



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
MAQUINARIA DEL PROCESO DE VULCANIZACIÓN DE HULE
PARA BUJES DE SUSPENSIÓN AUTOMOTRIZ DE LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE INDUSTRIAS MAGA**

Hugo Fernando Girón González
Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Ruíz Hernández

Guatemala, marzo de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
MAQUINARIA DEL PROCESO DE VULCANIZACIÓN DE HULE
PARA BUJES DE SUSPENSIÓN AUTOMOTRIZ DE LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE INDUSTRIAS MAGA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE
LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

HUGO FERNANDO GIRÓN GONZÁLEZ

ASESORADO POR VÍCTOR MANUEL RUÍZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
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
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
EXAMINADOR	Ing. Roberto Valle González
EXAMINADORA	Inga. Glenda Roxana Álvarez García
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

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:

Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria del proceso de vulcanización de hule para bujes de suspensión automotriz de la planta de producción de Industrias MAGA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, con fecha 20 de Septiembre del 2005.

Hugo Fernando Girón González

DEDICATORIA

A:

Dios

Por ser mi amigo fiel y mi fortaleza en los momentos difíciles.

mis padres

Víctor Hugo Girón Azurdía y Rosa Amelia González de Girón por ser el apoyo incondicional.

mis Hermanos

Maria Carlota, Juan Pablo y José Roberto por su comprensión y cariño.

En especial

Fabiola López por ser mi apoyo en los momentos difíciles de mi vida, con todo amor y cariño.

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	I
GLOSARIO	III
RESUMEN	VII
OBJETIVOS	IX
INTRODUCCIÓN	XI

1. ANTECEDENTES

1.1 Breve Descripción del Proceso	1
1.2 Maquinaria Utilizada en el Proceso	2
1.2.1 Torno	4
1.2.1.1 Descripción General	4
1.2.1.2 Incidencia en el Proceso	8
1.2.2 Fresadora	9
1.2.2.1 Descripción General	9
1.2.2.2 Incidencia en el Proceso	14
1.2.3 Prensa de Vulcanización	14
1.2.3.1 Descripción General	14
1.2.3.2 Incidencia en el Proceso	20

2. DIAGNÓSTICA Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Problemas Comunes en el Proceso de Vulcanización de Hule para Bujes de Suspensión Automotriz	21
2.1.1 Fundición Deficiente	22
2.1.2 Calidad de la Materia Prima	23

2.1.3	Picadura en el Hule	23
2.1.4	Exceso de Rebaba.....	24
2.1.5	Rectificado y Pulido de Moldes	26
2.1.6	Cuñero Desalineado	27

3. PROPUESTA

3.1	Plan de Mantenimiento Preventivo.....	29
3.1.1	Torno	29
3.1.1.1	Clasificación de las Partes del Torno ..	29
3.1.1.2	Actividades de Mantenimiento Preventivo a Realizar	32
3.1.1.3	Frecuencia de Realización de las Actividades de Mantenimiento	32
3.1.1.4	Razones para Realizar las Actividades de Mantenimiento.....	36
3.1.2	Fresadora	40
3.1.2.1	Clasificación de las Partes de la Fresadora	40
3.1.2.2	Actividades de Mantenimiento Preventivo a Realizar	43
3.1.2.3	Frecuencia de Realización de las Actividades de Mantenimiento	43
3.1.2.4	Razones para Realizar las Actividades de Mantenimiento.....	47
3.1.3	Prensa de Vulcanización	51
3.1.3.1	Clasificación de las Partes de la Prensa de Vulcanización.....	51

3.1.3.2	Actividades de Mantenimiento Preventivo a Realizar	52
3.1.3.3	Frecuencia de Realización de las Actividades de Mantenimiento	52
3.1.3.4	Razones para Realizar las Actividades de Mantenimiento	54
3.2	Reportes de Mantenimiento.....	56
3.2.1	Orden de Trabajo.....	56
3.2.2	Historial de Mantenimiento	58
3.2.3	Control de Mantenimiento de Avería	60

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1	Plan de Implementación	63
4.1.1	Capacitación del Personal de Mantenimiento	63
4.1.1.1	Charlas de Mantenimiento Preventivo .	64
4.1.2	Recursos a Utilizar	65
4.1.2.1	Humano	66
4.1.2.1	Material.....	66
4.1.3	Calendario de Actividades de Mantenimiento Preventivo	67
4.1.4	Programa de Lubricación.....	85

5. SEGUIMIENTO

5.1	Revisiones de los Reportes de Mantenimiento	89
5.2	Inspecciones de Rutina del Funcionamiento de la Maquinaria	90
5.3	Control de Inventario de Repuesto	91

CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
BIBLIOGRAFÍA	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Torno Paralelo	6
2	Fresadora Vertical	12
3	Estructura Orgánica de Industrias MAGA	22
4	Picadura en el Hule en el Proceso de Vulcanización	24
5	Prensa de Vulcanización	25
6	Disposición del Cuñero Desalineado	28
7	Proceso de Mecanización de una Pieza en el Torno	30
8	Partes del Torno.....	31
9	Trabajos Fresados	41
10	Fresadora Horizontal.....	42
11	Formato de Orden de Trabajo	57
12	Formato de Historial de Mantenimiento.....	59
13	Formato de Control de Mantenimiento de Avería	61
14	Formato de Control de Inventario de Repuesto	93

TABLAS

I	Actividades de Mantenimiento en la Máquina Herramienta Torno	32
II	Razones para Realizar las Actividades de Mantenimiento en la Máquina Herramienta Torno	36
III	Actividades de Mantenimiento en la Máquina Herramienta Fresadora	43
IV	Razones para Realizar las Actividades de Mantenimiento en la Máquina Herramienta Fresadora	47
V	Actividades de Mantenimiento en la Prensa de Vulcanización	52
VI	Razones para Realizar las Actividades de Mantenimiento en la Prensa de Vulcanización	54
VII	Calendario de Actividades de Mantenimiento	69
VIII	Actividades de Lubricación	85

GLOSARIO

Aceite CITGO Premium gear oils, Viscosidad SAE 80W140

Aceite para engranajes industriales, formulado con aditivos de extrema presión, los cuales protegen del desgaste y rayado, no es corrosivo, baja tendencia a la formación de espuma, estable a la oxidación, índice de viscosidad 82.

Elasticidad

Propiedad de un cuerpo de recobrar su extensión y figura inicial, tan pronto como termina la acción de la fuerza que la alteraba.

Elastómero

Materia natural o artificial que, como el caucho, tiene gran elasticidad.

Fundir

Hacer pasar del estado líquido al estado sólido.

Grasa CITGO Lithium EP

Grasas industriales elaboradas a base de arcilla procesadas, aceites minerales de alta calidad y aditivos de extrema presión, antioxidantes y anticorrosivos,

brinda gran capacidad de carga, resiste altas temperaturas, es insoluble en el agua.

Lubricación

Control de la fricción y el desgaste, mediante la introducción de una película reductora de la fricción entre superficies en contacto con movimiento relativo.

Propiedades mecánicas

Propiedades físicas de los materiales, que le permiten tener ciertas características de dureza, resistencia y elasticidad.

Ralentizar

Dícese de lentificar. Imprimir lentitud a una operación o proceso, disminuir su velocidad.

Rebaba

Porción de materia sobrante que sobresale, irregularmente, en los bordes o en la superficie de un objeto cualquiera.

Resistencia

Característica de un material a oponerse a un cambio o deformación de sus características en su estructura.

Vida útil

Intervalo que transcurre desde el inicio del uso de un elemento, hasta que este se descompone y se vuelve inoperante.

Viruta

Hoja delgada que se saca con el cepillo u otras herramientas al labrar la madera o los metales que sale, por lo común, arrollada en espiral.

RESUMEN

Por definición, “mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse en instalaciones, maquinaria o equipos, con el fin de mantener el servicio para el cual fueron diseñados”.

De la definición de mantenimiento, se puede establecer que el fin primordial de la actividad de mantenimiento es mantener el servicio que presta la maquinaria, por lo tanto, la maquinaria debe recibir un mantenimiento para su conservación y para garantizar que la función que ella realiza dentro del proceso productivo se cumpla a cabalidad, manteniendo la capacidad productiva en el nivel deseado. Con lo anterior, aumenta la disponibilidad de las instalaciones y equipos para proporcionar el servicio, manteniendo el valor del equipo por medio de la disminución del deterioro.

La actividad de mantenimiento se debe de basar en el equilibrio de las siguientes actividades:

- minimizar los costos de operación;
- aumento de la vida útil del equipo;
- reducir los costos de mantenimiento

A continuación, se presentará un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria existente en la planta de producción de industrias MAGA, en el cual se describe paso a paso las actividades a realizar en cada una de las máquinas.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para disminuir los paros de la maquinaria en el proceso y elaboración de buges de hule para la suspensión automotriz.

Específicos

1. Establecer la importancia y los beneficios para la empresa al implementar un plan de mantenimiento preventivo.
2. Establecer la importancia del mantenimiento preventivo para el departamento de seguridad e higiene industrial
3. Obtener los conocimientos necesarios para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria en la planta de producción de industrias maga.
4. Crear un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria en la planta de producción de industrias maga
5. Obtener una planificación y programación de las actividades de mantenimiento a desarrollar en la planta de producción de industrias maga, para luego, ser evaluada y procesada para futuras mejoras.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías ha marcado, sensiblemente, la actualidad industrial mundial, exigiendo mayor preparación en el personal, no sólo desde el punto de vista de la operación de la maquinaria, sino desde el punto de vista del mantenimiento industrial.

Con la apertura de mercados y el constante aumento de la competencia industrial, ser productivo y fabricar productos de primera calidad, es una necesidad prioritaria. Esto involucra utilizar materias primas de la mejor calidad, contratar al personal capacitado y tener la maquinaria en perfecto estado. El mantenimiento puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Poseer un plan de mantenimiento preventivo surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa, pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.

Básicamente, consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los datos históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizarán las acciones necesarias como engrasar o lubricar piezas, cambian fajas, desmontaje de elementos, limpieza, etc.

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador, ya que, tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

1. ANTECEDENTES

1.1 Breve Descripción del Proceso

En la industria automotriz se utilizan los bujes hechos de hule para el sistema de suspensión en los vehículos, los cuales constan de 3 partes importantes: la camisa exterior, la camisa interior y propiamente la parte de hule que es la que realiza la función de amortiguación. Estas tres partes son unidas por dos pegamentos especiales que adhieren el hule en caliente a las camisas, tanto exterior como interior y a este proceso se le conoce como vulcanización de hule.

La camisa exterior es prácticamente un cilindro de acero con una pared de grueso de aproximadamente 1/4 de pulgada y un diámetro exterior que depende del tipo de vehículo. La parte principal de esta camisa es el cuñero el cual es utilizado para que el buje no gire cuando esté colocado en la suspensión del vehículo.

La camisa interior esta hecha del mismo material con una pared de grueso de 1/8 de pulgada y un diámetro interior que depende del perno que se utilizara para fijar el buje. Ambas camisas son torneadas, una en la parte exterior y otra en la parte interior para que estas tengan las medidas que corresponden y solo la camisa exterior pasará al área de fresado para realizar la mecanización del cuñero.

Una vez que las dos piezas de acero están terminadas se pasan al área de pegamentos en donde se les aplica la primera capa de pegamento la cual tiene un periodo de secamiento de aproximadamente de 30 minutos y luego la segunda capa de pegamento que tiene un período de secamiento de aproximadamente 45 minutos. Ambas capas de pegamento tienen su función principal, la primera capa pega en el metal y la segunda pega en el hule, si se invierte la forma de colocar los pegamentos no se cumpliría con el proceso de vulcanización.

La prensa de vulcanización hace que el hule se derrita a través de resistencias que producen calor y hace que los moldes se calienten y el hule llegue a una temperatura de 70 a 75 grados centígrados hasta que el hule y los pegamentos se fundan y se adhieran las tres partes.

1.2 Maquinaria Utilizada en el Proceso

Las máquinas estacionarias que se utilizan para dar forma o modelar materiales sólidos, especialmente metales se les llaman Maquinas herramientas. El modelado se consigue eliminando parte del material de la pieza o estampándola con una forma determinada. Son la base de la industria moderna y se utilizan directa o indirectamente para fabricar piezas de máquinas y herramientas. Estas máquinas pueden clasificarse en tres categorías: máquinas desbastadoras convencionales, prensas y máquinas herramientas especiales. Las máquinas desbastadoras convencionales dan forma a la pieza cortando la parte no deseada del material y produciendo virutas. Las prensas utilizan diversos métodos de modelado, como cizallamiento, prensado o estirado.

Las máquinas herramientas especiales utilizan la energía luminosa, eléctrica, química o sonora, gases a altas temperaturas y haces de partículas de alta energía para dar forma a materiales especiales y aleaciones utilizadas en la tecnología moderna.

Mediante la aplicación de potencias considerables, las máquinas herramientas realizan el trabajo específico de modificación de la forma de los cuerpos o piezas sobre las cuales actúan, mediante el corte o arranque del material de las mismas. Utilizan elementos especiales de gran resistencia llamados herramientas de corte, las cuales poseen filos cortantes en algunos de sus extremos, con los que se introducen en el material a cortar, desbastando en pequeñas partes el mismo en formas de hojas, rizo, granillo, aguja, etc., el cual recibe el nombre de viruta. Según la cantidad de filos cortantes que posean, las herramientas pueden clasificarse como:

- herramientas de corte de un solo ángulo de filo.
- herramientas de corte con ángulos de filos múltiples.

Son varios los factores de los cuales depende el comportamiento de las herramientas de corte, como el tipo de filo de corte, ángulo de corte, velocidad de movimiento de la pieza o de la herramienta, enfriamiento, etc. Pero en forma fundamental depende del material del que está construida la herramienta de corte.

En el proceso se utilizan dos tipos de máquinas-herramientas, el torno y la fresadora las cuales son utilizadas para la mecanización de las partes metálicas del producto, y también se utiliza la prensa de vulcanización para la fundición de hule, que es la parte final del proceso

1.2.1 Torno

1.2.1.1 Descripción General

Es una máquina muy importante en la fabricación que data del año 1,910 en sus versiones modernas, aunque ya a mediados del siglo XVII existían versiones simples donde el movimiento de las piezas a mecanizar se accionaba mediante simples arreglos por cuerdas; desde la revolución industrial, donde se establecen los parámetros principales de esta máquina, apenas ha sufrido modificaciones, exceptuando la integración del control numérico computarizado en las últimas décadas.

El torno convencional es una máquina-herramienta para mecanizar piezas por revolución arrancando material en forma de viruta mediante una herramienta de corte. Ésta será apropiada al material a mecanizar pudiendo estar hecha de acero al carbono, acero rápido, acero rápido al cobalto, tungsteno, cerámica, diamante, etc., y que siempre será más dura y resistente que el material mecanizado.

Movimientos de Trabajo en la Operación de Torneado:

Movimiento de Corte: Por lo general se imparte a la pieza que gira rotacionalmente sobre su eje principal. Este movimiento lo proporciona un motor eléctrico que transmite su giro al husillo principal mediante un sistema de poleas o engranajes. El husillo principal tiene acoplado a su extremo distintos sistemas de sujeción (platos de garras, pinzas, mandriles auxiliares), los cuales sujetan la pieza a mecanizar.

Movimiento de Avance: Es debido al movimiento longitudinal o transversal de la herramienta sobre la pieza que se está trabajando. En combinación con el giro impartido al husillo, determina el espacio recorrido por la herramienta por cada vuelta que da la pieza.

El movimiento también puede no ser paralelo a los ejes, produciéndose así conos. En ese caso se gira el carro de debajo del transversal ajustando en una escala graduada el ángulo requerido, que será la mitad de la conicidad deseada.

Profundidad de Pasada: Movimiento de la herramienta que determina la profundidad de material arrancado en cada pasada, aunque la cantidad de material arrancado queda siempre sujeto al perfil del útil de corte usado, tipo de material mecanizado, velocidad de corte, etc.

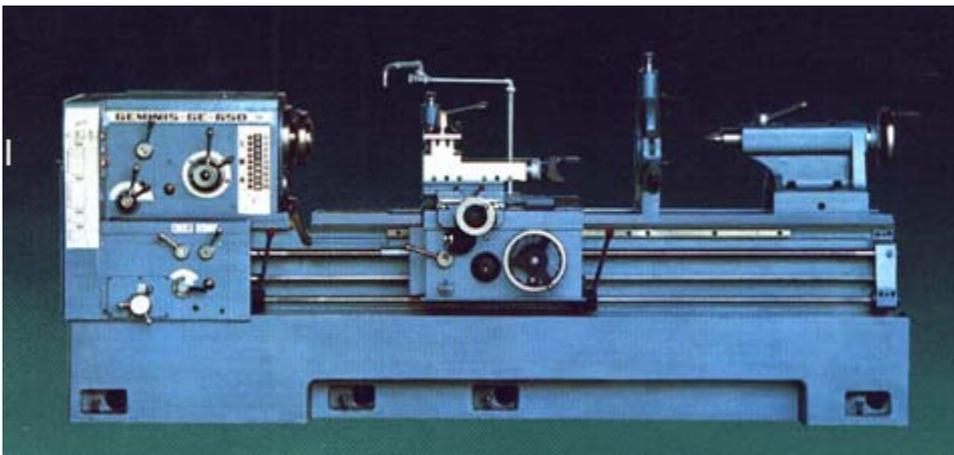
El torno puede realizar operaciones de cilindrado, roscado, refrentado, ranurado, taladrado, escariado, moleteado, cilindrado en línea, etc., mediante diferentes tipos de herramientas y útiles intercambiables con formas variadas según la operación de conformado que realizar. Con los accesorios apropiados, que por otra parte son sencillos, también se pueden efectuar operaciones de fresado, rectificad y otra serie de operaciones de mecanizado.

Tornos de No-Producción:

- Torno Paralelo: Es el más común y tiene los componentes básicos y puede efectuar las operaciones ya descritas. (Fig. 1)

- Torno Rápido: Se utiliza principalmente para operaciones de torneado rápido de metales, para madera y para pulimento.
- Torno para Taller Mecánico: se utiliza para hacer herramientas, matrices o piezas de precisión para maquinaria.

Figura 1 Torno paralelo



Tornos de Semiproducción:

- Tornos Copiadores: Es un torno paralelo con un aditamento copiador. Corta el movimiento de las herramientas de corte.
- Torno Revólver: Tienen una unidad de alineación para herramientas múltiples, en lugar de la contrapunto. Tiene diferentes posiciones y los tornos son horizontal y vertical.

- Horizontal: Se clasifica en ariete o de portaherramientas, los arietes tienen torreta para herramienta múltiple montado en el carro superior. El carro superior es adecuado para materiales gruesos que necesitan mucho tiempo para torneear o perforar.
- Vertical: Pueden operar en forma automática, se alinean con la pieza de trabajo con un mecanismo o con control numérico. El revolver vertical tiene dos tipos básicos: estación individual y múltiple. Los múltiples tienen husillos múltiples que se vuelven a alinear después de cada accionamiento.

Tornos de Producción:

- Tornos de Mandril Automático o Tornos al Aire: Son similares a los de revolver de ariete o carro superior, excepto que la correa esta montada verticalmente, no tiene contrapunto, el movimiento para el avance se aplica en la torreta. En estos tornos se utiliza una serie de pasadores y bloques de disparos para controlar las operaciones.
- Tornos Automáticos para Roscar: Son automáticos, incluso la alimentación del material de trabajo al sujetador. Estos tornos se controlan con una serie de excéntricas que regulan el ciclo. Son del tipo de husillo individual o múltiples. Los de husillo individual son similares a un torno revolver excepto por la posición de la torreta. Los tornos suizos para roscar difieren de los demás en el que el cabezal produce el avance de la pieza de trabajo, estos también tienen un mecanismo de excéntricas para el avance de la herramienta, estas

mueven a la herramienta de corte que esta soportada vertical, hacia adentro y hacia afuera mientras la pieza de trabajo pasa frente a la herramienta. Los tornos para roscar con husillos múltiples tienen de cuatro a ocho husillos que se alinean a diversas posiciones.

Cuando se alinean los husillos efectúan diversas operaciones en la pieza de trabajo. Al final de una revolución, se termina la pieza de trabajo. En un torno de ocho husillos, la pieza se alinea ocho veces para efectuar el ciclo de la máquina. Cada vez que se alinea el carro, se termina una pieza y se descarga el husillo.

1.2.1.2 Incidencia en el Proceso

Se procede a colocar el tubo previamente seleccionado en el husillo principal y en el cabezal móvil, este procedimiento permitirá realizar una cilindrada de 5 a 6 camisas de una sola medida en una sola torneada, lo cual reducirá el tiempo de mecanizado de cada pieza. Se realiza el trabajo de pulido de la pieza por medio de un portaútil provisto de lija la cual al momento de hacer contacto con el metal lo desgasta y deja una superficie lisa y limpia. Por medio de una sierra se procede a cortar cada una de las piezas para luego realizar el trabajo de refrentado y dar la medida final del largo de la camisa.

1.2.2 Fresadora

1.2.2.1 Descripción General

Una fresadora es una máquina de potencia utilizada para dar forma a las partes de metal (o posiblemente de otros materiales). Su forma básica es la de un cortador rodante que gira en el eje vertical, y que se puede mover en tres dimensiones en relación a la pieza de trabajo. El movimiento a lo largo de la superficie de la pieza de trabajo se lleva a cabo generalmente mediante una tabla móvil en la que se monta la pieza de trabajo, preparada así para moverse en dos dimensiones. Se pueden operar las máquinas fresadoras tanto manualmente, automáticamente y mediante control numérico.

Las máquinas fresadoras pueden ejecutar una gran cantidad de operaciones complejas, como cortes de ranuras, planificación, perforaciones, encaminado, etcétera.

Es una estructura resistente muy rígida en forma de cajón que contiene el motor de accionamiento y la caja de velocidades. Esta es del tipo de trenes de engranajes intermediarios en el que el accionamiento se realiza con ayuda de un dispositivo más o menos complejo que arrastra el husillo colocado en la parte superior. El montaje del husillo presenta similitudes con el del torno. Está montado con dos rodamientos de rodillos cónicos que absorben los esfuerzos axiales, un rodamiento de rodillos cilíndricos colocado atrás o bien, cuando el husillo cilíndrico está colocado atrás y que sirve de guía.

Delante de la estructura se desplaza verticalmente una ménsula que lleva un carro que se desplaza transversalmente. Este carro sostiene la mesa que se desplaza en sentido longitudinal. Estos movimientos: vertical, transversal y longitudinal se obtienen por tornillos y tuercas y pueden ser manuales o automáticos. Los desplazamientos de la mesa se denominan avances, pueden hacerse a velocidades muy variables gracias a una caja de engranajes colocada en la ménsula; el movimiento del motor se transmite a la caja por un árbol acanalado.

Las virutas son arrancadas en el fresado por medio de la rotación de la fresa cuyos filos están dispuestos en forma circunferencial. El movimiento de rotación de la fresa se llama movimiento principal o de corte. Para conseguir el espesor de viruta ejecuta la pieza un movimiento de avance.

En el fresado cilíndrico el eje de la fresa se halla dispuesto paralelamente a la superficie de trabajo en la pieza. La fresa es de forma cilíndrica y arranca las virutas con los filos de su periferia.

En el fresado frontal el eje de la fresa es normal a la superficie de trabajo. La fresa corta no solamente con los dientes de su periferia, sino también con los frontales.

Ventajas que presenta la fresadora:

- posee una mayor capacidad de producción.
- gran precisión en el trabajo.
- innumerables maneras de usarla (desbastar, acepilliar, limar).

La fresa según la forma en la cual están dispuestos con respecto a su eje de rotación, pueden clasificarse en:

Fresas de Frente: Los dientes están dispuestos sobre una superficie curva del cuerpo. Los dientes pueden ser rectos, pero en general se fabrican en forma helicoidal para facilitar el corte. Esta fresa sirve para crear superficies planas en cualquier clase de piezas. Si la línea de los dientes lleva una forma cualquiera, la fresa lleva el nombre de perfilada.

Fresas de Lado o Radiales: Los dientes están ejecutados en una cara plana del cuerpo de la fresa perpendicular al eje de rotación. Se ve que la línea de los dientes concurren hacia un eje formando radios, que no necesariamente concluyen en el centro o eje de rotación.

Fresas de Ángulo: Los dientes están dispuestos según dos superficies troncocónicas que forman entre sí una inclinación cualquiera.

Fresas de Tres Caras: La combinación de las fresas descritas ya generan las fresas de tres caras, las que son empleadas principalmente para acanalar (las que son empleadas para la fabricación de engranes). Para realizar canales de forma especial, en el comercio se dispone de las fresas combinadas, las que reúnen dos o tres tipos de fresas simples en un solo cuerpo.

Máquinas de Fresar Verticales (Fig. 2): Estas máquinas tienen una construcción más sólida que las fresadoras horizontales.

Figura 2 Fresadora Vertical



El trabajo que efectúan las fresadoras verticales es muy parecido al de las limadoras, mortajadoras y agujeadoras a las cuales pueden reemplazar con ventaja.

Se emplean preferentemente para trabajos pesados, como son: planeo de grandes superficies, ranuras simples y formas de T, chasis de automóviles, locomotoras y vagones, cilindro de motores, bielas, etc.

La armadura de la máquina es de fundición y de gran tamaño. En su cara delantera superior tiene unas guías prismáticas V que permite al soporte resbalar en sentido vertical sobre dicha cara y sujetarse a la altura que se quiera por medio de tornillos.

En el interior del soporte, está colocado verticalmente el eje portafresa, que apoyado sobre un collar puede girar recibiendo el movimiento desde la polea. En el extremo inferior libre se ajusta una fresa, que trabaja al aire, esta posición exige colocar en la máquina fresas provistas de mango cónico Morse que puede unirse rígidamente al eje de rotación.

El movimiento del motor es recibido por una sola polea, y transmitido hasta el eje portafresa por una combinación de engranajes, que se encuentran en una caja de velocidades en el interior de la armadura, por medio de un sistema de palancas se puede gobernar la velocidad del eje del engranaje.

En la cara delantera inferior de la armadura, apoya el banco con sus dependencias: el carro, la mesa y el objeto que se ha de fresar.

Lo mismo que en las fresadoras horizontales, la mesa se puede mover a mano o automáticamente, según tres sentidos horizontales entre sí. Este movimiento se recibe desde la polea principal por medio de ruedas dentadas y tornillos sin fin y se gobierna por medio de las palancas de la caja de velocidades del avance.

Consta principalmente de dos partes:

- armadura de la máquina.
- el banco.

La Armadura: Es la que en su interior contiene el motor, la caja de velocidades, el sistema de transmisión (mediante engranes) que permiten el movimiento del husillo. En ella encontramos las

indicaciones de las revoluciones en uno de sus costados, los que se cambian mediante 2 palancas.

Regulación de los Movimientos de la Pieza: La pieza que se desea trabajar se coloca sobre la mesa, ajustándose mediante mordazas, alzas, etc.

Para poder ubicar la pieza en el lugar preciso se debe desplazar a mano el banco, el carro o la mesa (para movimientos extensos de la mesa es conveniente el uso de el avance automático). Es condición indispensable entonces que los avances vertical, transversal y longitudinal puedan hacerse de la magnitud que se desee, para satisfacer esta condición, los tornillos patrones que gobiernan estos tres avances están provistos de tambores o discos divididos.

1.2.2.2 Incidencia en el Proceso

Se mide el ancho que debe de tener el cuñero para poder seleccionar el útil de fresado, luego por medio de una prensa fijada a la bancada de la fresadora se coloca la camisa exterior alineada con la fresa para proceder a realizar el mecanizado del cuñero hasta la profundidad especificada.

1.2.3 Prensa de Vulcanización

1.2.3.1 Descripción General

El caucho o hule es una sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho natural se obtiene de un líquido lechoso de

color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. El caucho sintético se prepara a partir de hidrocarburos insaturados.

Para recoger el látex de las plantaciones, se practica un corte diagonal en ángulo hacia abajo en la corteza del árbol. El corte tiene una extensión de un tercio o de la mitad de la circunferencia del tronco. El látex exuda desde el corte y se recoge en un recipiente. La cantidad de látex que se extrae de cada corte suele ser de unos 30 ml. Después se arranca un trozo de corteza de la base del tronco para volver a tapar el corte, normalmente al día siguiente. Cuando los cortes llegan hasta el suelo, se deja que la corteza se renueve antes de practicar nuevos cortes.

“Se plantan unos 250 árboles por hectárea, y la cosecha anual de caucho bruto en seco suele ser de unos 450 kg. por hectárea. El látex extraído se tamiza, se diluye en agua y se trata con ácido para que las partículas en suspensión del caucho en el látex se aglutinen. Se prensa con unos rodillos para darle forma de capas de caucho de un espesor de 0,6 cm. y se seca al aire o con humo para su distribución. Casi todas las plantaciones de caucho se hallan en el sureste de Asia, aunque los árboles del caucho se han cultivado con éxito en otras partes del mundo.

El caucho natural se obtiene del látex de diversas plantas, generalmente de la familia de las Euforbiáceas. Las plagas de sus hojas suelen atacar al árbol del caucho en las regiones tropicales del hemisferio occidental, por lo que en esas zonas es más conveniente producir caucho sintético para no depender de fuentes naturales.

El químico alemán Friedrich Ludersdorf y su colega estadounidense Nathaniel Hayward descubrieron que si le añadían azufre a la goma de caucho, reducían y eliminaban la pegajosidad de los artículos de caucho. El inventor estadounidense Charles Goodyear, basándose en las averiguaciones de los químicos anteriores, descubrió que cociendo caucho con azufre desaparecían las propiedades no deseables del caucho, en un proceso denominado vulcanización.

El caucho vulcanizado tiene más elasticidad y mayor resistencia a los cambios de temperatura que el no vulcanizado; además es impermeable a los gases y resistente a la abrasión, a los agentes químicos, al calor y a la electricidad. También posee un alto coeficiente de rozamiento en superficies secas y un bajo coeficiente de rozamiento en superficies mojadas por agua.

Poco después de la invención del neumático o llanta de goma, el fabricante estadounidense Chapman Mitchel fundó una nueva rama de la industria introduciendo un proceso de recuperación del caucho de desecho con ácido, reciclándolo para usarlo en nuevos productos. Para ello empleó ácido sulfúrico, que destruye los tejidos incorporados al caucho, y después, al calentarlo, consiguió que el caucho adquiriera la plasticidad suficiente para incorporarlo en lotes de caucho crudo. Alrededor de 1905, el químico estadounidense Arthur H. Marks inventó el proceso de recuperación alcalina y estableció el primer laboratorio de fábrica de caucho.

Este método permitió reciclar grandes cantidades de caucho sin rebajar sustancialmente la calidad del producto acabado. Al año siguiente, el químico estadounidense George Oenslager, que trabajaba en el laboratorio de Marks investigando el uso de caucho

de baja graduación en los procesos de fabricación, descubrió aceleradores orgánicos de la vulcanización, como la fenilamina y la tiocarbanilida. Estos aceleradores no sólo reducían en un 60-80% el tiempo necesario de calentamiento para la vulcanización, sino que además mejoraban la calidad del producto.

El siguiente avance en la tecnología del caucho llegó con la invención del horno acelerador del envejecimiento del caucho para medir su deterioro. Este horno conseguía duplicar en pocos días los resultados de años de uso corriente. Ello permitió a los técnicos medir rápidamente el deterioro causado por ciertas condiciones, en especial la exposición al oxígeno de la atmósfera. El uso de estos hornos llevó a los científicos a añadir agentes antioxidantes al caucho, consiguiendo prolongar la vida de productos como los neumáticos de los automóviles.

En pocos años surgieron nuevos compuestos químicos que ralentizaron marcadamente el deterioro de artículos de caucho blando, como guantes, láminas y tuberías. Otro gran avance en la tecnología del caucho ha sido el empleo de látex no coagulado. Se desarrollaron métodos para moldear el caucho en fibras finas destinadas a la manufactura de tejidos, como los usados para ropa elástica.

En la fabricación moderna de artículos de caucho natural se trata el caucho en máquinas con otras sustancias. La mezcla se procesa mecánicamente sobre una base, colocándose luego en moldes para su posterior vulcanizado.

Las fuentes principales del caucho puro son las láminas y planchas del látex, además del látex no coagulado empleado en algunas

industrias. El caucho reciclado, puede emplearse como adulterante del caucho crudo para rebajar el precio final del producto. La cantidad de caucho reciclado que se puede utilizar dependerá de la calidad del artículo que se quiera fabricar.

El principal agente vulcanizante sigue siendo el azufre. El selenio y el telurio también se emplean, pero generalmente con una elevada proporción de azufre. En la fase de calentamiento del proceso de vulcanización, se mezcla el azufre con el caucho a la vez que con el resto de los aditivos.

La mayoría de los productos del caucho se vulcanizan bajo presión y alta temperatura. Muchos productos se vulcanizan en moldes y se comprimen en prensas hidráulicas, aunque la presión necesaria para una vulcanización eficaz se puede conseguir sometiendo el caucho a la presión externa o interna del vapor durante el calentamiento.

Puede llamarse caucho sintético a toda sustancia elaborada artificialmente que se parezca al caucho natural. Se obtiene por reacciones químicas, conocidas como condensación o polimerización, a partir de determinados hidrocarburos insaturados. Los compuestos básicos del caucho sintético, llamados monómeros, tienen una masa molecular relativamente baja y forman moléculas gigantes denominadas polímeros. Después de su fabricación, el caucho sintético se vulcaniza.

Se producen varios tipos de caucho sintético: neopreno, buna, caucho de butilo y otros cauchos especiales.

- El Neopreno fue uno de los primeros cauchos sintéticos logrados gracias a la investigación de Carothers, el polímero del monómero cloropreno, de fórmula $\text{CH}_2\text{C}(\text{Cl})\text{CHCH}_2$.
- Buna o Cauchos Buna son obtenidos por copolimerización, que consiste en la polimerización de dos monómeros denominados comonómeros. La palabra buna se deriva de las letras iniciales de butadieno, uno de los comonómeros, y natrium (sodio), empleado como catalizador. En la buna N, el otro comonómero es el propenonitrilo ($\text{CH}_2\text{CH}(\text{CN})$), que se produce a partir del ácido cianhídrico. La buna N es muy útil en aquellos casos en los que se requiere resistencia a la acción de aceites y a la abrasión. También se obtiene caucho industrialmente por copolimerización de butadieno y estireno (buna S).
- El Caucho Butilo, se obtiene por copolimerización de isobutileno con butadieno o isopreno. Es un plástico y puede trabajarse como el caucho natural, pero es difícil de vulcanizar. Aunque no es tan flexible como el caucho natural y otros sintéticos, es muy resistente a la oxidación y a la acción de productos corrosivos. Debido a su baja permeabilidad a los gases, se utiliza en las cámaras interiores de los neumáticos.
- Se han desarrollado numerosos tipos de cauchos con propiedades específicas para aplicaciones y usos especiales. Uno de estos cauchos especiales es el coroseal, un polímero de cloruro de vinilo (CH_2CHCl). Estos polímeros son resistentes al calor, la corrosión y la electricidad, y no se deterioran por la acción de la luz ni por un almacenamiento

prolongado. El coroseal no se puede vulcanizar, pero mientras no se le someta a altas temperaturas, se muestra más resistente a la abrasión que el caucho natural o el cuero. Otro tipo de caucho especial es el tiocol, que se obtiene por copolimerización de dicloruro de etileno (CHClCHCl) y tetrasulfuro de sodio (Na₂S₄). Puede trabajarse y vulcanizarse como el caucho natural y es resistente a la acción de los aceites y los disolventes orgánicos usados en barnices; se emplea para aislamientos eléctricos pues no se deteriora con la luz ni la electricidad”¹.

1.2.3.2 Incidencia en el Proceso

Para comenzar el proceso de vulcanización las dos camisas son llevadas al área de preparación donde se le colocan los pegamentos a cada una de ellas, para luego ser colocadas en el molde previamente calentado en la prensa vulcanizadora, se procede a llenar el molde de hule por medio de la presión ejercida por la máquina hasta llenar el molde por completo, una vez el molde se encuentre completamente lleno, se toma un tiempo de 15 a 20 minutos para que el proceso de vulcanización se realice completamente.

¹ Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. “Caucho”. © 1993-2002. Microsoft Corporation.

2. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Problemas Comunes en el Proceso de Vulcanización de Hule para Bujes de Suspensión Automotriz

En cada proceso de producción, indistintamente del producto, existen fallas o problemas atribuidos a la maquinaria, los materiales o al personal. Una de las primeras acciones a tomar al momento de realizar un plan de mantenimiento preventivo es identificar los problemas que se presentan comúnmente en el proceso, para poder buscar las posibles soluciones y crear un historial del mantenimiento en el cual se pueda tener la información del problema, la causa y la solución.

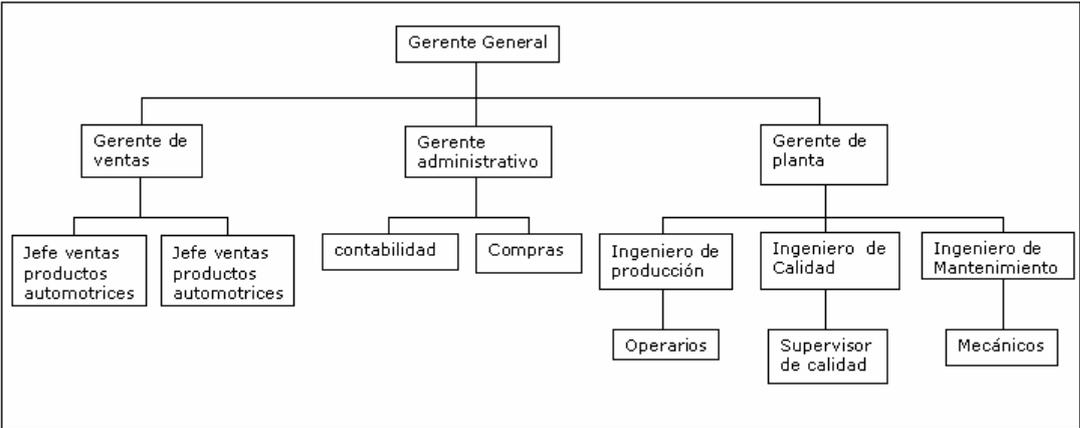
El objetivo principal de implementar un plan de mantenimiento preventivo es crear un sistema que se anticipe a las fallas que le puedan ocurrir a la maquinaria. Garantizar que la producción será continua no es solo responsabilidad del departamento de mantenimiento, el departamento de producción también está encargado, ya que los operarios de las máquinas son los indicados para detectar los ruidos extraños, mal funcionamiento y posibles fallas en la maquinaria.

La empresa se encuentra estructurada en tres líneas de mando, departamento de ventas, departamento administrativo y departamento de planta, este último actualmente solo posee dos

divisiones que son la de producción y la de calidad. Al implementar un plan de mantenimiento preventivo la empresa quedaría estructurada de acuerdo al organigrama visto en la figura 3.

Actualmente no existe ningún tipo de mantenimiento para la maquinaria, debido a la falta de éste los problemas en producción crecen y no se solucionan. El exceso de rebaba, picaduras en el hule, el cuñero desalineado y otras, son fallas causadas por el mal funcionamiento de la maquinaria, teniendo como consecuencia retrasos y productos de mala calidad, por esta razón el mantenimiento preventivo es una de las actividades primordiales en las empresas industriales, ya que es una manera de aumentar la producción y disminuir los costos.

Figura 3 Estructura orgánica de industrias MAGA



2.1.1 Fundición Deficiente

El hule en comparación con otros materiales, tiene mayor flexibilidad, ya que es considerado como material elastómero, esto

hace que al procesarlo para producir bujes para suspensión de hule se utilicen temperaturas regulares, entre 70 a 75 grados centígrados según las condiciones de operación, para poder fundir el hule y obtener un producto de calidad, sin ningún defecto. Al no fundirse por completo el hule, causa ciertas deficiencias en el, las cuales aparecen en la parte interna del buje y esto ocasiona que en esos puntos no haya una vulcanización perfecta y se produzca una concentración de esfuerzos, lo que provoca que la vida útil del producto se reduzca, o si en la fundición no se completa en un 90% las camisas no se pegaran al hule.

2.1.2 Calidad de la Materia Prima

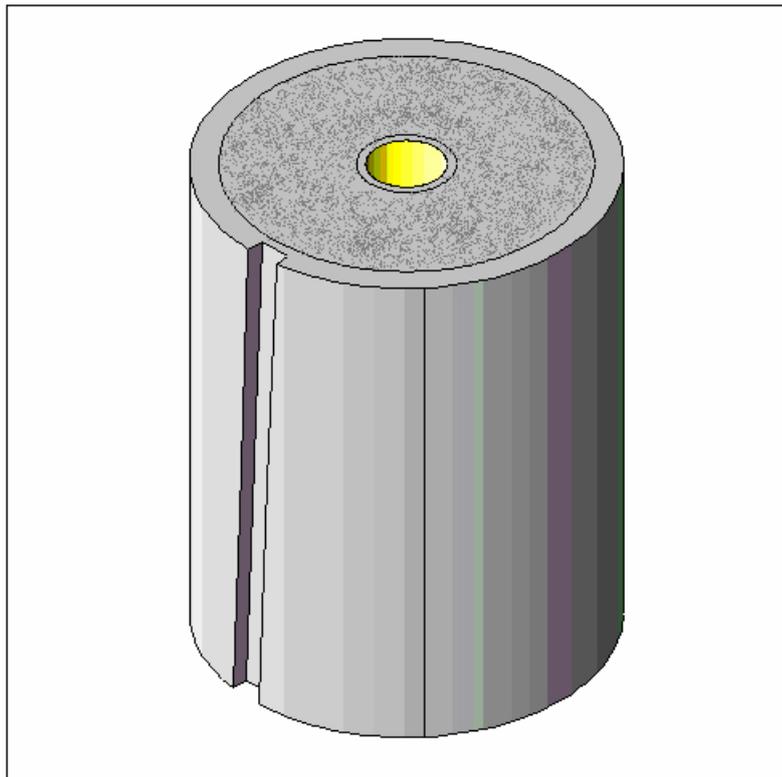
Cuando la materia prima utilizada es de mala calidad, ésta no será apta para trabajarla sobre las condiciones normales de temperatura en el caso del hule y velocidades en el caso de las camisas de acero, por lo que el producto final, se vera afectado en sus características físicas y mecánicas, obteniendo un producto de mala calidad. Por esta razón la materia prima es analizada antes de utilizarse en el proceso

2.1.3 Picadura en el Hule

Cuando se realiza el proceso de vulcanización, se le rocía al molde un líquido (silicón) para que el hule no se adhiera al molde y sea mas fácil al momento de retirarlo, si la cantidad de líquido que se le rocía es demasiada el hule tiende a salir con picaduras, esta es una causa, y la otra es que al momento de la vulcanización se realice no se retire el molde a tiempo o la resistencia de la máquina no este graduada adecuadamente, y el hule pase de cocido a quemado ya que el principal indicio de quemadura en el hule es

que aparecen picaduras y el olor característico a hule quemado, lo cual provoca que el buje tenga una mala apariencia, mal olor y se reduzca su vida útil.

Figura 4 Picadura de hule en el proceso de vulcanización



2.1.4 Exceso de Rebaba

La máquina vulcanizadora consta de un tornillo y una tuerca y en la parte final del tornillo se encuentra colocada la resistencia; si el tornillo tiene juego la presión ejercida sobre el molde no es la adecuada y esto crea que el molde sea llenado con mas cantidad de hule de lo necesario, provocando que el tamaño del hule varíe significativamente, y cuando el buje quiera ser colocado se tendrán problemas por la variación de medidas.

La apariencia del buje es importante, y cuando la rebaba no es excesiva no afecta las especificaciones del mismo, pero se producen fallas como protuberancias en la parte de hule que afectan seriamente la apariencia del mismo y aunque el producto puede funcionar en optimas condiciones da apariencia de lo contrario, por lo que es descartado como producto para la venta, se reciclan las partes metálicas y el hule es destruido por completo.

Figura 5 Prensa de Vulcanización



2.1.5 Rectificado y Pulido de Moldes

Los moldes son sometidos a grandes presiones y temperaturas, por lo que sufren deformaciones plásticas y necesitan ser verificados, si se tienen problemas en las medidas estos deben de pasar al área de rectificado.

En el área de rectificado se tiene las especificaciones de cada uno de los moldes, cuando un molde es llevado a esta área se obtiene el código y se procede a la verificación de medidas, si este tiene una variación significativa debe ser corregida en el torno y luego pasar al área de pulido, en esta área los moldes son pulidos por medio de una piedra de pulir utilizada en la máquina fresadora, este proceso se realiza para que el acabado en el hule sea de calidad, en algunos casos los moldes solo presentan incrustaciones, las cuales son corregidas en el área de pulido.

La verificación de medidas es esencial ya que si el molde no tiene las medidas adecuadas una gran cantidad de bujes tendrán defectos y al momento de ser colocados en el vehículo no realizaran el trabajo adecuadamente o simplemente no encajaran y serán rechazados.

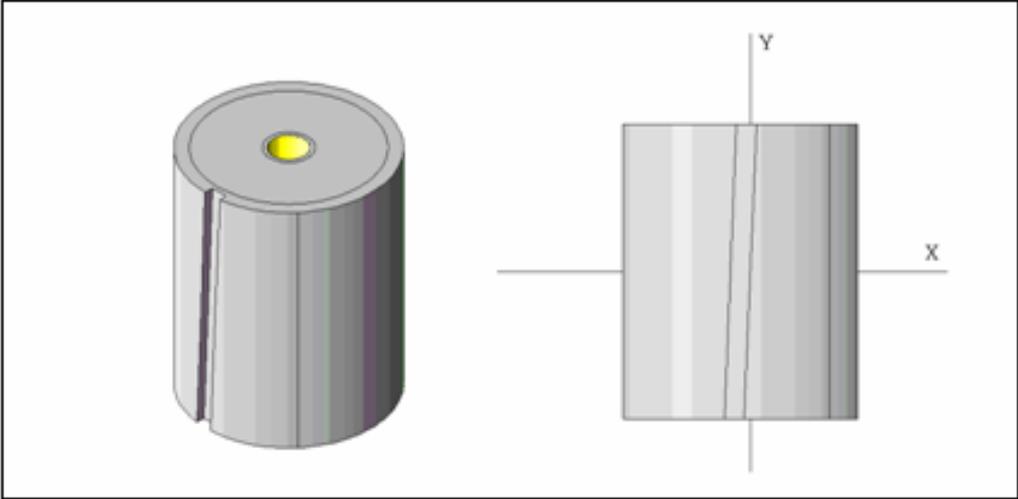
2.1.6 Cuñero Desalineado

El cuñero o chavetero es una parte importante ya que permite que el buje sea solidario con la pieza fija de la suspensión, esto significa que el buje no puede girar, perder su posición o crear movimientos que afecten el desempeño del mismo.

La pieza fija de la suspensión esta provista de un cuñero al igual que el buje, ya que son dos piezas, los cuñeros al momento del montaje deben de estar perfectamente alineados, la pieza fija de la suspensión esta alineada de fábrica y la alineación del cuñero de la camisa exterior debe de realizarse al momento del fresado del mismo. La camisa exterior debe de estar alineada al útil de fresar y debe ser fijada la prensa a la fresadora y la camisa exterior a la prensa ya que un pequeño movimiento de cualquiera de estas puede provocar un desalineamiento del cuñero.

Cuando el cuñero del buje se encuentra altamente desalineado no se puede lograr que la cuña pase por los cuñeros debido al desalineamiento, y si se introduce la cuña a presión puede causar una deformación en ella o cuando se desee cambiar el buje la destrucción de la misma.

Figura 6 Disposición del cuñero desalineado



3. PROPUESTA

3.1 Plan de Mantenimiento Preventivo

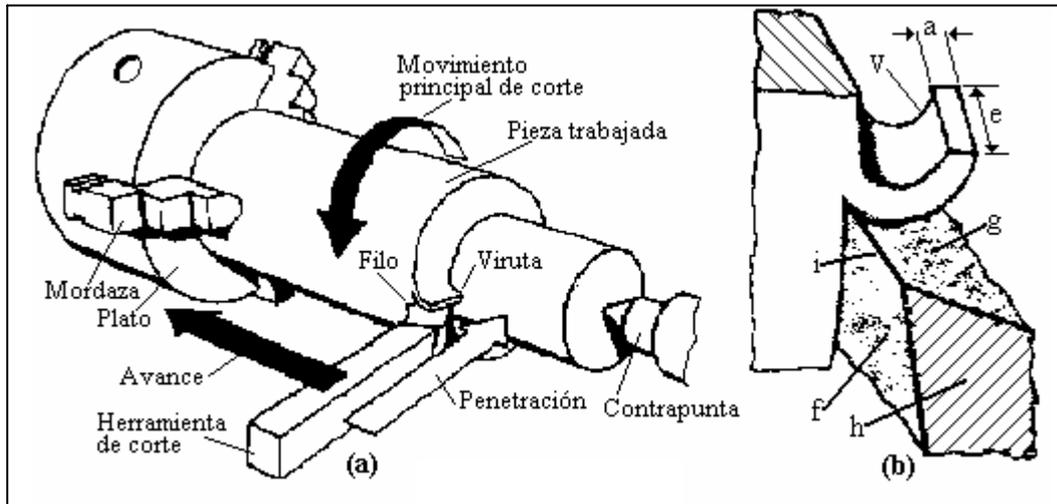
El proceso esta dividido en tres áreas: área de tornos, área de fresado y área de vulcanizado. A continuación se mencionan para cada una de las áreas la maquinaria utilizada y todos sus elementos principales, posteriormente se indica el mantenimiento que se debe realizar sobre cada una de ellas, lo cual incluye las actividades a desarrollar y la frecuencia de realización de las mismas.

3.1.1 Torno

3.1.1.1 Clasificación de las Partes del Torno

El torneado, realizado con el torno, el cual se muestra en la figura 7, es una de las operaciones más útiles en el trabajo de materiales con máquinas herramientas, ya que el mismo sirve para realizar una gran cantidad de trabajo con herramientas por lo general de forma sencilla, siendo además, este tipo de máquinas, una de las más empleadas en talleres tanto industriales como de mantenimiento.

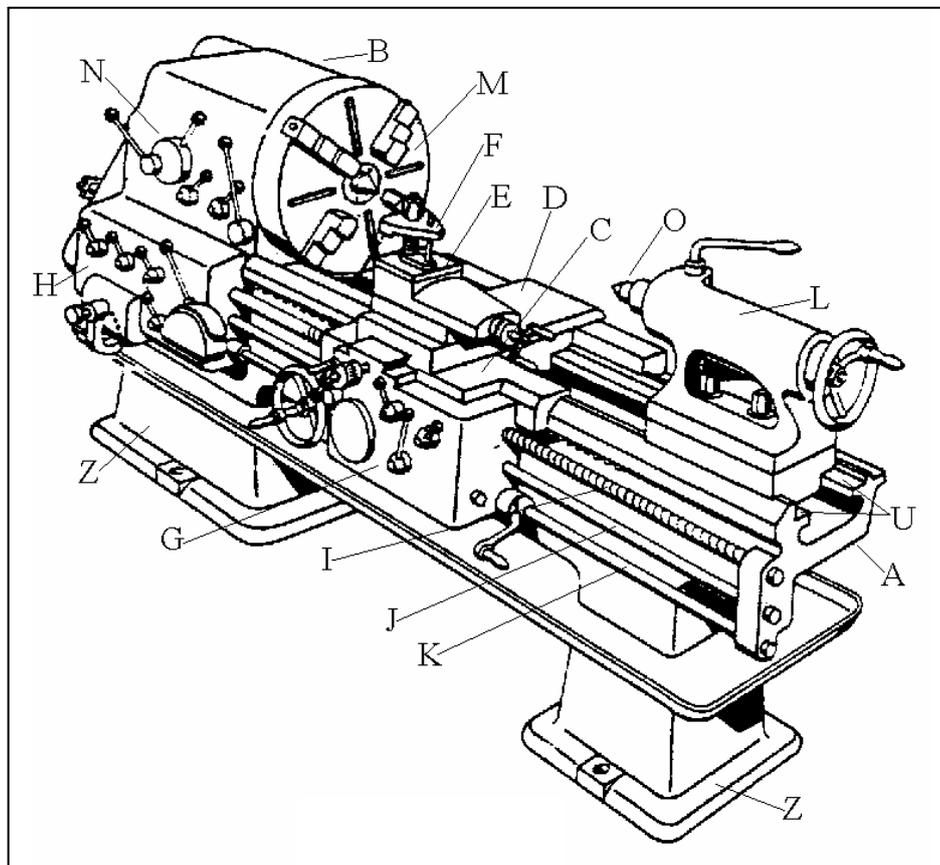
Figura 7 Proceso de mecanización de una pieza en el torno



El torno está conformado, principalmente, según se indica en la figura 8, por las siguientes partes: la bancada **A** que posee las patas de apoyo **Z**, soporta las otras partes del torno y tiene la guía **U** por la cual desliza el carro principal de bancada **C**, que desplaza a la herramienta en forma longitudinal, obteniéndose el avance **a**, estando sobre este último el carro de desplazamiento transversal **D**, con el cual se le da el desplazamiento transversal a la herramienta y con ello la profundidad de pasada **e**, éste a su vez soporta el carro superior porta herramienta **E** en el cual se encuentra el porta herramienta **F** propiamente dicho. En uno de los extremos se encuentra el cabezal fijo **B**, el cual contiene en su interior el tren de engranajes y comandos para la variación de velocidades y tiene además el husillo principal o de trabajo que es un eje con un extremo roscado en voladizo, el cual gira imprimiéndole al plato de mordaza **M** y a la pieza sujeta por el mismo, el movimiento de rotación principal de corte. En el otro extremo opuesto al cabezal fijo se encuentra el cabezal móvil **L** que contiene en su interior la contrapunta **O** desplazable, que se utiliza para sujetar por uno de sus extremos las piezas largas que se

trabajan o para sujetar una herramienta de taladrar o escariar, y se puede mover axialmente en la guía **U**. Se puede observar también en la figura las palancas de comando del movimiento de rotación **N** con los que se varía la velocidad de rotación de la pieza que se trabaja o se la detiene; el mecanismo de avance **H**, el cual le imprime a la barra de avance **K**, a la barra de cilindrar **J** y al tornillo de roscar o patrón **I** los movimientos de giro que hacen desplazar axialmente el carro principal de bancada **C** para realizar el avance, el cilindrado o el roscado respectivamente; la caja de movimiento transversal **G** del carro principal de bancada **C**, que permite a éste desplazarse transversalmente.

Figura 8 Partes del torno



3.1.1.2 y 3.1.1.3 Actividades y Frecuencia de Mantenimiento Preventivo a Realizar

Tabla I. Actividades de Mantenimiento en la Máquina
Herramienta Torno

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA				
			1 Mes	3 Meses	6 Meses	12 Meses	Diario
Motor Principal	Cojinetes	Revisión y Limpieza			X		
	Poleas	Revisión y Ajuste		X			
	Fajas	Revisión y Ajuste		X			
Ventilador del Motor Principal	Cojinetes	Revisión y Limpieza			X		
	Aspas	Revisión y Limpieza			X		
Bancada y Soportes de Acoplamiento	Guías de Desplazamiento	Revisión y Limpieza					X
	Tornillos de Anclaje	Revisión				X	

Tabla I. Continuación

Carro Longitudinal	Tornillo sin Fin y Tuerca	Revisión y Limpieza					X
Carro Transversal	Tornillo sin Fin y Tuerca	Revisión y Limpieza					X
Carro Porta Herramienta	Tornillo sin Fin y Tuerca	Revisión y Limpieza					X
Cabezal Fijo	Tren de Engranajes	Revisión y Limpieza			X		
	Cojinetes	Revisión y Limpieza			X		
	Rosca del Husillo Principal	Revisión y Limpieza		X			
Mandrill	Mordazas	Revisión y Limpieza					X
	Pernos	Revisión y Limpieza					X

Tabla I. Continuación

	Espiral	Revisión y Limpieza					X
Cabezal Móvil	Contrapunto	Revisión y Limpieza					X
	Husillo Cónico	Revisión y Limpieza					X
	Guías de Desplazamiento	Revisión y Limpieza					X
Palancas de Control		Revisión del Funcionamiento	X				
Mecanismo de Avance	Tren de Engranajes	Revisión y Limpieza				X	
	Cojinetes	Revisión y Limpieza				X	
Barra de Avance		Revisión de Ruidos Extraños		X			
Barra de Cilindrar		Revisión de Ruidos Extraños		X			

Tabla I. Continuación

Barra de Roscar		Revisión de Ruidos Extraños		X			
Sistema de Refrigeración	Bomba	Revisión y Limpieza			X		
	Manguera	Revisión y Limpieza		X			
Herramientas de Corte	Buril	Revisión de Afilado					X
	Broca	Revisión de Afilado					X
	Broca de Centro	Revisión de Afilado					X
Conexiones Eléctricas	Contactador de Movimiento	Revisión			X		
	Contactador de Movimiento Inverso	Revisión			X		
	Contactador de Frenado	Revisión			X		
	Caja de Fusibles	Revisión			X		

3.1.1.4 Razones para Realizar las Actividades de Mantenimiento

Tabla II. Razones para Realizar las Actividades de Mantenimiento en la Máquina Herramienta Torno

ACTIVIDADES A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión y limpieza de cojinetes.	Evitar la rodadura del cojinete por la fricción existente que ocasiona su desgaste y el aumento de temperatura que se produce.
Revisión y limpieza de las aspas del ventilador.	El polvo existente en el ambiente y el humo que se produce al momento de la vulcanización se acumulan en todos los elementos de la máquina y llega a dificultar el adecuado funcionamiento de las aspas.
Revisión de ruidos extraños en la caja de velocidad.	Permite detectar si algún movimiento está funcionando inadecuadamente por alguna falla que se allí producido en forma imprevista.

Tabla II. Continuación

Revisar el ajuste de las poleas	Evitar un movimiento discontinuo que se produce al no tener bien alineadas las poleas entre si, lo que ocasiona que no se transmita un movimiento en forma adecuada.
Revisión de fajas	Rotura de fajas que se produce como consecuencia del desgaste de estas, por el rozamiento existente entre fajas y poleas. Evitar la transmisión no adecuada de movimiento por la disminución de la tensión de las fajas por el fin de su vida útil.
Revisión de caja de engranajes o caja norton.	Evitar que se produzca una transferencia inadecuada de movimiento entre engranajes, por mal ajuste de tales o fin de la vida útil de dichos elementos.
Revisión y limpieza de tuercas y tornillos sin fin	Eliminar del tornillo sin fin los sedimentos o resina no fundida, y verificar si hay desgaste o no.

Tabla II. Continuación

Revisión del funcionamiento de las palancas de control.	Revisar que las palancas funcionen adecuada y fácilmente, posicionándolas en diferentes velocidades, para no tener ningún problema en el momento en el que se deban de cambiar las velocidades de trabajo.
Revisión de la bancada y soportes de acoplamiento.	Revisar que la bancada y las guías de desplazamiento estén limpias de cualquier viruta o polvo metálico ya que esto produce desgaste en las mismas y provoca desajustes en la máquina. Revisar que los tornillos de anclaje de la máquina estén ajustados para que al momento de estar funcionando no provoque vibraciones y dañe el suelo o base de concreto.
Revisión de la rosca del cabezal fijo.	La rosca del cabezal fijo es la pieza que une el mandril con el husillo, si el husillo gira y el mandril no está bien sujeto, puede provocar movimientos extraños o la separación de estas dos piezas.

Tabla II. Continuación

Revisión y limpieza del mandril	El mandril es parte del torno que sujeta la pieza de trabajo, por lo que se deben de revisar el espiral, las mordazas y los pernos, para asegurar que la pieza este bien sujeta y no provoque movimientos oscilatorios.
Revisión y limpieza del cabezal móvil	El cabezal móvil posee un husillo cónico donde se coloca la contrapunto, que es la que sostiene la pieza al momento del torneado, si la contrapunto o el husillo se encuentran en malas condiciones de trabajo, pueden provocar un movimiento oscilatorio en la pieza con lo que se obtendría un torneado cónico en lugar de un lineal.
Revisión y limpieza de las barras de avance, cilindrar y roscar.	Eliminar de las barras los sedimentos que se depositan en ellas ya que pueden provocar un bloqueo en el carro longitudinal al momento del torneado.
Revisión del sistema de refrigeración.	Este tipo de refrigeración se utiliza al momento de tornear para evitar la alta temperatura tanto en la pieza como en la herramienta de corte y evitar desgastar el filo de la misma.

Tabla II. Continuación

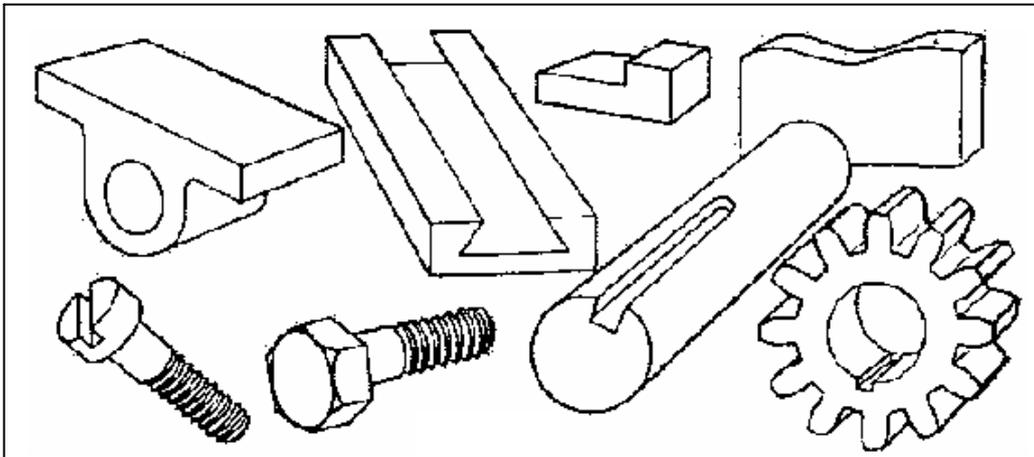
Revisión de afilado de las herramientas de corte.	El mal afilado de las herramientas de corte puede provocar malos acabados en la pieza así como también mucha viruta pequeña que se puede incrustar en las guías de desplazamiento
Revisión de conexiones eléctricas.	La mala conexión o cables sin protección pueden provocar un incendio. Revisar las conexiones eléctricas de los motores es importante, ya que esto disminuye el riesgo de que se produzca un corto circuito y pueda causar un daño en el motor.

3.1.2 Fresadora

3.1.2.1 Clasificación de las Partes de la Fresadora

El fresado es una de las operaciones más utilizadas en los talleres e industrias debido a la multiplicidad de trabajos que con él se pueden realizar, y además a la precisión que se logra en éstos. Entre otras, se pueden obtener piezas de superficies planas y curvas, ranuradas, dentadas, estriadas, roscadas, etc., algunas de las cuales se muestran en la figura 9.

Figura 9 Trabajos Fresados

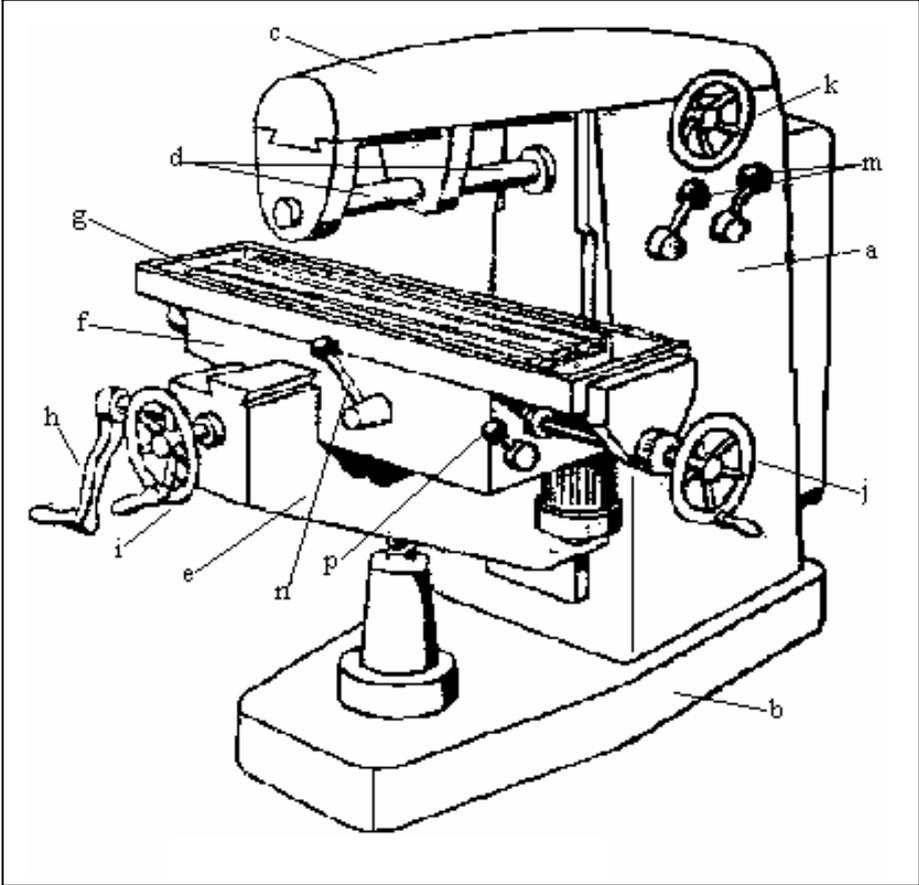


Según la posición del husillo, las máquinas fresadoras pueden ser horizontales o verticales, existiendo las denominadas universales que permiten la inclinación del carro porta pieza hasta 45°; también existen fresadoras especiales, que son utilizadas cuando se construyen piezas en serie, las que pueden realizar, entre otras operaciones, el tallado de engranajes, hélices, tornillos, fresas, escariadores, etc.

En la figura 10 se muestra una fresadora horizontal, siendo sus partes principales, el cuerpo o bastidor **a**, en el cual se aloja el mecanismo de accionamiento del árbol porta fresa **d**, el cual es accionado por el volante **k** y las palancas **m**, la base **b**, donde se apoya toda la máquina y se la fija al suelo, el brazo superior **c**, que soporta al árbol porta fresa, la mesa de consola móvil **e**, la cual se eleva o desciende por medio de un tornillo sinfín accionado por la manivela **h**, soportando al carro transversal **f** el cual se desplaza en la dirección del eje del árbol porta fresa, en ambos sentidos, con el accionamiento del volante **i** y la palanca **n**, la mesa de fresar **g**, la cual puede desplazarse en forma perpendicular al eje del árbol

porta fresa mediante el accionamiento del volante **j** y la palanca **p**, sobre la cual se encuentra la pieza a fresar.

Figura 10 Fresadora Horizontal



3.1.2.2 y 3.1.2.3 Actividades y Frecuencia de Mantenimiento Preventivo a Realizar

Tabla III. Actividades de Mantenimiento en la Máquina
Herramienta Fresadora

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA				
			1 Mes	3 Meses	6 Meses	12 Meses	Diario
Motor Principal	Cojinetes	Revisión y Limpieza			X		
	Poleas	Revisión y Ajuste		X			
	Fajas	Revisión y Ajuste		X			
Ventilador del Motor Principal	Cojinetes	Revisión y Limpieza			X		
	Aspas	Revisión y Limpieza			X		
Bastidor	Husillo de Conexión del Árbol Porta Fresa	Revisión y Limpieza					X

Tabla III. Continuación

Base	Tornillos de Anclaje	Revisión				X	
Consola Móvil	Tornillo sin Fin y Tuerca	Revisión y Limpieza					X
Carro Transversal	Tornillo sin Fin y Tuerca	Revisión y Limpieza					X
Mesa de Fresar	Tornillo sin Fin y Tuerca	Revisión y Limpieza					X
Brazo Superior	Soportes del Eje Porta Fresa	Revisión y Limpieza		X			
	Cojinete	Revisión y Limpieza		X			
Caja de Velocidades	Tren de Engranajes	Revisión y Limpieza			X		
	Cojinetes	Revisión y Limpieza			X		

Tabla III. Continuación

Prensa de Sujeción	Tornillos de Anclaje	Revisión					X
	Mordazas	Limpieza					X
Palancas de Control		Revisión del Funcionamiento	X				
Árbol Porta Fresa	Cono				X		
	Cuñero y Cuña			X			
	Rosca de Fijación		X				
Sistema de Refrigeración	Bomba	Revisión y Limpieza			X		
	Manguera	Revisión y Limpieza		X			
Herramientas de Corte	Fresa	Revisión de Afilado					X

Tabla III. Continuación

	Broca	Revisión de Afilado					X
Conexiones Eléctricas	Contactador de Movimiento	Revisión			X		
	Contactador de Movimiento Inverso	Revisión			X		
	Contactador de Frenado	Revisión			X		
	Caja de Fusibles	Revisión			X		

3.1.2.4 Razones para Realizar las Actividades de Mantenimiento

Tabla IV. Razones Para Realizar las Actividades de Mantenimiento en la Máquina Herramienta Fresadora

ACTIVIDADES A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión y limpieza de cojinetes.	Evitar la rodadura del cojinete por la fricción existente que ocasiona su desgaste y el aumento de temperatura que se produce.
Revisión y limpieza de las aspas del ventilador.	El polvo existente en el ambiente y el humo que se produce al momento de la vulcanización se acumulan en todos los elementos de la máquina y llega a dificultar el adecuado funcionamiento de las aspas.
Revisión de ruidos extraños en la caja de velocidad.	Permite detectar si algún movimiento esta funcionando inadecuadamente por alguna falla que se allá producido en forma imprevista.
Revisar el ajuste de las poleas	Evitar un movimiento discontinuo que se produce al no tener bien alineadas las poleas entre si, lo que ocasiona que no se transmita un movimiento en forma adecuada.

Tabla IV. Continuación

Revisión de fajas.	<p>Rotura de fajas que se produce como consecuencia del desgaste de estas, por el rozamiento existente entre fajas y poleas.</p> <p>Evitar la transmisión no adecuada de movimiento por la disminución de la tensión de las fajas por el fin de su vida útil.</p>
Revisión de caja de velocidades.	<p>Evitar que se produzca una transferencia inadecuada de movimiento entre engranajes, por mal ajuste de tales o fin de la vida útil de dichos elementos.</p>
Revisión y limpieza de tuercas y tornillos sin fin.	<p>Eliminar del tornillo sin fin los sedimentos o resina no fundida, y verificar si hay desgaste o no.</p>
Revisión del funcionamiento de las palancas de control.	<p>Revisar que las palancas funcionen adecuada y fácilmente, posicionándolas en diferentes velocidades, para no tener ningún problema en el momento en el que se deban de cambiar las velocidades de trabajo.</p>

Tabla IV. Continuación

Bastidor	Revisar que el husillo de conexión del árbol porta fresa esté limpio de cualquier viruta o polvo metálico ya que esto produce desgaste en las mismas y provoca desajustes en la máquina.
Árboles Porta Fresa	<p>Revisar cada uno de los árboles porta fresa a utilizar, ya que con el uso pueden desgastarse el cono y pueden provocar oscilaciones en el mismo el momento de estar mecanizando una pieza.</p> <p>La revisión tanto del cuñero como de la cuña de cada árbol porta fresa es de mucha importancia ya que esto hace que la fresa sea una con el eje, cualquier fallo en estas piezas producirían un atrancamiento de la fresa en el material.</p>
Base	Revisar que los tornillos de anclaje de la máquina estén ajustados para que al momento de estar funcionando no provoque vibraciones y dañe el suelo o base de concreto.

Tabla IV. Continuación

Brazo Superior	El brazo superior es la pieza que sostiene al eje porta fresa, como este brazo se encuentra al aire es muy frágil, no debe de colocarse peso excesivo en este, ya que puede causar un desalineamiento entre el husillo del árbol y el brazo, provocando movimientos inesperados en la herramienta de corte.
Revisión del sistema de refrigeración.	Este tipo de refrigeración se utiliza al momento de fresar para evitar la alta temperatura tanto en la pieza como en la herramienta de corte y evitar desgastar el filo de la misma.
Revisión de afilado de las herramientas de corte.	El mal afilado de las fresas puede provocar malos acabados en la pieza así como también mucha viruta pequeña que se puede incrustar en la mesa de fresar.
Revisión de conexiones eléctricas	Una mala conexión o un cable sin protección pueden provocar un incendio o la fundición del motor.

3.1.3 Prensa de Vulcanización

3.1.3.1 Clasificación de las Partes de la Prensa de Vulcanización

La vulcanización del hule se realiza por el proceso de moldeado, en el cual los moldes que proveen el acabado final de la pieza son sometidos a altas temperaturas y presiones logrando que el hule logre vulcanizarse.

La prensa de vulcanización es una máquina de construcción muy sencilla cuenta con las siguientes partes:

- a. base.
- b. cuerpo.
- c. placas inferiores.
- d. placas superiores.
- e. guías.
- f. tornillo y tuerca.
- g. gatos hidráulicos.

La base es la pieza que soporta todo el peso de los demás componentes y es donde se encuentran los tornillos de anclaje que unen a la máquina con la cimentación. El cuerpo son cuatro barras de hierro donde se encuentran las placas, las guías y la tuerca para el tornillo de ajuste.

Las placas tanto superiores e inferiores son 4 placas de hierro que protegen a las resistencias que por medio de energía eléctrica producen calor, el cual es transmitido hacia las placas, las cuales tienen contacto directo con los moldes, calentándolos para que el hule se vulcanice.

Las placas inferiores son fijas, las superiores están conectadas por medio de un cojinete axial al tornillo de ajuste, este tornillo hace que las placas superiores suban y bajen dependiendo del tamaño de los moldes.

Las guías no permiten que las placas superiores giren o provoquen que las conexiones eléctricas de las resistencias sean desconectadas al momento de estar trabajando.

Las resistencias son placas metálicas por las cuales circula un hilo delgado, que al momento de hacer pasar por él una corriente de 240 voltios hace que el hilo se caliente y este calor sea transferido a las placas que calientan los moldes.

3.1.3.2 y 3.1.3.3 Actividades y Frecuencia de Mantenimiento Preventivo a Realizar

Tabla V. Actividades De Mantenimiento En La Prensa De Vulcanización

PARTE DE LA MÁQUINA	ELEMENTO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA				
			1	3	6	12	Meses
Base	Tornillos de anclaje	Revisión				X	
Cuerpo	Soldaduras	Revisión				X	
Placas inferiores	Resistencia y separadores	Revisión		X			

Tabla V. Continuación

Placas superiores	Resistencia y separadores	Revisión		X			
	Cojinete axial	Revisión y limpieza			X		
Guías		Revisión y ajuste			X		
Tornillo y tuerca		Revisión y limpieza			X		
Gato hidráulico		Revisión del funcionamiento			X		
Conexiones Eléctricas	Conexiones de las resistencias	Revisión y limpieza			X		
	Switch de activación	Revisión		X			
	Tablero de control	Revisión del funcionamiento	X				

3.1.3.4 Razones para Realizar las Actividades de Mantenimiento

Tabla VI. Razones para Realizar las Actividades de Mantenimiento en la Prensa de Vulcanización.

ACTIVIDADES A DESARROLLAR	RAZÓN DEL MANTENIMIENTO
Revisión de la base de la máquina.	Revisar que los tornillos de anclaje de la máquina estén ajustados para que al momento de estar funcionando no provoque movimientos inesperados y pueda causar un accidente.
Revisión del cuerpo de la máquina.	Revisar las soldaduras ya que entre las cuatro barras que forman el cuerpo se producen grandes presiones.
Placas superiores e inferiores.	Revisar que las resistencias se encuentren colocadas en su posición y los separadores cumplan la función de no presionar las resistencias, para evitar el rompimiento del filamento.

Tabla VI. Continuación

Revisión y limpieza del cojinete axial.	Evitar la rodadura del cojinete por la fricción existente que ocasiona su desgaste y el aumento de temperatura que se produce. Puede causar un desalineamiento en las placas superiores y provocar que no se produzca la presión necesaria en los moldes.
Revisión y ajuste de guías.	Evitar que las placas superiores giren y se desconecten las resistencias eléctricas.
Revisión y limpieza de tornillo y tuerca.	Evitar que el tornillo se atore o sufra desgaste por las partículas que se depositan en este elemento.
Revisión del funcionamiento del gato hidráulico.	Asegurar que funcione en perfectas condiciones y produzca la presión necesaria al momento de la vulcanización del hule.
Revisión de conexiones eléctricas.	Una mala conexión o un cable sin protección pueden provocar un incendio o la fundición del motor.

3.2 Reportes de Mantenimiento

3.2.1 Orden de Trabajo

A continuación se presenta el formato de la orden de trabajo que debe llevarse y debe ser utilizado por los supervisores de producción, quienes deben indicar en tal formato, qué máquina necesita revisión y/o reparación, además del problema que se tiene en dicha máquina.

La solicitud debe ser recibida por el supervisor de mantenimiento y distribuida entre los técnicos mecánicos y/o eléctricos, para su realización. Tanto la persona que solicita el mantenimiento, como el que recibe la orden, deben firmar para responsabilizarse de que el trabajo se efectuó efectivamente.

Se debe indicar la fecha y el turno en el cual se solicita el servicio, además de la hora, y el tipo de trabajo a desarrollar, ya sea mecánico o eléctrico. También existe una sección en la cual se puede hacer los comentarios u observaciones que se consideren importantes sobre la realización del mantenimiento, por parte de los supervisores.

El jefe de mantenimiento debe llevar el control sobre dicho formato, y debe ser el encargado de analizar periódicamente todos y cada uno de los trabajos realizados en cada una de las máquinas, para encontrar posibles causas que afecten el funcionamiento de tales máquinas. La orden de trabajo tendrá dos copias, una que le quedará al departamento de producción y la otra al departamento de mantenimiento, con lo cual, cada uno, llevará su propio control de los servicios solicitados.

Figura 11 Formato de Orden de Trabajo

INDUSTRIAS "MAGA"	
ORDEN DE TRABAJO	
MÁQUINA:	<input type="text"/>
FECHA:	<input type="text"/>
PROBLEMA:	HORA DE SOLICITUD:
_____	<input type="text"/>

_____	TRABAJO SOLICITADO POR:
_____	<input type="text"/>
TIPO DE TRABAJO:	ORDEN RECIBIDA POR:
MECÁNICO	<input type="text"/>
ELÉCTRICO	
OBSERVACIONES:	

3.2.2 Historial de Mantenimiento

Llevar un historial sobre las actividades de mantenimiento que se van realizando durante cierto tiempo es muy útil, porque queda plasmada información importante que puede ayudar a tomar decisiones importantes sobre las actividades de mantenimiento, que permitan perfeccionar el mantenimiento preventivo.

La información que se puede analizar en un historial de mantenimiento, permite contabilizar las fallas mas frecuentes, y analizar por qué se producen, analizar cada cuánto tiempo se repiten, quienes son los técnicos que reparan determinada máquina, entre otras cosas, todo esto esta plasmado en una hoja de historial del mantenimiento y permite tomar decisiones que mejoren la eficiencia del mantenimiento que realiza.

Lo mencionado influye en los costos anuales de mantenimiento, los cuales disminuirían, por el hecho de realizar un programa más eficiente. El programa de mantenimiento debe ser adaptable a modificaciones en su estructura, de tal forma que lo mejore y perfeccione a través del paso del tiempo.

En la siguiente página se presenta el formato del historial del mantenimiento, un control que se debe llevar a través de un programa de computación, el cual facilite toda la información requerida sobre el mantenimiento de las máquinas.

3.2.3 Control de Mantenimiento de Avería

En la siguiente página se presenta el formato de control del mantenimiento de avería, dicho formato se utilizará para este tipo de mantenimiento y para el correctivo, ya que es un medio útil y general para llevar un control de todas las actividades que se han de realizar.

La información que debe llevar, incluye el nombre de la máquina en la cual se ha realizado el mantenimiento; el área o parte de la máquina afectada, también el problema que se ha detectado en dicha parte, y el tipo de trabajo que es, ya sea mecánico o eléctrico; otra información que se debe incluir, es la del nombre de la persona que ha realizado el mantenimiento, debe recordarse que toda la información es para almacenarla para que posteriormente el jefe de mantenimiento la analice y llegue a la conclusión de qué es lo que está afectando el buen funcionamiento de la máquina. Otra información necesaria, es la fecha y la hora de realización del mantenimiento, y también toda la información de los repuestos utilizados, la que incluye, el código, la cantidad y la descripción de dichos repuestos. Por último, se debe especificar si el mantenimiento que se ha realizado, ha sido correctivo o de avería.

Este formato de control de avería, es utilizado por los técnicos mecánicos o eléctricos, y al final de su turno de trabajo, se lo entreguen al supervisor de mantenimiento, que día a día los agrupa y se los proporciona al jefe de mantenimiento para su respectivo análisis.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Plan de Implementación

4.1.1 Capacitación del Personal de Mantenimiento

El departamento de mantenimiento planificará anualmente un proceso de adiestramiento que permita instruir ya sea formativa o informativamente al personal de todo lo concerniente a su labor desempeñada dentro de la institución al igual que dará a conocer las normas generalizadas, todo esto en aras de aumentar la productividad del personal mediante el desarrollo de sus habilidades y destrezas, creando así un valor agregado al personal de la institución.

El jefe del departamento de mantenimiento, deberá mostrar el medio ambiente laboral al trabajador, de igual forma deberá darle un mínimo de adiestramiento de la labor asignada, tendiente siempre a crear en el trabajador una conciencia prevencionista en pro de buscar el más alto rendimiento del trabajador

El departamento de mantenimiento creara los cursos de adiestramiento que consideren necesarios, para desarrollar lo conocimientos, habilidades y destrezas del trabajador.

El jefe de mantenimiento pueden realizar por escrito la petición de adiestramiento de un grupo de trabajadores, cuando previamente evaluada las necesidades del personal, los resultados revelen la

falta de adiestramiento en algún área relacionada con la labor que ejecutan.

4.1.1.1 Charlas de Mantenimiento Preventivo

La exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta. En este panorama estamos inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado pero ahora cobran mayor relevancia. Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados.

Una de las principales acciones a tomar, al momento de implementar un plan de mantenimiento, es crear un ambiente de comunicación en el personal. Cada persona debe de estar conciente de que es el mantenimiento preventivo, las funciones y los objetivos que se persiguen. Se deben de programar charlas o reuniones en las cuales se traten los problemas de maquinaria, repuestos, herramienta, equipo etc.

El diseño e implementación de cualquier sistema de organización y su posterior información debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- a. optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- b. disminución de los costos de mantenimiento

- c. optimización de los recursos humanos.
- d. maximización de la vida de la máquina.

El mantenimiento preventivo cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas. Se conoce como Mantenimiento Preventivo directo o periódico por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la confiabilidad de los equipos sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

Las fuentes internas están constituidas por los registros o historiales de reparaciones existentes en la empresa, los cuales nos informan sobre todas las tareas de mantenimiento que la maquinaria ha sufrido durante su permanencia en nuestro poder.

Forman parte de las mismas fuentes, los archivos de los equipos e instalaciones con sus listados de partes, especificaciones, planos generales, de detalle, de despiece, los archivos de inventarios de piezas y partes de repuesto y por último, los archivos del personal disponible en mantenimiento con el detalle de su calificación, habilidades, horarios de trabajo, sueldos, etc.

4.1.2 Recursos a Utilizar

Se incluye un detalle del equipo humano necesario para el desarrollo adecuado del plan de mantenimiento determinando la cantidad y calidad de los integrantes del equipo de mantenimiento. Asimismo, la conservación de los distintos recursos físicos constituidos por la maquinaria y equipo.

4.1.2.1 Humano

El personal que labora en el departamento de mantenimiento, se ha formado una imagen, como una persona tosca, uniforme sucio, lleno de grasa, lo cual ha traído como consecuencia problemas en la comunicación entre las áreas operativas y este departamento, la imagen genera poca confianza y crea una mala reputación.

Los principios del departamento de mantenimiento deben de ser establecidos e inculcados al personal, para que comprendan la importante labor que desempeñan para la empresa.

Dentro del recurso humano que se necesita para llevar a cabo el siguiente plan de mantenimiento preventivo están los siguientes.

- a. 1 coordinador o jefe del departamento de mantenimiento.
- b. 1 técnico mecánico.
- c. 1 técnico eléctrico.

4.1.2.2 Material

El departamento de mantenimiento debe de estar acorde con las exigencias de la maquinaria instalada, se debe de tener la herramienta necesaria para poder solucionar un problema imprevisto en el momento indicado.

La herramienta al igual que la maquinaria necesita de un constante mantenimiento para poder trabajar en óptimas condiciones, es necesario revisar la herramienta a diario, si el personal necesita hacer un cambio de herramienta, deberá acudir con el coordinador

del departamento para llenar una solicitud de requerimiento de nuevo equipo.

Los aceites lubricantes y grasas deben de estar en el área de bodega y debe de revisarse la existencia de estos, ya que las máquinas deben de mantener los niveles de lubricación indicados para un óptimo funcionamiento de las mismas.

Entre la herramienta utilizada por el departamento de mantenimiento tenemos: alicates, pinzas, llaves de cola y corona, cortadora de alambres, voltímetros, barrenos, cinta de aislar, sierras, etc.

4.1.3 Calendario de Actividades de Mantenimiento Preventivo

En las siguientes páginas se presenta el calendario de cada una de las actividades del mantenimiento preventivo sobre las máquinas, a desarrollar a lo largo de un año, que es cuando el ciclo comienza de nuevo y cada una de las actividades se registrará de un nuevo calendario de actividades.

En el calendario se especifican las partes de las máquinas a las cuales se les debe dar mantenimiento, todas y cada una de las actividades a desarrollar, también se especifica el tipo de trabajo, ya sea, mecánico o eléctrico y se muestran las fechas en las cuales se debe de realizar las actividades de mantenimiento preventivo, durante todo el año.

El departamento de mantenimiento en ciertas ocasiones debe aprovechar los períodos de feriado, para realizar parte del

programa de mantenimiento, en el caso de que dichas partes del programa necesiten más tiempo para su completo desarrollo; por lo que las fechas deben quedar previstas y dependerá del acuerdo entre el jefe de mantenimiento y el jefe de producción, si se realizan dichas actividades, a lo largo de los días anteriores y/o posteriores a dicha fecha que se ha especificado.

Cada vez que se realice una actividad de mantenimiento preventivo, el técnico, ya sea el eléctrico o el mecánico, deberá llenar completamente, con lapicero, la casilla en donde se indica la fecha en la cual se realiza la actividad de mantenimiento, con el objeto de llevar un control sobre la realización de cada una de las actividades programadas.

Tabla VII. Calendario de Actividades de Mantenimiento

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
TORNO													
MOTOR PRINCIPAL													
Revisión y Limpieza de cojinetes del motor principal	X						X						
Revisión y ajuste de las poleas del motor principal	X			X			X			X			
Revisión y ajuste de tensión de las fajas del motor principal	X			X			X			X			
VENTILADOR DEL MOTOR PRINCIPAL													
Revisión y limpieza de cojinetes del ventilador	X						X						

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo													
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario	
Revisión y limpieza de las aspas del ventilador	X						X							
BANCADA Y SOPORTES DE ACOPLAMIENTO														
Revisión y limpieza Guías de desplazamiento													X	
Revisión Tornillos de anclaje	X													
LIMPIEZA CARRO LONGITUDINAL													X	
LIMPIEZA CARRO TRASVERSAL													X	

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
LIMPIEZA CARRO PORTA HERRAMIENTAS													X
CABEZAL FIJO													
Revisión de Tren De Engranajes	X						X						
Revisión Rosca Del Husillo Principal	X			X			X			X			
MANDRIL													
Revisión y Limpieza de Mordazas													X

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												Diario	
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9		
Revisión y Limpieza de Espiral														X
Revisión y Limpieza de Pernos														X
CABEZAL MOVIL														
Revisión y Limpieza Contrapunta														X
Revisión y Limpieza Husillo Cónico														X
Revisión y Limpieza Guías de Desplazamiento														X

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS PALANCAS DE CONTROL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
MECANISMO DE AVANCE													
Revisión de Tren De Engranajes	X												
Revisión y Limpieza de cojinetes	X												
REVISION Y LIMPIEZA DE LA BARRA DE AVANCE													X

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo													
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario	
REVISION Y LIMPIEZA DE LA BARRA DE CILINDRAR														X
REVISION Y LIMPIEZA DE LA BARRA DE ROSCAR														X
SISTEMA DE REFRIGERACION														
Revisión y limpieza de la bomba	X						X							
Revisión y limpieza de las mangueras	X			X			X			X				

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												Diario	
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9		
CONEXIONES ELECTRICAS														
Revisión del Contactor de Movimiento	X						X							
Revisión del Contactor de Movimiento Inverso	X						X							
Revisión del Contactor de Frenado	X						X							
Revisión de la Caja de Fusibles	X						X							

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
FRESADORA													
MOTOR PRINCIPAL													
Revisión y Limpieza de cojinetes del motor principal	X						X						
Revisión y ajuste de las poleas del motor principal	X			X			X			X			
Revisión y ajuste de tensión de las fajas del motor principal	X			X			X			X			
VENTILADOR DEL MOTOR PRINCIPAL													
Revisión y limpieza de cojinetes del ventilador	X						X						

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
Revisión y limpieza de las aspas del ventilador	X						X						
BASTIDOR													
Revisión y Limpieza Husillo de Conexión Del Árbol Porta Fresa													X
REVISIÓN DE LA BASE Y TORNILLOS DE ANCLAJE	X												
LIMPIEZA CONSOLA MOVIL													X
LIMPIEZA CARRO TRASVERSAL													X

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
BRAZO DE FRESAR													
Revisión Soportes del Eje Porta Fresa	X			X			X			X			
Revisión y Limpieza Cojinetes	X			X			X			X			
CAJA DE VELOCIDADES													
Revisión del tren de engranajes	X						X						
Revisión y limpieza de cojinetes	X						X						

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
PRESA DE SUJECION													
Revisión de los Tornillos de Anciaje													X
Revisión de las Mordazas													X
REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS PALANCAS DE CONTROL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
ARBOL PORTA FRESA													
Revisión del cono	X						X						

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
Revisión del cuñero y la cuña	X			X			X			X			
Revisión de la rosca de fijación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
SISTEMA DE REFRIGERACION													
Revisión y limpieza de la bomba	X						X						
Revisión y limpieza de las mangueras	X			X			X			X			
CONEXIONES ELECTRICAS													

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
Revisión del Contactor de Movimiento	X						X						
Revisión del Contactor de Movimiento Inverso	X						X						
Revisión del Contactor de Frenado	X						X						
Revisión de la Caja de Fusibles	X						X						
PRESA DE VULCANIZACION													
Revisión de la base y tornillos de anclaje	X												

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
REVISIÓN DEL CUERPO Y SOLDADURAS	X												
PLACAS INFERIORES													
Revisión de resistencias y separadores	X			X			X			X			
PLACAS SUPERIORES													
Revisión de resistencias y separadores	X			X			X			X			
Revisión y limpieza del cojinete axial	X						X						

Tabla VII. Continuación

	Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
	Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
REVISIÓN Y AJUSTE DE GIAS	X						X						
REVISIÓN Y LIMPIEZA DE TORNILLO Y TUERCA	X						X						
REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL GATO HIDRÁULICO	X						X						
CONEXIONES ELECTRICAS													
Revisión y limpieza de las Conexiones de las resistencias	X						X						

Tabla VII. Continuación

		Fechas para la Realización del Mantenimiento Preventivo												
		Oct 9	Nov 9	Dic 9	Ene 9	Feb 9	Mar 9	Abr 9	May 9	Jun 9	Jul 9	Ago 9	Sep 9	Diario
Revisión del Switch de activación		X			X			X				X		
Revisión del tablero de control		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

4.1.4 Programa de Lubricación

Tabla VIII. Actividades de Lubricación

	Fechas para la Realización de la Lubricación													
	Oct 21	Nov 21	Dic 21	Ene 21	Feb 21	Mar 21	Abr 21	May 21	Jun 21	Jul 21	Ago 21	Sep 21	Dicario	
TORNO														
Cojinetes del Motor Principal Grasa CITGO Lithium EP, penetración ASTM D 217 Trabajada a 60 golpes 350		X		X		X		X		X		X		
Cojinete del Ventilador Grasa CITGO Lithium EP, penetración ASTM D 217 Trabajada a 60 golpes 350		X		X		X		X		X		X		
Guías de Desplazamiento Aceite CITGO Autokut NC 425 API 33.7, Viscosidad cST 3.2 a 100 °C													X	
Tornillos sin Fin y Tuercas Aceite CITGO Autokut NC 425 API 33.7, Viscosidad cST 3.2 a 100 °C													X	
Tren de Engranajes Aceite CITGO Premium gear oils, Viscosidad SAE 80W/140	X						X							
Mordazas, Pernos y Espiral Aceite CITGO Autokut NC 425 API 33.7, Viscosidad cST 3.2 a 100 °C														X

Tabla VIII. Continuación

	Fechas para la Realización de la Lubricación												
	Oct 21	Nov 21	Dic 21	Ene 21	Feb 21	Mar 21	Abr 21	May 21	Jun 21	Jul 21	Ago 21	Sep 21	Diaro
Cojinetes del Mecanismo de Avance Grasa CITGO Lithium EP, penetración ASTM D 217 Trabajada a 60 golpes 350		X		X		X		X		X		X	
Barras de Avance, Cilindrar y Roscar Aceite CITGO Autokut NC 425 API 33.7, Viscosidad cST 3.2 a 100 °C													X
Aceite Refrigerante Aceite para corte CITGO Trukut NC 205 API 23, Viscosidad cST 4.6 a 100 °C			X			X			X		X		
FRESADORA													
Cojinetes del Motor Principal Grasa CITGO Lithium EP, penetración ASTM D 217 Trabajada a 60 golpes 350		X		X		X		X		X		X	
Cojinete Del Ventilador Grasa CITGO Lithium EP, penetración ASTM D 217 Trabajada a 60 golpes 350		X		X		X		X		X		X	

Tabla VIII. Continuación

	Fechas para la Realización de la Lubricación													
	Oct 21	Nov 21	Dic 21	Ene 21	Feb 21	Mar 21	Abr 21	May 21	Jun 21	Jul 21	Ago 21	Sep 21	Dicno	
Tornillos sin Fin y Tuercas Aceite CITGO Autokut NC 425 API 33.7, Viscosidad cST 3.2 a 100 °C					X									X
Cojinete del Brazo Superior Grasa CITGO Lithium EP, penetración ASTMD 217 Trabajada a 60 golpes 350		X		X		X		X		X				X
Tren de Engranajes Aceite CITGO Premium gear oils, Viscosidad SAE 80W140	X						X							
Aceite Refrigerante Aceite para corte CITGO Trukut NC 205 API 23, Viscosidad cST 4.6 a 100 °C PRENSA DE VULCANIZACIÓN			X			X			X		X			
Cojinete Axial Grasa CITGO Lithium EP, penetración ASTMD 217 Trabajada a 60 golpes 350		X		X		X		X		X		X		
Guías de Desplazamiento Aceite CITGO Autokut NC 425 API 33.7, Viscosidad cST 3.2 a 100 °C					X									X

Tabla VIII. Continuación

	Fechas para la Realización de la Lubricación												
	Oct 21	Nov 21	Dic 21	Ene 21	Feb 21	Mar 21	Abr 21	May 21	Jun 21	Jul 21	Ago 21	Sep 21	Dicarb
Tornillo y Tuerca de Ajuste Grasa CITGO Lithoplex RT, penetración ASTMD 217 trabajada a 60 golpes 325		X			X			X			X		

5. SEGUIMIENTO

5.1 Revisiones de los Reportes de Mantenimiento

El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. El trabajador debe ser concientizado a mantener en buenas condiciones los equipos, herramienta, maquinarias, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.

La evaluación del mantenimiento debe entenderse como un proceso continuo que comienza con satisfacer los objetivos de la capacitación. Lo ideal es evaluar los programas desde el principio, durante, al final y una vez más después de que se halla realizado el mantenimiento.

El impacto deseado con el mantenimiento es optimizar en forma económica la utilización y disponibilidad de los equipos e instalaciones de los servicios. La medición del grado en que un mantenimiento ha contribuido a mejorar alguna de estas situaciones resulta bastante difícil debido a que existe muchos factores externos, que también influyen en el resultado final, tales como edad de los equipos, presupuestos, calidad de la energía que se suministra, etc. Una manera de hacerlo sería realizando un adecuado seguimiento a los cronogramas y líneas del mantenimiento.

5.2 Inspecciones de Rutina del Funcionamiento de la Maquinaria

El objetivo de esta parte es revisar en forma detallada las técnicas comúnmente usadas en el monitoreo, de manera que sirvan de guía. La finalidad del monitoreo es obtener una indicación de la condición (mecánica) o estado de salud de la máquina, de manera que pueda ser operada con seguridad y economía.

Por monitoreo, se entendió en sus inicios, como la medición de una variable física que se considera representativa de la condición de la máquina y su comparación con valores que indican si la máquina está en buen estado o deteriorada. Con la actual automatización de estas técnicas, se ha extendido la acepción de la palabra monitoreo también a la adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos. De acuerdo a los objetivos que se pretende alcanzar con el monitoreo de la condición de una máquina debe distinguirse entre vigilancia, protección, diagnóstico y pronóstico.

Vigilancia de Máquinas: Su objetivo es indicar cuándo existe un problema. Debe distinguir entre condición buena y mala, y si es mala indicar cuán mala es.

Protección de Máquinas: Su objetivo es evitar fallas catastróficas. Una máquina está protegida, cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligrosos.

Diagnóstico de Fallas: Su objetivo es definir cuál es el problema específico.

Pronóstico de vida: Su objetivo es estimar cuánto tiempo más Podría funcionar la máquina sin riesgo de una falla catastrófica.

Las siguientes son las frecuencias de los monitoreos o inspecciones que se utilizarán:

Inspecciones Periódicas: Son las que se programan a intervalos regulares. Pueden realizarse Semestral – mensual u otro intervalo adecuado.

Inspecciones Intermitentes: La inspección más corriente es la que se hace a intervalos irregulares. Estas inspecciones efectuadas por el jefe de mantenimiento y el jefe de seguridad e higiene industrial tienden a mantener al personal atento a descubrir e informar las condiciones de la maquinaria.

Inspecciones Continuas: El jefe de mantenimiento deberá asegurarse continuamente de que las herramientas, maquinarias, y equipos se encuentren en buenas condiciones y que el uso de los mismos no implique ningún peligro.

Inspecciones Especiales: Estas son necesarias a veces como resultado de la instalación de nuevos elementos, la construcción o remodelación de nuevos edificios.

5.3 Control de Inventario de Repuesto

Es importante llevar un control de inventarios, ya que es un medio para controlar la existencia de todos los repuestos que forman parte de cada una de las máquinas. Llevar un control sobre el inventario de repuestos permite que en cualquier momento se pueda tomar una decisión de qué repuestos comprar y cuándo se

deben comprar, con el objeto de que para el día en el cual se vaya a realizar el mantenimiento preventivo, se tengan todos y cada uno de los repuestos necesarios para dicho mantenimiento. El objeto de comprar los repuestos en una fecha cercana a la realización de las actividades de mantenimiento preventivo es disminuir existencias en bodega, lo cual disminuye costos al no tener un "stock" enorme de accesorios sin uso, almacenados en la bodega de repuestos, y con esto se busca tener el repuesto adecuado, en el momento necesario, para el mantenimiento.

El formato de control sobre inventarios será utilizado básicamente por el personal de bodega de repuestos, a través de un programa de computación que permita la introducción de toda la información que se requiere. Dicho personal es el encargado de tener los repuestos, para cuando sean solicitados en el programa de mantenimiento preventivo.

La información requerida es la siguiente; el código del repuesto, el saldo existente en bodega, la descripción de los repuestos y las fechas del ingreso y salida en bodega de los mismos, incluyendo la cantidad, además de máquinas que utilizan tales repuestos, cantidad que utilizan y los proveedores. Mantenimiento es el encargado de proporcionarle a bodega de repuestos, una copia de cada hoja del programa de mantenimiento preventivo a realizar sobre cada una de las máquinas existentes, en las cuales van incluidas todas y cada una de las fechas en las cuales se realizará dicho programa de mantenimiento, además de los repuestos a utilizar, identificados con su código y la cantidad de los mismos que se necesitarán.

El personal de bodega, cuatro días antes de la realización del mantenimiento preventivo, deben verificar todos los repuestos que se utilizarán; los siguientes dos días serán para obtener dichos repuestos, y tener todo para el mantenimiento a realizar.

A continuación se presenta el formato de control sobre inventarios.

CONCLUSIONES

1. Es importante considerar que la productividad de una industria aumentará en la medida que las fallas en las máquinas disminuyan de una forma sustentable en el tiempo. Para lograr lo anterior, resulta indispensable contar con la estrategia de mantenimiento más apropiada y con personal capacitado, tanto en el uso de las técnicas de análisis y diagnóstico de fallas implementadas como, también, con conocimiento suficiente acerca de las características de diseño y funcionamiento de las máquinas.
2. El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, puesto que, un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. También, el mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo.
3. La evaluación del mantenimiento debe entenderse como un proceso continuo que comienza con satisfacer los objetivos de la capacitación.

4. La parte fundamental del plan de mantenimiento preventivo consiste en el monitoreo constante de la maquinaria para evitar paros o retrasos en la producción y prevención de accidentes. Los reportes de mantenimiento crean una hoja de vida de la maquinaria, la cual, al ser utilizada eficazmente, puede predecir las fallas y programar una acción correctiva.

5. Cada maquina requirió de un análisis específico para poder desarrollar un plan de mantenimiento preventivo adecuado, puesto que cada una posee características diferentes. El plan de mantenimiento en industrias MAGA está diseñado para la maquinaria existente actualmente, si la maquinaria fuera modernizada, sería necesario realizar una reestructuración del mantenimiento preventivo.

RECOMENDACIONES

1. Resulta indispensable contar con la estrategia de mantenimiento más apropiada y con personal capacitado tanto en el uso de las técnicas de análisis y diagnóstico de fallas implementadas como, también, con conocimiento suficiente respecto de las características de diseño y funcionamiento de las máquinas.
2. El departamento de seguridad e higiene de la empresa debe de evaluar los procedimientos que se toman al momento de realizar una acción correctiva, ya que, el personal de mantenimiento puede provocar riesgos innecesarios para el personal como para la empresa.
3. Evaluar los programas de mantenimiento desde el principio, durante, al final y, una vez más, después de que se halla realizado el mantenimiento. Además, el departamento de mantenimiento debe de calendarizar reuniones de equipo, para dar a conocer cada una de las modificaciones que se harán al plan de mantenimiento, con el objetivo de conocer las causas y beneficios que se tendrán con las nuevas implementaciones.

4. El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. El trabajador debe tener conciencia de mantener en buenas condiciones los equipos, herramienta, maquinarias, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002. Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
2. Compañía Petrolera Chevron Ltd. **Estudio técnico de lubricación en máquinas extractoras.** Área polipropileno. 1995.
3. Ricardo Flores Martínez. **Folleto técnico de lubricantes y especialidades.** (2^a. Edición. Shell Guatemala, S.A. 1996).
4. Océano, S.A. **Diccionario de la lengua española.** (Barcelona, España: Publicaciones Reunidas, S.A. 1990).

BIBLIOGRAFÍA

1. BAUMEISTER, Theadore. **Manual del Ingeniero Mecánico**. 8^a. Edición. Estados Unidos: Editorial MacGraw Hill. México: Editorial Calypso. 1987.
2. BENÍTEZ de León, Guillermo Alberto. **Implementación de un programa de mantenimiento a una fábrica de ruedas abrasivas**.
3. GERLING, Heinrich. **Alrededor de las Máquinas-Herramientas**. 2^a. Edición Reverté, S.A. 1964.
4. ROSSI, Mario. **Máquinas y Herramientas Modernas**. 1^a. Edición. (Volumen 2). Editorial Dossant, S.A. 1988.