tuberías de diferentes diámetros, aún si esto es posible de realizar por medio de adaptadores que puedan facilitar la unión de partes de diámetros diferentes, esto no es recomendable, pues provocaría variación en los caudales de aire y por ende, provocar variaciones de presión y velocidad del mismo, lo que puede provocar a su vez, ruidos por vibración en tuberías o fallas en los equipos que trabajan con la energía del aire comprimido debido a las fluctuaciones provocadas en el aire.
- Todos los sistemas de distribución de aire comprimido que están constituidos por elementos que no superan las 4 pulgadas de diámetro, tienen uniones de tipo roscado, por tal motivo al realizar un cambio de alguno de los elementos del sistema de distribución, es necesario que en las uniones roscadas se coloquen selladores, el más utilizado, por su economía y efectividad, es el teflón.
- Una vez realizado el cambio de tubería o accesorio, debe comprobarse que todos los elementos que fueron removidos para la instalación, estén bien conectados a la red de distribución. Si se comprueba que todo está bien asegurado, entonces se procede a activar el ramal que fue objeto de mantenimiento.

6.2.7 Equipos computarizados

El mantenimiento preventivo del equipo computarizado consiste en crear un ambiente favorable para el sistema y conservar limpias todas las partes que componen la computadora. El mayor número de fallas que presentan los equipos es por la acumulación de polvo en los componentes internos, ya que éste actúa como aislante térmico. El calor generado por los componentes no puede disiparse adecuadamente porque es atrapado en la capa de polvo. Las partículas de grasa y aceite que pueda contener el aire del ambiente se mezclan con el polvo, creando una espesa capa aislante que refleja el calor hacia los demás componentes, con lo cual reduce la vida útil del sistema en general. Por otro lado, el polvo puede contener elementos conductores que pueden generar cortocircuitos entre las trayectorias de los circuitos impresos y tarjetas de periféricos.

Si se quiere prolongar la vida útil del equipo y hacer que permanezca libre de reparaciones por muchos años se debe realizar la limpieza con frecuencia. La periodicidad que se recomienda para darle mantenimiento preventivo a un equipo computarizado es de una vez por semestre, esto quiere decir que como mínimo debe de dársele mantenimiento dos veces al año, esto dependerá del usuario, de la ubicación y uso de la computadora, así como de los cuidados adicionales que se le dan al equipo.

6.2.7.1 Revisión de equipos de computación

La revisión de los equipos computarizados debe ser realizada por personal capacitado para tal efecto o personal que tenga relación con trabajos de tipo electrónico, para la ejecución de tareas de mantenimiento a este tipo de equipo es necesario tomar en cuenta la necesidad de equipo especial para tal efecto.

El mantenimiento preventivo ayudará a alargar el buen funcionamiento de la computadora, para ello se tiene que contar con una mesa de trabajo, la cual preferentemente no debe de ser conductora (que no sea de metal), se debe tener el área o mesa de trabajo libre de estorbos y polvo.

La revisión de los equipos de computación requieren del conocimiento de los componentes principales del equipo, a continuación se hace un breve repaso de estos elementos:

- 1) **Disco duro.** Es un disco magnético hecho de metal y cubierto con una superficie de grabación magnética. Puede ser fijo o removible, es una unidad de almacenamiento.
- 2) **RAM.** Todos los programas y datos que maneja el microprocesador se almacenan temporalmente en esta memoria, capaz de acceder y almacenar cualquier dato de forma rápida y aleatoria.
- 3) **Tarjeta madre.** Es la tarjeta principal o base, es un circuito impreso con dispositivos electrónicos que contiene ranuras de expansión que aceptan otras tarjetas adicionales.
- 4) **Tarjetas de expansión.** Son todos aquellos dispositivos que se encuentran instalados en el CPU y nos ayudan a ejecutar diferentes tareas, por ejemplo tarjetas de sonido, modem, etc. Estos dispositivos sirven para expandir nuestras posibilidades de interaccionar con otros medios.
- 5) **Unidad lectora de disco flexible.** Sirve para leer o grabar información de forma removible.

6.2.7.1.1 Revisión y limpieza de equipos de computación

La mezcla de polvo con el ambiente húmedo en casos extremos ocasiona que éste pueda ser un magnífico conductor eléctrico provocando pequeñas fallas en los componentes electrónicos de una computadora; además que la acumulación del mismo reduce la eficiencia de los ventiladores de enfriamiento, por otra parte, el polvo cuando se acumula de forma uniforme sobre los circuitos integrados forma un manto aislante el cual retiene el calor provocando que los circuitos disminuyan su rendimiento.

Recomendaciones antes de iniciar la limpieza de una computadora. La electricidad estática es un aspecto importante a considerar, ya que el cuerpo humano es conductor de esta electricidad, no muy bueno, pero con capacidad para dañar dispositivos electrónicos. La solución para que no suceda lo anterior es la pulsera antiestática, la cual se debe colocar siguiendo el siguiente orden:

- Asegúrese de desconectar la computadora, así como de desconectarla de la toma de corriente.
- Colocar la parte de la pulsera en la mano izquierda cuando sea diestra la persona, y en la mano derecha cuando sea zurda la persona.
- Conectar el otro extremo que normalmente es una pinza, a una parte metálica del chasis del CPU, para que no halla diferencia de potencial eléctrico, entre la persona y los dispositivos electrónicos.

A continuación aparece un cuadro que contiene la información necesaria acerca de las características del área de trabado para realizar revisiones en los equipos computarizados.

| | DESCRIPCIÓN |
|--------------------------|--|
| Mesa | De superficie lisa, sin perforaciones y amplia, para evitar que se extravíen o caigan piezas pequeñas. |
| Iluminación | Buena y suficiente para poder tener una buena visibilidad, en caso necesario tener una lámpara sorda (lámpara de pilas). |
| Energía eléctrica | Se debe contar con conexiones eléctricas a la mano por si hay que utilizar algún dispositivo de limpieza eléctrico. |

Herramienta básica. Otro punto importante que no hay que olvidar es identificar bien el tipo de tornillo que se maneja para fijar las tarjetas de expansión y en muchos casos también las tapas del CPU. Los destornilladores que se utilizan son del tipo de punta de cruz (*phillips*), de punta de estrella (*torx*) y de punta plana (castigadera). Otra herramienta de suma importancia es la pinza que puede ser de tipo corte y de punta.

Además se requieren de los siguientes materiales para limpieza de la unidad del CPU:

- Cepillos de cerdas curvas
- Brochas, de preferencia antiestáticas
- Trapos, de preferencia que no suelten pelusa
- Isopos de algodón
- Limpiador de aplicación en espuma
- Limpiador de componentes electrónicos dieléctrico
- Aire comprimido
- Aspiradora
- Limpiador de unidades lectoras de 3 ½"

Una vez que se cuente con el espacio adecuado y los utensilios necesarios para trabajar, se procederá a limpiar de forma externa el CPU, para lo cual se deberán de seguir los siguientes pasos:

- Apagar el equipo
- Desconectar el equipo de la toma eléctrica
- Eliminar el exceso de polvo con un cepillo de cerdas duras, cepillando de arriba hacia abajo.
- Aplicar espuma limpiadora:
 1. **Forma directa.** Cuando la superficie sea lisa y sin perforaciones, la espuma se aplicará de forma directa al CPU.
 2. **forma indirecta.** Se aplica la espuma a un trapo para que éste se humedezca y se procede a limpiar las ranuras del CPU.

Limpieza interna. A continuación aparecen los pasos a seguir para el desensamble de CPU:

- 1) Apagar el equipo
- 2) Desconectar el cable de energía antes de manipular en el interior de la computadora.
- 3) Identificar el tipo de tornillos o mecanismos de fijación de la tapa del CPU, para poder tener acceso a los componentes internos.
- 4) Utilizar pulsera antiestática
- 5) Retirar los tornillos una vez que ya identificó el tipo de estos y marcarlos para que no se confundan con los que se utilizan las tarjetas de expansión.

Una vez que ya se retiró la tapa es bueno identificar los componentes a la vista, como lo son:

1. Fuente de poder
2. Unidades de disco duro
3. Unidades lectoras de disco flexible
4. Tarjetas de expansión
5. SIMM o DIMM de memoria

Una vez que se tienen limpias las tarjetas de expansión se continúa con la limpieza del disco duro y las unidades lectoras de disco flexible, para lo cual tendrá que desmontarse de la siguiente forma:

- Desconectar el cable de energía y el del bus de datos
- Observar cómo están sujetas a la carcasa del CPU, por lo regular será a través de tornillos, hay que quitarlos(identifíquense), para retirar físicamente las unidades de disco duro y lectoras de discos flexibles.
- Una vez realizado el paso anterior, con una brocha retirar el polvo que esté en la superficie de las mismas.
- Con la misma brocha retirar lo que pudiera haber de polvo en las terminales del bus de datos y energía.
- No tratar de abrir el disco duro, porque viene cerrado al vacío y los dispositivos que se encuentran adentro se dañarían al instante. Basta con los pasos anteriores para decir que se le dio limpieza física al disco duro.
- Para las unidades lectoras de discos flexible, tampoco se recomienda abrirlas, la limpieza complementaria se dará una vez que se haya armado completamente el CPU, y consistirá en utilizar un disco limpiador de cabezas.
- Por último, solo resta limpiar los cables de datos del disco duro y de las unidades lectoras de disco flexible, esto es fácil, únicamente cepíllelas y límpielas con un trapo limpio.

Limpieza de la tarjeta madre. La limpieza de este dispositivo es muy importante ya que en él se encuentran el procesador y los circuitos principales del CPU.

El Procedimiento de limpieza de la tarjeta madre, consta de los siguientes pasos.

- Para darle limpieza no es necesario desmontarla del cuerpo del CPU
- Cepillar toda la superficie de arriba hacia abajo, para que todo el polvo se deposite en la parte inferior, debe tenerse cuidado que con el cepillado no se remuevan de su lugar los puentes que tiene la tarjeta madre.
- Con una aspiradora remover todo el polvo depositado en la parte inferior y el que todavía pueda estar depositado en cualquier otra parte del cuerpo del CPU.
- Aplicar limpiador de componentes electrónicos en la tarjeta madre, incluyendo las ranuras.

Ensamblado de todos los componentes del CPU. Ahora se procederá de manera inversa para el ensamble del CPU, primero se fijarán los discos duros y unidades lectoras de disco flexible, después los cables de datos y energía, y por último las tarjetas de expansión.

Una vez terminado el procedimiento de limpieza a la unidad de CPU, se procede a la limpieza del resto del equipo, y es el turno del monitor. Para realizar la limpieza se necesita seguir los siguientes pasos:

- No tratar de abrir el monitor para limpiarlo por dentro, pues esto provocaría una descarga eléctrica a la persona que lo intente.
- Con un cepillo de cerdas firmes retirar el polvo depositado en la superficie de la carcasa del monitor.
- Para completar el paso anterior, pasar un trapo limpio sobre la superficie de la carcasa y la pantalla del monitor.

- Para lograr un mejor resultado se aconseja aplicar espuma limpiadora en forma indirecta, para evitar que ésta entre en las ranuras de ventilación del monitor.
- Una vez se ha terminado con la carcasa del monitor, limpiar la pantalla, para lo cual se puede ocupar productos de limpieza de cristal, solo debe recordarse que la aplicación debe efectuarse en forma indirecta.

Una vez terminada la limpieza del monitor se continúa con el teclado, la limpieza de éste se puede hacer de forma superficial o profunda.

Forma superficial.

- Retirar el polvo depositado en las superficies externas del teclado, y con una brocha el depositado entre las teclas.
- Aplicar aire comprimido para completar el paso anterior, sobre todo entre las teclas.
- Repetir el primer paso.
- Si se ocupa espuma limpiadora para la limpieza de las superficies y teclas, la aplicación de ésta debe ser en forma indirecta. Para las superficies grandes utilice un trapo y para las más reducidas entre las teclas utilice aplicadores de algodón.

Limpieza profunda. La limpieza profunda se hará cuando se derrame líquido sobre el teclado (agua, café, refresco, etc.), se recomienda en este caso tener sumo cuidado de no dañar o lastimar las membranas del teclado.

6.2.7.1.2 Implementación y actualización de *software*

En ocasiones es necesario realizar tareas de expansión o de actualización de *software*, esto debido a que constantemente se mejoran las aplicaciones de programas, los cuales pueden hacer una diversidad extensa de tareas. Para esto es necesario realizar una implementación de dispositivos que nos ayuden a instalar los nuevos programas, estos pueden ser dispositivos físicos de almacenamiento, como por ejemplo la instalación de discos duros, o instalación de programas por medio de lectura de dispositivos de almacenamiento de información externos (discos flexibles, cintas magnéticas, discos compactos).

Estas tareas deben ser realizadas por personal calificado para tal efecto, y de preferencia debe realizarlo la empresa que provee este tipo de dispositivos ya de esta forma garantizará el funcionamiento adecuado del sistema, a continuación aparece una serie de precauciones que deben de ser tomadas en cuenta antes de realizar una implementación o actualización de *software*.

La única medida preventiva que es aconsejable realizar cuando se actualice el *software* de nuestro equipo es guardar la información de los archivos más importantes.

Si la unidad de disco duro se descompone o si los archivos se dañan o se sobrescriben accidentalmente, es conveniente contar con una copia de respaldo de los datos de dicha unidad; así como conocer cuales son los archivos más importantes para usted y para el sistema, de los que es necesario tener un respaldo por seguridad, en caso de pérdida accidental de información.

El respaldo de la información de la computadora implica la copia de los archivos a otro medio de almacenamiento, el cual no puede ser leído en forma

directa por una computadora; Los archivos a menudo se guardan con un formato especial para ahorrar espacio y evitar errores. Algunas herramientas que se utilizan para crear respaldos de información son el *Backup* (copia de seguridad), utilidades de compresión como *Winzip* y algunas herramientas integradas en los paquetes de *software*. Algunos programas de respaldo pueden usar cintas, disquetes y medios desmontables, como sin: unidades *Zip* y unidades *Jazz*.

6.3 Listado de actividades de mantenimiento por máquina

6.3.1 Mantenimiento preventivo para alineadora computarizada

La alineadora computarizada se puede dividir en dos secciones para su mantenimiento:

- El equipo de computación con sus cabezales y sensores
- El equipo del puente de suspensión del automóvil

A continuación aparece un listado de recomendaciones para mantener en optimas condiciones el trabajo del equipo:

Equipo computarizado, cabezales y sensores. El siguiente listado enumera las recomendaciones y precauciones con respecto al uso del equipo:

- El equipo computarizado debe de estar localizado en un lugar fresco libre de humedad y protegido del contacto directo de los rayos de sol. Si no existe protección para cualquiera de los dos casos anteriores puede producirse daños a los elementos electrónicos de la unidad, ya que estos son sensibles.

- Mantener el equipo suficientemente alejado de otros que puedan servir de interferencia en las mediciones, evitar la utilización de equipos electrónicos que puedan causar campos magnéticos ya que estos pueden dañar la información del equipo de computación.
- Realizar a diario la limpieza y aspiración de polvo del área donde está colocado el equipo computarizado. También realizar la limpieza del gabinete que contiene este equipo por lo menos una vez por semana.
- Evitar comer, beber o fumar cuando se está trabajando con el equipo computarizado.
- Utilizar un sistema de regulación y carga de energía para la alimentación de la computadora. Esto ayudará a que el equipo trabaje con un valor de energía óptimo y que cuando ocurran cortes de energía exista un periodo de tiempo prudencial que permita guardar la información.
- Tratar de no movilizar el equipo, a menos que esto sea necesario, ya que el gabinete permite fácilmente el cambio de área de trabajo por contar con ruedas, esto no es aconsejable, pues esto aumenta el riesgo de accidentes provocados por caídas de los elementos que conforman el mismo.
- Revisar el estado de la instalación eléctrica donde se conecta el equipo para verificar su buen desempeño.
- Cuando deje de utilizar el equipo, espere un momento para que el monitor se enfríe y luego colóquele las fundas de protección a todo el equipo.

- Los cabezales pueden ser desmontados y guardados con facilidad. Las medidas de prevención se limitan a la limpieza externa de los cabezales y al cuidado en el manejo de estos, pues una caída del equipo puede provocar daños serios en la estructura del mismo.

El mantenimiento preventivo propiamente para los equipos computarizados consiste en crear un ambiente favorable para el sistema y conservar limpias todas las partes que componen la computadora. La mayor parte de fallas en este tipo de equipo se debe a la acumulación de polvo en los componentes internos, ya que este actúa como aislante térmico, lo que provoca que el calor generado no pueda disiparse adecuadamente. Otro efecto del polvo, es generar corto circuitos en los circuitos electrónicos, ya que este contiene elementos conductores. Si se desea prolongar la vida útil del equipo y hacer que permanezca libre de reparaciones profundas por muchos años se debe realizar con frecuencia la limpieza del equipo.

Los procedimientos para realizar la limpieza tanto superficial como profunda fueron explicados anteriormente, por lo que se recomienda leer estos pasos antes de proceder a realizar esta tarea.

Equipo de puente de suspensión para elevar el automóvil. Este equipo es de tipo auxiliar y permite trabajar con mayor facilidad en la parte inferior de los automóviles que están siendo alineados. Básicamente el equipo está constituido por dos elementos de embolo y cilindro que funcionan con aire comprimido que proviene del compresor, este aire es manejado por una válvula de paso que permite la regulación del aire en los cilindros.

Las tareas de revisión consisten en la búsqueda de posibles fugas en cualquiera de los elementos del equipo (mangueras, llave de paso, cilindros),

para su reparación. La información detallada de estas tareas se puede encontrar en la sección del mantenimiento preventivo para la red de distribución de aire comprimido, contenida en esta investigación.

6.3.2 Mantenimiento preventivo para balanceadora computarizada

El equipo de balanceo es un equipo que consta de tres sistemas básicos: un eje balanceado, un freno para el eje y la computadora con su respectiva fuente de alimentación.

Este equipo está definido como equipo de bajo mantenimiento y las recomendaciones siguientes son suficientes para mantener en óptimas condiciones el equipo.

- Evitar peso innecesario sobre el eje o provocar golpes a éste, pues esto puede dañar las mediciones que efectúa el mismo. Es necesario recordar que la calibración del eje es especial y que debe mantenerse en condiciones óptimas con respecto a su alineación y balanceo.
- Realizar limpieza externa del equipo con ayuda de paños secos o bien por medio de limpiadores líquidos recomendados para la limpieza de equipos electrónicos. Siempre que se realice las tareas de limpieza externa es necesario verificar que el equipo se encuentre apagado.
- Para realizar la limpieza interna del equipo, es necesario quitar la tapa trasera del mismo con ayuda de un destornillador de cruz, eliminar el polvo del equipo con ayuda de una aspiradora pequeña, teniendo cuidado de no remover ningún cable de conexión. Una vez terminada la labor de limpieza colocar de nuevo la tapa trasera del equipo.
- Revisar regularmente, el estado de las baterías, pues estas pueden sufrir de derrames de ácido, lo que puede dañar a los elementos electrónicos del equipo. Cuando sea necesario el cambio de las baterías, cambiarlas todas y nunca combinar baterías viejas y nuevas.
- Verificar el estado de la faja utilizada en el sistema de frenado.

6.3.3 Mantenimiento preventivo para rectificadora de frenos

El desempeño satisfactorio del equipo de rectificación de frenos es directamente proporcional al cuidado del mismo, el procedimiento aquí descrito enumera las tareas necesarias para mantener en buenas condiciones los mecanismos del equipo.

- La primera recomendación es no operar el torno a menos que el aceite de lubricación del sistema principal se encuentre en el nivel medio del visor de lubricación, cuando el equipo esté apagado. Si existe deficiencia del mismo coloque aceite hasta la marca central del visor, el aceite es de tipo SAE 90.
- Siempre mantener el torno tan limpio como sea posible. Para efectuar la limpieza del mismo un cepillo de cerdas semi suaves es ideal para realizar limpieza de virutas en el carrito transversal, el mecanismo portaherramientas, o en los buriles.
- La lubricación ocasional de los tornillos tipo gusano del equipo, tanto del carro transversal como del mecanismo principal, es recomendable. Además de verificar que estos tornillos no contengan virutas metálicas, ya que pueden provocar daños a los mecanismos.
- Es importante mantener el eje principal del equipo limpio y ligeramente lubricado, para permitir el montaje y desmontaje de los adaptadores utilizados para sujetar los discos o tambores de freno.
- Se recomienda realizar una limpieza de los adaptadores utilizados para la sujeción de los discos por medio de un enjuague que quite la suciedad de los mismos, además para los adaptadores tipo cojinete para trabajo de tambores se recomienda realizar una limpieza en las ranuras de los mismos, esto ayudará en todo momento a mantener la exactitud de los trabajos.
- Cada tres meses es recomendable realizar la operación de lubricación del cojinete del eje principal, esta lubricación se realiza por medio de grasa que debe ser aplicada al equipo a través de un adaptador para grasera que se encuentra en la parte de arriba del eje principal.
- Verificar la alineación y desgaste de la faja en V que se encuentra en la parte trasera del equipo y que sirve para transmitir la potencia y permite el cambio de velocidad del eje principal. Rectifique la alineación de poleas y realice el ajuste del conjunto periódicamente.

Continuación

- Verificar periódicamente el tornillo de retención del carro transversal. Si está flojo, entonces apretar firmemente. Lubricar las manijas manuales del equipo, para que el uso de estas sea libre y fácil de operar.
- Verificar el estado de los cordones eléctricos, y revisar posibles roturas que puedan provocar paros en el equipo o corto circuitos. Reemplazar si fuera necesario.
- En todos los trabajos de rectificación es recomendable utilizar silenciadores, estos permiten que los trabajos no causen molestias de ruidos a las personas y minimizan la vibración de la máquina.
- Existe una pequeña posibilidad, después de un uso considerable, que se escuche un ruido poco común en la rectificación de un disco o tambor, esto puede ser provocado por la pérdida de elasticidad del silenciador. Se recomienda tener repuesto de las bandas silenciadoras para poder realizar un cambio cuando se requiera.
- Siempre que termine de utilizar el equipo apague completamente el sistema de alimentación, esto para evitar riesgos de lesiones.
- No colocar herramientas o adaptadores de ningún tipo, encima del equipo de rectificación de frenos, estos pueden caer en partes en movimiento y pueden provocar daños severos al personal o al propio equipo.

6.3.4 Mantenimiento preventivo para equipo de limpieza de motores

A continuación aparece un listado de tareas de mantenimiento que son necesarias para el funcionamiento óptimo del equipo limpiador de motores, además se incluyen listados de posibles fallas y la solución de las mismas.

Cambio de filtro de equipo para limpieza de motores. El filtro contenido en la unidad del equipo de limpieza de motores, se encuentra en la parte externa de dicho equipo, esto con el propósito de hacer más fácil su cambio o reposición ya que es uno de las tareas más importantes para el mantenimiento de la unidad. Según las recomendaciones del fabricante el cambio del filtro debe realizarse cada cien servicios de limpieza o cada seis meses, según lo que

venga primero. Para realizar el cambio del mismo debe de seguirse con cuidado el siguiente listado de pasos de instalación:

Paso 1 Drenar el depósito de la unidad de limpieza de motores.

- Conecte los bordes de la batería de la unidad.
- Conecte un adaptador de tipo abierto a la línea color rojo de abastecimiento de combustible.
- Coloque el adaptador en un recipiente que sirva para recibir el líquido drenado.
- Coloque el interruptor en la posición de encendido y active el cronómetro para que funcione por 10 minutos para efectuar el drenado.
- Mantenga el interruptor de la bomba de paso en la posición abierta y espere a que la corriente de fluido se detenga. Luego de esto, desactive el funcionamiento de la bomba del equipo.
- Coloque de nuevo el interruptor general en la posición de apagado.
- Quite el adaptador que utilizó como drenaje en la línea de abastecimiento roja.

Paso 2 Reemplace el filtro.

- Cuando realice el cambio del filtro, debe de colocarse uno de iguales características, este filtro es suministrado por el mismo proveedor del equipo. Además debe tenerse cuidado de llenar el depósito del equipo a $\frac{1}{4}$ de su capacidad con gasolina limpia.

Paso 3 Puesta en marcha.

- Coloque el interruptor general en la posición de encendido.
- Conecte el sistema de control de tiempo automático para funcionar en un intervalo de 10 minutos.
- Mantenga encendida por un momento la bomba del equipo.
- Mientras mantiene encendida la bomba del equipo realice el ajuste del control de presión a 50 psi.
- Permita el funcionamiento del equipo por un intervalo de tiempo de cinco minutos.

Paso 4 Revise la posible existencia de fugas.

Paso 5 Apague el equipo por medio del interruptor general y deje funcionando por completo el controlador de presión automático.

Paso 6 La unidad del equipo de limpieza de motores está listo para su funcionamiento.

A continuación aparece un listado de posibles problemas y soluciones, si el problema que se desea solucionar no aparece en este listado, es necesario contactarse con el proveedor del equipo de limpieza de motores.

Problema. El equipo no enciende cuando el interruptor general es accionado.

Soluciones.

- La conexión de la batería del equipo puede estar floja. Revise el cable de conexión de la batería para verificar su estado.
- El voltaje de la batería es bajo. Realice una medición de tensión por medio de un voltímetro. Si la lectura del voltaje es menor de 12 voltios es necesario que la batería sea reemplazada.
- Los fusibles de protección del equipo pudieron haberse activado por la presencia de una sobrecarga en la ejecución de un trabajo, se debe entonces de presionar el botón que sirve para reestablecer el funcionamiento del fusible y de esta forma permitirá el inicio de funcionamiento del equipo.
- El controlador de tiempo automático puede estar en cero, lo que no permitirá el funcionamiento, hasta que este tenga un valor determinado.
- Si ya se verificaron las opciones anteriores y no se encontró el defecto, es recomendable remover el panel trasero del equipo y de esta forma chequear por posibles conexiones eléctricas flojas o dañadas dentro de la unidad.

Problema. La bomba del equipo no funciona.

Soluciones.

- Revisar las conexiones de alimentación de la bomba para detectar posibles terminales flojas o rotas, en cuyo caso es necesario el cambio de cable de alimentación.
- De ser necesario desmonte la bomba y realice una inspección del funcionamiento de la misma, dependiendo del resultado de la inspección se determinará si es necesario repararla o reemplazarla completamente.

Problema. Baja presión en el funcionamiento.

Soluciones.

- Revise el estado del controlador de presión o de la bomba del equipo, repare o reemplace según los resultados.
- Revise posibles fugas en uniones dentro del equipo.

Problema. Fitting o adaptador con fugas.

Solución.

- Revise el ajuste de las conexiones, si es necesario apriete los adaptadores o bien utilice un sellador que evite las fugas.

Problema. Fuga en la bomba.

Solución.

- Revise ajuste de los conectores en la bomba, reemplace la bomba si la fuga es interna.

Problema. Fugas en el controlador de presión.

Solución.

- Revise el ajuste de los conectores colocados en el controlador de presión y si es necesario reemplace por nuevos.

Nota Si luego de encender la unidad de bombeo del equipo esta se detiene, puede tenerse problemas relacionados con la presión de trabajo de la unidad.

Continuación

- Revise posibles problemas de fuga en las líneas de distribución de líquido o en los conectores de las líneas, si no se encuentran fugas, continúe con el procedimiento que aparece a continuación.
- Con ayuda de un destornillador tipo phillips, desatornille los dos tornillos de la parte trasera del equipo y quite la cubierta metálica.
- Localice el tornillo tipo allen en la válvula de control de presión.
- Con ayuda de una llave allen, gire el tornillo para incrementar la presión, según sea necesario.
- Incremente la presión hasta que la bomba funcione por sí misma, después libere el interruptor de la bomba.

Lista de revisiones recomendadas. Para identificar posibles fuentes de fallas, es necesario realizar una lista de tareas de mantenimiento general al equipo, esto puede hacerse dependiendo de la programación de visitas o revisiones del equipo, el sistema de chequeo recomendado para esta unidad consiste básicamente en los siguientes procedimientos:

- Revisión interna de todas las conexiones para verificar posibles problemas eléctricos o filtraciones en el sistema de distribución de líquido bombeado.
- Realizar un chequeo del estado del sistema de luces de indicación, operación de la bomba y otros sistemas del equipo.
- Revisión de la carcasa del equipo y limpieza externa del equipo.

Para realizar la revisión de conexiones y la limpieza interior del equipo se recomienda efectuar los pasos que siguen a continuación.

- Quite el panel trasero del equipo.
- Una vez removido el panel trasero, realice una inspección visual, esto puede ayudar a encontrar problemas obvios como por ejemplo fugas, partes flojas o rotas, o desconexiones de cables eléctricos o conectores (*Fittings*). Repare si esto es necesario.
- Para detectar fugas menos obvias realice una revisión más minuciosa de la unidad para detectar posibles fugas debidas a acumulación de suciedad. Realice una limpieza por medio de algún líquido recomendado para tal efecto y un paño que ayude a la ejecución de esta tarea. Si es necesario realice reparaciones.
- Asegúrese que todas las conexiones eléctricas estén bien ajustadas.
- Asegúrese que todas las conexiones realizadas con *Fittings* o conectores, conexiones hidráulicas y conexiones de los controles estén bien ajustadas.
- Verifique que no existan mangueras aplastadas o tuberías restringidas en el interior del equipo.

Prueba de funcionamiento operacional. Esta prueba consiste en verificar el funcionamiento adecuado del equipo con respecto a la presión adecuada de trabajo (90 a 100 psi), así como también a verificar el estado de las de los indicadores visuales de luz, el indicador de sonido o zumbador, y el controlador de tiempo o *timer*.

Antes de realizar los siguientes pasos asegúrese de lo siguiente: (1) El interruptor general debe estar en la posición de apagado (*Off*). (2) el controlador de tiempo o *timer* debe estar en un valor cero. (3) El controlador de presión debe estar totalmente lleno.

Paso 1

- Con el panel trasero desmontado, remueva el depósito y llénelo con gasolina o kerosén hasta la mitad de capacidad de este.

Paso 2

- Conecte la batería, esta debe de estar cargada totalmente, a 12 voltios y 50 amperios hora. De esta forma se energizará la unidad. El ventilador de enfriamiento debería de activarse automáticamente.
- Si no ocurre el funcionamiento del ventilador, entonces verifique su estado, realice la revisión del circuito de fusibles, *timer*, cableado interno y externo (incluyendo los conectores de la batería),esto para detectar posibles conexiones en mal estado.

Continuación

Paso 3

- Si en el paso anterior no se encontró ningún problema entonces ajuste el controlador de presión a la posición abierta y coloque el controlador de tiempo o *timer* en la posición cero. Coloque el interruptor general en la posición de encendido (*On*). La alarma o zumbador debería de accionarse.
- Si no funciona la alarma, entonces realice una inspección del sensor de flotador interno ubicado en el depósito de la unidad todas sus conexiones con el timer o controlador de tiempo, también revise el interruptor general, el circuito de protección de fusibles, la alarma o zumbador, el timer, y otras conexiones relacionadas con esta parte del sistema.

Paso 4

- Coloque el controlador de tiempo a 10 minutos, y mantenga el interruptor de la bomba arriba al mismo tiempo gire el control de presión hasta un valor de 5 psi antes de liberar el interruptor de la bomba. La luz de advertencia que aparece en el panel frontal del equipo debe de encenderse y la alarma debería de detenerse automáticamente. Lentamente cierre el control de presión hasta que el indicador de presión se ubique a un rango entre 90 y 100 psi.

Nota

- No deje que la presión sobrepase los 110 psi. Si la presión es mayor a este valor, entonces es un buen momento para realizar tareas de mantenimiento a este elemento o bien lo más aconsejable es el cambio de la misma, si la presión no rebasa un rango de 85 a 90 psi, entonces revise la válvula de ajuste de presión.
- Si lo anterior no funciona, entonces revise el interruptor que activa la bomba, el controlador de presión, el filtro, a luz del panel frontal del equipo, la válvula de ajuste de presión y las conexiones internas para verificar posibles fugas.

Paso 5

- Realice una verificación de fugas, trabajando el equipo a 90 psi, haga funcionar el mismo por un intervalo de 5 minutos y verifique la existencia de posibles fugas.

Paso 6

- Cierre el control de presión completamente y luego coloque el interruptor general en la posición de apagado (*Off*). Realice un chequeo de la medición de presión para verificar que esta se mantenga. Abra completamente el controlador de presión para reestablecer su valor total.
- Si lo anterior no sucede, entonces realice una revisión de la válvula y el controlador de presión para la detección de posibles fugas.

Paso 7

- Conecte un adaptador abierto a la manguera de riego.
- Inserte un adaptador en el depósito interno del equipo.
- Coloque el interruptor general en la posición encendido. Accionar el timer por espacio de 10 minutos.
- Mantenga presionado el interruptor por un momento y libere el interruptor de la bomba para ver si la corriente de líquido se detiene. Si esto no sucede entonces debe de cambiarse el interruptor de presión.
- Coloque el interruptor general en la posición de apagado (*Off*).
- Como ultimo paso debe de realizar una ultima inspección visual a la unidad, luego reubique el panel desmontado de la parte trasera del equipo.

Ajuste de Chasis y limpieza externa del equipo.

- Con ayuda de herramienta correcta, revise el ajuste de las piezas que componen la carcasa del equipo y los elementos que están acoplados a esta.
- En forma cuidadosa y suave, realice la limpieza de la carcasa de arriba hacia abajo para quitar el polvo, suciedad, grasa, evitando rayar el equipo.

6.3.5 Mantenimiento preventivo para compresor

La utilización de aire comprimido es un medio seguro de aprovechamiento de energía. Sin embargo debido a su aparente facilidad de manejo, en ocasiones se pasan por alto ciertas medidas de seguridad fundamentales. Existen formatos establecidos para la realización de mantenimiento a las unidades de compresión, para poder efectuarlos es necesario contar con el personal capacitado para realizar las tareas de mantenimiento. Cuando se realiza un mantenimiento a la unidad de aire comprimido es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos críticos:

Chorros de aire. el aire comprimido es liberado a través de una boquilla que se mueve a alta velocidad, el aire se expande hasta casi ocho veces su volumen, por lo que debe de tenerse muy en cuenta, el peligro que representan los chorros de aire comprimido. Por esta razón las personas que trabajan con estas unidades deben de estar capacitadas para el uso correcto del equipo, ya que de lo contrario se corre el riesgo de sufrir graves lesiones que pueden inclusive provocar la muerte, por no tener el cuidado mínimo con los chorros de aire comprimido procedente de las boquillas.

Tanques de compresión. Los tanques de compresión y la tubería deben ser lo suficientemente fuertes como para soportar la presión que se origina, por lo que es necesario que estos cumplan con las normas ISO. El mantenimiento en estas unidades debe incluir una revisión periódica en búsqueda de fisuras, fugas o daños que puedan ser ocasionados durante la instalación, o uso del compresor.

Válvulas de seguridad. Todos los compresores reciprocantes y otros compresores de desplazamiento positivo, desarrollan presiones cada vez más elevadas, si no se usa el aire comprimido y se deja que el compresor siga operando a plena carga, se corre el riesgo de una explosión, por lo que es necesario que existan unidades de válvulas de alivio colocadas en el sistema. También debe de colocarse una válvula de seguridad en la línea de descarga del compresor.

Aceite en los compresores. El aceite es necesario para la lubricación de los cilindros de los compresores, una cierta cantidad de este aceite es arrastrado por la corriente de aire y se condensa junto con la humedad en el ínter enfriador, las cavidades de paso del compresor, el postenfriador, el tanque de compresión, etc. Por ser el aceite un material inflamable es importante la eliminación de este, además los elementos mencionados con anterioridad, no funcionan con eficiencia si existe acumulación de aceite o agua residual, por lo que es necesario que existan drenajes, ya sean manuales o automáticos. Estos drenajes deben de abrirse con regularidad o revisarse periódicamente si estos son del tipo automático. La viscosidad de los aceites dependerá de la especificación del fabricante, aunque en nuestro medio se debe de utilizar un aceite SAE 30 sin aditivo detergente, esto debido a que el detergente produce depósitos de ceniza en las válvulas y como consecuencia, el mal sello de las mismas. En nuestro medio es una práctica común utilizar aceite para vehículo,

más sin embargo esto debe de evitarse, pues este tipo de aceite contiene aditivos detergentes que producen los daños antes mencionados.

Sobrecalentamiento de los elementos del compresor. En cualquier máquina o equipo, la presencia de una elevada temperatura es indicio de un problema en el mismo. El sobrecalentamiento en los compresores regularmente ocurre por fugas o válvulas rotas. Cuando se realiza el montaje de una unidad de compresión, debe tenerse mucho cuidado de que esta unidad tenga suficiente ventilación, ya que si esto no ocurre, se produce un sobrecalentamiento en la unidad.

Los compresores son equipos costosos, por lo que desde su instalación es recomendable colocarlos en un lugar con suficiente ventilación, por ello los lugares más adecuados deben de ser de preferencia en el exterior de las fabricas o talleres.

Unidad de mantenimiento posterior al compresor. La unidad de mantenimiento cuenta con tres dispositivos clásicos internacionalmente conocidos: filtro, regulador y lubricador. El tratamiento a que se somete el aire comprimido es en realidad muy elemental y se puede decir que es el mínimo a exigir en cualquier instalación. Cuando se habla de la unidad de mantenimiento para compresores se debe tener en cuenta varios conceptos y varios parámetros. Como primera medida, los elementos constitutivos provocan una pérdida de carga claramente observable y por ende susceptible de ser medida, particularmente dos de estos: el filtro y el lubricador.

Debido a su tamaño se puede decir que es una unidad portátil de preparación y acondicionamiento del aire. Esta característica que le ha dado la popularidad, debido a que cualquier fabricante de máquinas puede incorporarla

a su equipo y asegurar un mínimo de condiciones para el aire de funcionamiento. La posición de montaje debe ser horizontal, el lugar accesible y preferentemente exento de vibraciones.

La finalidad de esta unidad es evitar impurezas a lo largo de toda la línea neumática y es el primer tratamiento que se le da al aire comprimido, generalmente son de gran capacidad y se colocan con un filtro de altos micrones por ejemplo 40 y luego de 20, o un secador, el cual es un aparato que enfría el aire, condensando el agua contenida en él por el efecto de llevarlo a un punto de rocío.

CONCLUSIONES

1. Se creó el departamento de Mantenimiento, el cual se encargará de desarrollar las actividades propiamente de prevención y reparación de averías de la maquinaria y el equipo de la empresa.
2. Se determinaron los requisitos necesarios para que la ejecución de las actividades involucradas en el programa de mantenimiento propuesto, sean un éxito.
3. La implementación del programa de mantenimiento ayudará a la empresa el Ingenio, S.A., a disminuir sus costos debido a una mejor distribución de los recursos humanos, físicos y financieros.
4. Con la elaboración de los métodos de control para el manejo de las actividades de mantenimiento, se logrará desarrollar un mejor entorno para la implementación del programa propuesto, además facilitará el manejo de la información requerida por el departamento de Mantenimiento.
5. Los métodos de control de bodega facilitará el manejo de información de este departamento, esto al mismo tiempo ayudará al área de mantenimiento en el manejo y adquisición de los suministros necesarios para el desarrollo de sus actividades.

6. Con el desarrollo de este trabajo de graduación se logra transmitir conocimientos teóricos y prácticos acerca del mantenimiento de los diferentes mecanismos que contiene toda maquinaria o equipo de uso industrial, conocimientos adquiridos por el autor y que se presentan con el objeto ponerlos al alcance de los profesionales interesados en el tema.
7. El contenido de este trabajo de graduación será de utilidad en el adiestramiento del personal que tendrá a su cargo la utilización y mantenimiento del equipo aquí descrito.
8. Esta investigación contiene los pasos detallados para el mantenimiento preventivo recomendado para cada una de las máquinas y equipos de la empresa. Por este motivo éste trabajo de graduación podrá ser utilizado como un manual con información general para efectuar cualquier tarea tanto de tipo preventivo como correctivo.

RECOMENDACIONES

1. El implementar un programa de mantenimiento implica el cambio de mentalidad y actitud de todo el personal de la empresa, por lo que es necesario que las personas de todas las áreas y niveles estén convencidas de los beneficios que conlleva la implementación de éste. Es conveniente que este cambio empiece por los puestos más altos, ya que ayudará a lograr el cambio de mentalidad en los niveles inferiores.
2. Se sugiere que la persona que dirija el departamento de Mantenimiento cuente con conocimiento técnico y administrativo, ya que su función no se limita a las reparaciones de maquinaria o dirección de personal técnico, sino también, al manejo de la información requerida para los métodos de control descritos con anterioridad.
3. Para el desarrollo de las actividades de mantenimiento propiamente, se sugiere que la persona contratada para tal efecto, cuente con el conocimiento necesario para desarrollar actividades de mantenimiento de tipo eléctrico y mecánico.
4. Para efectuar las actividades de revisión y reparación, deberá de analizarse el mejor momento para cada máquina, esto para no entorpecer las actividades productivas de la empresa en momentos innecesarios.

5. El departamento de Mantenimiento debe contar con el equipo básico de herramientas y equipos de protección personal, para desarrollar sus actividades, esto asegura buenos resultados en los trabajos realizados y previene accidentes laborales.
6. Cuando se realicen actividades de mantenimiento es conveniente contar con los manuales y catálogos del fabricante, pues estos brindan una información detallada de los mecanismos y procedimientos de montaje en los equipos. Además brindan información del mantenimiento preventivo mínimo sugerido para cada equipo.
7. Existen procedimientos y tareas de mantenimiento, las cuales son imposibles de realizar por el personal de mantenimiento de la empresa, por lo que es aconsejable tener un apoyo extra de parte de los proveedores de la maquinaria, pues ellos se especializan en estas actividades específicas.
8. Toda actividad laboral conlleva un peligro, en el caso de las actividades de mantenimiento el peligro es mucho mayor, por lo que es aconsejable que la empresa instale un botiquín que contenga los elementos necesarios para auxiliar a una persona que pueda sufrir de algún accidente durante la ejecución de su trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. E.T., Newbrough. **Administración de mantenimiento industrial.** s.l. Editorial Diana, 1994. 338 pp.
2. Gerling, Heinrich. **Alrededor de las máquinas herramientas.** México: Editorial Reverté, S.A., 1963. 220 pp.
3. Morrow, L.C. **Manual de mantenimiento industrial.** México: Editorial CECSA, 1986. Tomos 1, 2, y 4.
4. Rosaler, Robert y O. Rice Associates. **Manual de mantenimiento industrial.** México: Editorial McGraw Hill, 1990. Tomos 3 al 5.
5. Juárez Pizza, Pedro Antonio. Diseño, montaje y mantenimiento de sistemas de aire comprimido. Tesis Ing. Mecánica, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2002. 54 pp.
6. Galdamez Ruiz, Luis Haroldo. Seguridad industrial y el mantenimiento. Tesis Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, 1992. 93 pp.
7. Chang García, Miguel Antonio. Diseño, instalación y propuesta de mantenimiento preventivo de una red de aire comprimido en el taller de ingeniería mecánica, universidad de San Carlos Guatemala, Facultad de ingeniería, 2002. 54 pp.
8. Peñafiel Salinas, Justino. "Mantenimiento preventivo y correctivo para equipos de computación " Guía didáctica y cuadernos de practicas para mantenimiento México. (Volumen 10): 30,35,55. 2002.

ANEXOS

Figura 15. Ficha de identificación de maquinaria

| | | | |
|---------------------------------|--|---|---|
| NOMBRE DE LA EMPRESA | | IDENTIFICACIÓN DE MAQUINARIA | |
| Máquina: | | | |
| Marca: | | | |
| Modelo: | | | |
| Número de serie: | | | |
| Fabricante: | | | |
| Representante comercial: | | | |
| Dirección: | | | |
| Teléfono: | | | |
| Mecanismos a revisar | Período de Limpieza Recomendado | Período de Mantenimiento Rutinario | Descripción de Mantenimiento recomendada |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Revisión eléctrica: | | | |
| | | | |
| | | | |
| Lubricación rutinaria: | | | |
| | | | |
| | | | |
| Observaciones: | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Figura 16. Ficha de historial de maquinaria

| NOMBRE DE LA EMPRESA | | FICHA DE HISTORIAL DE MAQUINARIA | |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="text" value="No."/> | | Máquina: | Modelo: |
| Partes y Componentes Principales | 1. | | |
| | 2. | | |
| | 3. | | |
| | 4. | | |
| | 5. | | |
| | 6. | | |
| | 7. | | |
| | 8. | | |
| Fecha | Componentes reparados | Descripción de la Reparación | Tiempo utilizado Para la reparación |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Observaciones: | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Figura 17. Boleta de requisición de materiales y repuestos para mantenimiento

| NOMBRE DE LA EMPRESA | | | | | | | | |
|---|----------------------------|--|--|--|--|---|--------------------------|--------------|
| Requisición de materiales y repuestos para área de mantenimiento | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Fecha:</td> <td style="width: 20px; height: 15px;"></td> <td style="width: 20px; height: 15px;"></td> <td style="width: 20px; height: 15px;"></td> <td style="width: 20px; height: 15px;"></td> </tr> </table> | Fecha: | | | | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Autorizado: _____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Firma</td> </tr> </table> | Autorizado: _____ | Firma |
| Fecha: | | | | | | | | |
| Autorizado: _____ | | | | | | | | |
| Firma | | | | | | | | |
| Descripción de repuestos: | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Descripción de materiales: | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Observaciones: | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Firma: _____ | Firma: _____ | | | | | | | |
| Técnico mecánico o electricista | Encargado de bodega | | | | | | | |

Figura 18. Ficha de préstamo de herramienta

| NOMBRE DE LA EMPRESA Departamento de Mantenimiento | | | | | No. |
|--|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Control de Herramientas | | | | | |
| Fecha | Nombre de herramienta | Nombre y firma de quien retira | Nombre y firma de quien entrega | Recibido firma y nombre | Devuelto firma y nombre |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Figura 19. Ficha de revisión preventiva de la maquinaria

| NOMBRE DE LA EMPRESA | | | | | | |
|---|--------------|------------------|-------------------|--------------------|-----------------|---------------|
| Ficha de revisión y control de maquinaria | | Tipo de revisión | Mecánico _____ | Eléctrico _____ | Fecha: __/__/__ | |
| Elementos a revisar | Inspecciones | | | | | Observaciones |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Nombre de responsable: _____ | | | | | | |
| Firma: _____ | | | | | | |

Figura 20. Boleta de ordenes de trabajo

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----------------|----------------|-----------------------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Departamento de Mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orden de trabajo | | No _____ | | fecha de orden: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prioridad | Normal | Urgente | Máquina | Fecha | Hora | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | () | () | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Tareas a efectuar: <table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Materiales o repuestos utilizados: <table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Observaciones: <table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Firma y sello de autorización: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 21. Hoja de control de paros

| NOMBRE DE LA EMPRESA | | | | | | |
|-------------------------|--------------------|--------------|------------|--------------|-------|---------------|
| Control de paros | Maquinaria: | | | | | |
| Fecha | Motivo | Hora inicial | Hora final | Tiempo total | Firma | Observaciones |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Figura 22. Control de reparación externa

| NOMBRE DE LA EMPRESA | | | | |
|---|-------|-------|---|--------------------|
| Departamento de Mantenimiento | | | No. <input style="width: 100%;" type="text"/> | |
| Informe mensual de reparaciones externas | | | | |
| Tipo de trabajo realizado | Fecha | Costo | Número de factura | Firma de encargado |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Mes: _____ Año: _____ | | | | |

Figura 23. Auditoría de seguridad interna

| | | |
|---|---------------------|---------------------|
| Auditoría de seguridad interna | Nombre: | |
| | Fecha : / / | No. |
| Seguridad en manejo de maquinaria | Punteo Ideal | Calificación |
| Maquinaria y equipo en buen estado | 2 ptos. | |
| Protección y resguardos para evitar accidentes en buen estado (Protección de mecanismos) | 2 ptos. | |
| Existencia de paros generales de maquinaria en buen estado | 2 ptos. | |
| Listado de procedimientos de uso de maquinaria instalado en el tablero | 2 ptos. | |
| Limpieza de equipo y área de trabajo | 2 ptos. | |
| Calificación total | 10 ptos. | |
| Uso de uniforme y equipo de seguridad personal | | |
| Uso de uniforme completo | 2 ptos | |
| Uso correcto de uniforme (camisa dentro del pantalón, uso de gorra, etc.) | 2 ptos | |
| Evidencia de uso de uniforme limpio y en buen estado. | 2 ptos | |
| Uso de identificación visible (gafete de identificación de la empresa) | 2 ptos | |
| Uso de equipo de seguridad completo por áreas (Lentes, guantes, cinturón, etc.) | 2 ptos | |
| Calificación total | 10 ptos | |
| Sistemas de alarma y extinción de incendios | | |
| Sistemas de alerta (sirenas, luces, alarmas, etc.) en buen estado | 2 ptos. | |
| Existencia de extinguidores en lugares indicados | 2 ptos. | |
| Evidencia de revisiones periódicas de los extinguidores | 2 ptos. | |
| Señalización del tipo de agente extintor | 2 ptos. | |
| Existencia de señalización para ruta de evacuación en caso de incendio | 2 ptos. | |
| Calificación total | 10 ptos | |
| Servicios en buen estado | | |
| Iluminación adecuada en el área de trabajo | 4 ptos. | |
| Ventilación apropiada | 4 ptos. | |
| Existencia de dispensadores de agua cercanos a las áreas de trabajo | 2 ptos. | |
| Calificación total | 10 ptos | |
| Área de mantenimiento | | |
| Evidencia de revisión de estado de herramienta y equipo de trabajo en buen estado | 3 ptos. | |
| Evidencia de colocación de señalización de precaución para el desarrollo de las tareas de mantenimiento | 2 ptos. | |
| Evidencia de mantenimiento a el edificio de la empresa | 3 ptos | |
| Ejecución de tareas de mantenimiento en áreas limpias y en orden | 2 ptos. | |
| Calificación total | 10 ptos | |
| Observaciones: | | |

Figura 24. Reporte mensual de mantenimiento

| NOMBRE DE LA EMPRESA | | |
|---|--|--|
| Reporte mensual de trabajos Departamento de Mantenimiento | | No. _____ Mes: _____ Año: _____ |
| Fallas encontradas | Causas | Procedimiento Seguido |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Trabajos planificados Órdenes de trabajo y trabajos planificados TP | Trabajos realizados Trabajos planificados y no planificados TR | Índice de planificación TP/TR % |
| | | |
| Nombre: _____ | | Firma: _____ |

Figura 25. Boleta de requisición de materiales para el departamento de bodega

| NOMBRE DE LA EMPRESA | | |
|----------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Requisición de materiales | Fecha: | No. |
| Material Solicitado | | |
| Cantidad | Descripción | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Utilizado para: | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Observaciones: _____ | | |
| Autoriza: _____ | | Entrega: _____ |
| Firma | | Firma |