

121
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO



FACULTAD DE INGENIERIA

PAPEL DEL INGENIERO MECANICO EN EL
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DE LA
INDUSTRIA CARTONERA

TEJIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A ;
MARIO ROLDAN HERNANDEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TITULO

PAPEL DEL INGENIERO MECANICO EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DE LA INDUSTRIA CARTONERA

OBJETIVO

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA MAQUINAS CORRUGADORAS EN LA INDUSTRIA
CARTONERA.

INDICE TEMATICO:

- _ INTRODUCCION
- _ CONCEPTOS SOBRE MANTENIMIENTO
- _ CONSERVACION DE EQUIPO
- _ OPTIMIZACION DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO
- _ FACTIBILIDAD Y MODO DE APLICACION DE LA
COMPUTADORA PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPO
- _ REDISEÑO DE PARTES MECANICAS
- _ CONCLUSIONES
- _ BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUCCION :

El cartón corrugado, es un producto elaborado con papel cuyo uso cotidiano hace que tenga una gran demanda tanto a nivel nacional como internacional; ya que es utilizado principalmente para empaclar aquellos productos que por su tamaño, su fácil manejo y seguridad se empaclar en diferentes cantidades. Dentro de la infinidad de productos empaclados es posible mencionar a todo tipo de enlatados, bebidas, frutas, jabones, etcétera. Otra aplicación que se le ha dado es como exhibidores - empaque de juguetes.

El cartón corrugado es un ensamble de tres clases de papel conocidos por su ubicación como Liner-Medium-Liner. Los Liner son lisos con propiedades mecánicas y físicas parecidas, mientras que el "Medium" es el corrugado colocado entre los "Liner". Las propiedades de aquel regularmente son diferentes a las de éstos dependiendo de la resistencia del cartón a la compresión y a la humedad.

El proceso de corrugado es un proceso semicontinuo que se inicia con la selección de los liner y medium en la bodega de rollos; ya seleccionados son transportados con montacargas a las máquinas corrugadoras dentro de las que se encuentran las secciones, tanto para liner como para medium, la sección del cabezote corrugador donde se le hace el corrugado al medium además de unirlo con adhesivo al liner formando el empalme conocido como "Single Face", la sección del "Fuente Superior" por donde es transportado el single face, la sección del "Doble

Backer" en donde se le aplica adhesivo al lado corrugado del single face para empalmarlo en la siguiente sección con el segundo liner, la sección de empalme final es la "Mesa de Secado" constituida por planchas metálicas calentadas desde su interior con vapor de agua para secar el adhesivo aplicado; la última sección es la "Mesa de Refrescado" donde existen bandas y rodillos superiores e inferiores para quitarle la máxima cantidad de humedad posible a la lámina de cartón.

Esta lámina de cartón conserva el ancho original de los rollos y está preparada para ser cortada y marcada simultáneamente en toda su longitud; este proceso se realiza en la máquina "Cortadora-Marcadora" conocida como "Triplex" la cual consta de dos pares de cuchillas circulares así como de los pares de cabezales marcadores necesarios para realizar cortes y marcas paralelos.

La siguiente etapa del proceso consiste en darle la longitud deseada a las láminas de cartón de acuerdo a las dimensiones predeterminadas; procedimiento que se realiza con la "Máquina Cortadora Transversal" la cual posee un par de cuchillas opuestas y transversales al movimiento de cartón. El movimiento de las cuchillas es circular y sincronizado para cortar la lámina de cartón.

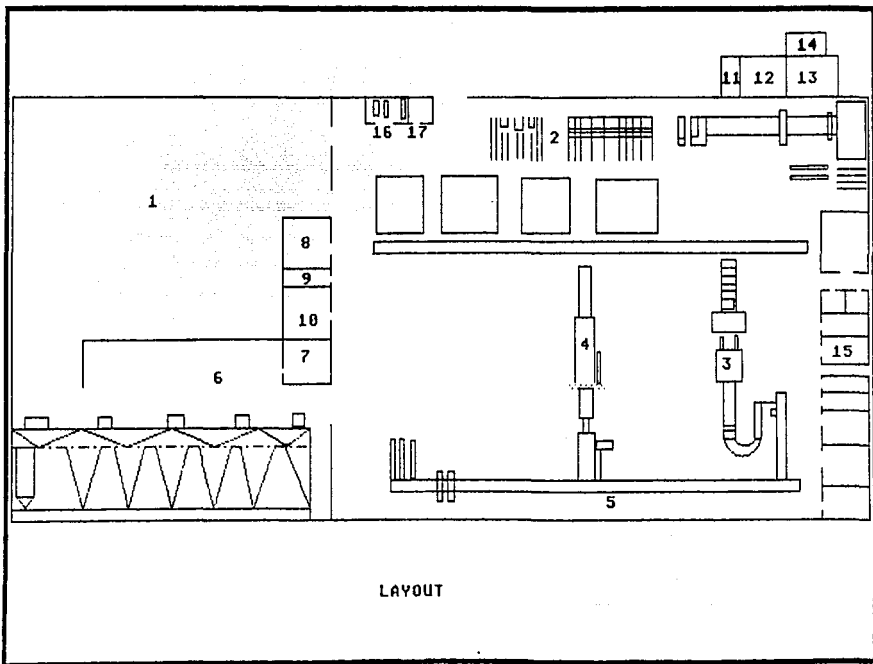
Estas láminas de cartón son transportadas por bandas hacia los recibidores donde se forman las estibas que son transportadas hacia un apilador, de ahí a las tarimas. Debido a la voluminosidad y peso de las estibas formadas en cada tarima es necesario transportarlas con montacargas hasta las siguientes

máquinas para continuar el proceso.

Después de haber obtenido las láminas de cartón con sus dimensiones preliminares se procede a hacerles los cortes y marcas finales, así como la aplicación de tintas con el fin de imprimir y formar las cajas de cartón.

Para estas operaciones se dispone ya de las máquinas "Flexográficas" para ranurado e impresión y "Ward" para el proceso de troquelado; la máquina Ward troquea con un suaje semi-cilíndrico. A través de la flexográfica la lámina de cartón recorre seis secciones.

La primera es un transportador de rodillos vivos accionado por un motor y una banda que conduce las tarimas hasta un elevador de tarimas. La segunda sección es el alimentador en donde se colocan manualmente estibas de cartón y donde cada hoja es jalada hacia el interior de la máquina. En la tercera y cuarta sección se lleva a cabo la impresión con tintas de la marca del producto que contendrá la caja. La quinta sección es de ranurado y marcado; pasando a la sexta sección del doblado preformando la caja mediante la unión de sus laterales con adhesivo. Llegando al "Receptor Contador" haciendo paquetes con un número de cajas preformadas conduciéndolas por el transportador principal hasta las máquinas flejadoras. Finalmente habiendo formado las tarimas de flejado son conducidas a la hodega de producto terminado.



DESCRIPCION DE LA LAYOUT

- 1.- Almacen de rollos.
- 2.- Corrugadora.
- 3.- Flexigráfica - impresora.
- 4.- Troqueladora - impresora.
- 5.- Transportador de rodillos vivos.
- 6.- Almacen de producto terminado.
- 7.- Oficinas de almacen de producto terminado.
- 8.- Mantenimiento.
- 9.- Almacen de suajes.
- 10.- Almacen de refacciones.
- 11.- Torre de enfriamiento.
- 12.- Subestación.
- 13.- Cuarto de control.
- 14.- Generador.
- 15.- Oficinas.
- 16.- Planta de fuerza.
- 17.- Adhesivos.

II. CONCEPTOS SOBRE MANTENIMIENTO

El mantenimiento es aquella actividad humana que utiliza insumos y herramientas para conservar en óptimas condiciones de servicio, a todo tipo de instalaciones: desde mecánicas, eléctricas, neumáticas, hidráulicas, etc.

Es importante observar que son los servicios los que se mantienen, mientras que las instalaciones son las que se conservan para que puedan funcionar adecuadamente.

Como se ha hecho notar existe una relación muy estrecha entre los términos: Instalaciones, necesidad de servicio y mantenimiento, por lo que se pretende darle a éste último la orientación más adecuada para lograr que sea más económico.

El costo inicial de una instalación nueva es alto en comparación con los costos de mantenimiento que se le proporcionan; pero conforme aumenta su antigüedad, de igual manera aumentan sus costos de mantenimiento. Esto se debe al desgaste natural de sus partes continuando así hasta el momento en que dichos gastos lleguen a ser considerablemente prohibitivos y ameriten el cambio total o parcial de la instalación.

Durante su ciclo de vida, una instalación puede presentar fallas por cualquiera de las siguientes causas o por combinación de las mismas:

Fallas naturales prematuras.

Fallas provocadas por el medio ambiente.

Fallas provocadas por manejo inadecuado.

Las fallas naturales prematuras consideran la intervención directa de la calidad de su diseño funcional, así como sus elementos de fabricación.

En las fallas provocadas por el medio ambiente se manejan los parámetros físicos como, humedad, temperatura, etc., que junto con las condiciones de limpieza pueden estar fuera de especificaciones.

El tercer tipo de falla contempla la participación directa del operador y del personal de mantenimiento, de quienes se requieren los conocimientos mínimos necesarios para manejar eficientemente las instalaciones.

Debido a la necesidad de conservar en buen estado las instalaciones para que puedan proporcionar un excelente servicio, debe de haber una coordinación apropiada de procedimientos entre aquellos departamentos involucrados para darle el correcto mantenimiento a las instalaciones. Para esto, es posible acordar "paros" de funcionamiento (parcial o total) de las instalaciones, conforme a un plan de mantenimiento bien establecido, tomando las medidas necesarias para que en un momento posterior se recuperen las pérdidas ocasionadas.

También llega a suceder, que dichas pérdidas sean altas e irremediables, afectando otros departamentos cuando suceden fallas repentinas; en cuyo caso las acciones de mantenimiento serán inmediatas, de acuerdo a la gravedad del problema.

Por lo anterior, se deduce que el mantenimiento puede tomar acciones preventivas o acciones inmediatas a las fallas. Para una mejor ilustración, de estos casos se tiene la siguiente

clasificación general de mantenimiento:

MANTENIMIENTO	CONOCIMIENTO REQUERIDOS	MEDIO DE REGISTRO	ACCIONES
Preventivo	Ligero Profundo	Programas	Visitas Inspecciones Pruebas Reconstrucción
Correctivo	Ligero Ligero	Reportes	Atención Inmediata

La calidad del servicio, es el criterio con el cual se distinguen los dos tipos de mantenimiento, refiriéndose principalmente al rango dentro del cual se encuentra el mantenimiento preventivo. Si la calidad del servicio llega a ubicarse por debajo del límite inferior, el mantenimiento tendrá que clasificarse como correctivo y actuar en la reparación lo más rápido posible.

Como se anotó en la clasificación del mantenimiento, ambos,

preventivo y correctivo requieren de personal con conocimientos tanto ligeros para actuar en las fallas menores, como de conocimientos más especializados en el caso de las reparaciones más sofisticadas.

"El mantenimiento correctivo, es la actividad humana desarrollada en las instalaciones cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad del servicio para la que fueron diseñadas".

"El mantenimiento preventivo, es la actividad humana desarrollada en las instalaciones con el fin de asegurar que el servicio que estas prestan permanezcan dentro de los límites establecidos".

Mientras el mantenimiento correctivo se establece mediante reportes de servicio para su atención inmediata, el preventivo se basa en visitas, inspecciones, pruebas, rutinas y reconstrucciones, todas ellas programadas con una frecuencia que puede ser mensual, trimestral, etc., dependiendo de la política de actividades que tenga la empresa.

Del mantenimiento preventivo es posible obtener otra clasificación, en base a las condiciones de funcionamiento del equipo o instalaciones como se muestra en el siguiente cuadro, además de indicar los requisitos que cada tipo de mantenimiento debe cumplir:

TIPO DE MTO PREVENTIVO	CARACTERISTICAS	REQUISITOS PARA SU APLICACION
PREDICTIVO	<ul style="list-style-type: none"> -Diagnóstico permanente (automático) -Trabajos efectuados sólo si se requieren. -Alto costo de implementación. -Económico y altamente confiable. 	<ul style="list-style-type: none"> -Disponer de equipo automático de diagnóstico. -Necesita alta confiabilidad y seguridad de operación
PERIODICO	<ul style="list-style-type: none"> -Periodicidad de rutina establecida por horas trabajadas. -Cambio de partes por culminar su vida útil o por estar fuera de especificaciones 	<ul style="list-style-type: none"> -Disponer de una duplicidad de instalaciones o de tiempo suficiente para no afectar su servicio. -Necesita alta confiabilidad. -Conocer la vida útil de partes vitales para determinar su cambio.
ANALITICO	<ul style="list-style-type: none"> -Diagnóstico permanente (anual). -Cambio de partes por culminar su vida útil o por estar fuera de especificaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> -Disponer de sensores y personal para tomar lectura y realizar su análisis. -Disponer de una duplicidad de instalaciones o de tiempo suficiente para no afectar su servicio. -Necesita mediana confiabilidad. -Contar con estadísticas suficientes para hacer análisis seguros.

<p>PROGRESIVO</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Periodicidad establecida por oportunidad de tiempo ocioso. -Cambio de partes por fuera de especificaciones -Economico pero poco confiable. 	<ul style="list-style-type: none"> -Disponer de cortos periodos de tiempo ocioso en el equipo. -Necesita poca confiabilidad. -Contar con historial de fallas y recomendaciones del fabricante para fijar fechas aproximadas de atencion.
<p>SINTOMATICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Atención a las instalaciones debido a la presencia de fallas considerablemente perceptibles. 	<ul style="list-style-type: none"> -Existencia perceptible de fallas en las instalaciones.
<p>CONFIABILIDAD</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Labores de mantenimiento frecuentes y estables en las instalaciones. -Realizar dichas labores, ya sean necesarias o no. -Es muy confiable aunque en ocasiones no muy económico. 	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborar un programa detallado y específico para revisar las instalaciones.
<p>MIXTO</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Realiza acciones simultáneas de mantenimiento preventivo y correctivo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Dispones de equipo convencional y automático de diagnóstico, así como de herramientas y repuestos para reparación.

Para todos y cada uno de los tipos de mantenimiento preventivo clasificados, se considera implícita la disponibilidad en la mano de obra calificada necesaria en los diferentes niveles de especialización y áreas de trabajo.

Además de los tipos de mantenimiento preventivo clasificados, se tiene otro tipo designado como "Mantenimiento Preventivo Dirigido" distinguido de los anteriores por su importancia y aceptación; para llevarlo a cabo debe conocerse de antemano:

- .Que parte de la instalación será intervenida.
- .Que tipos de trabajos se la harán.
- .Cuándo se deben realizar.
- .Que personal lo debe hacer.
- .Que refacciones o herramientas se utilizarán.
- .Cuál será la secuencia de trabajo.

En la clasificación general de mantenimiento, se considera que el mantenimiento preventivo se lleva a cabo mediante los siguientes programas:

- Programas de visitas.
- Programas de inspecciones, pruebas y rutinas.
- Programas de reconstrucción.

Para programas de visitas, se debe crear una lista de aquellas instalaciones a las que debe acudir el personal de

mantenimiento, y realizar sus labores de acuerdo con las indicaciones del fabricante y con los criterios desarrollados por los técnicos especializados.

Las visitas pueden hacerse con una frecuencia mensual o anual, dependiendo de la política que para tal efecto haya formulado la empresa. Concretamente, la Junta de planeación del mantenimiento. Dichas visitas deben realizarse a los siguientes:

- Sistemas de producción.
- Sistemas de seguridad.
- Sistemas de transporte.
- Edificios.

Al preparar un buen programa de visitas junto con el establecimiento de diagnósticos adecuados, se logra conducir al personal de mantenimiento para que realice inspecciones eficientes, pruebas con resultados verificados y rutinas bien realizadas. Para ello se debe considerar su realización sin afectar en lo más mínimo el avance de la producción o del servicio.

Los programas de inspección, pruebas y rutinas tienen por objeto permitirle al personal de mantenimiento, una integración más frecuente y metódica con las instalaciones para diagnosticar su buen funcionamiento. La revisión es diaria, semanal o mensual conforme lo requiera aquella parte involucrada de la instalación.

En algunos casos las pruebas deben realizarse conforme a un método, el cual es escrito como una guía de mantenimiento, para facilitar el chequeo de las condiciones de trabajo.

Estos programas deben ser analizados detalladamente cada año, para actualizar las jerarquías de importancia en la inspección, pruebas y rutinas en el equipo para que continúe proporcionando el servicio lo más económicamente posible.

Los programas de reconstrucción son generados a partir del análisis de la frecuencia de las fallas, en un sitio definido de las instalaciones; indicándonos con esto, su mal funcionamiento por desgaste, siendo necesario girar la orden de reconstrucción, tomando en cuenta la gravedad del desperfecto como parámetro indicador para actuar en el momento oportuno, previniendo al personal, material y herramientas necesarias. A este respecto, debe señalarse la importancia de no descuidar o perturbar las labores de inspección, pruebas y rutinas conservando en estas tareas a su personal asignado.

Para realizar la orden de reconstrucción deben prepararse los siguientes datos:

- .Motivo por el cual se realiza el trabajo
- .Fecha apropiada para realizarlo sin provocar conflictos inter-departamentales
- .Explicar en que consiste dicho trabajo
- .Quiénes deben realizarlo
- .Anexar lista de materiales y repuestos necesarios
- .Anexar información precisa mediante dibujos y croquis explicativos.
- .Proporcionar por escrito la secuencia metódica del trabajo a realizar

III. CONSERVACION DEL EQUIPO

La conservación del equipo es el resultado de mantener en óptimas condiciones a las instalaciones, reflejándose en la continuidad de producción al haber los mínimos paros de las mismas.

Los aspectos importantes a tomar en cuenta para conservar el equipo son:

.Aspectos generales:

-Limpieza y orden de las instalaciones.

-Correcto funcionamiento:

+Del sistema hidráulico.

+Del sistema eléctrico.

+Del sistema neumático.

+De calderas y del sistema de conducción de vapor.

+Sistema de lubricación.

.Aspectos particulares de corrugado:

-Adecuado y eficiente suministro de vapor.

-Adecuado suministro de energía eléctrica.

-Adecuada conducción de adhesivo.

-Correcto funcionamiento de:

+Montacargas.

+Compresores.

+Montarrollos.

+Empalmadores.

+Precalentadores.

- +Preacondicionadores.
- +Máquina corrugadora.
- +Sistema de conducción del "Single Face".
- +Sistema de succión del "Single Face".
- +Doble Backer.
- +De la mesa de secado.
- +De la mesa de refrescado.
- +De la cortadora-marcadora "Triplex".
- +De la cortadora transversal.
- +Del sistema de apilamiento de láminas de cartón.

Cada uno de los aspectos mencionados, posee una gran importancia cuyo funcionamiento adecuado es vital en el proceso de elaboración del cartón. Se han enmarcado de acuerdo a prioridades y secuencia del proceso.

Al iniciar las actividades de producción, es de elemental importancia laborar en un ambiente ordenado, seguro y limpio; para ello se dispone de:

Artículos y sistemas de seguridad:

- Del personal;
 - +Ropa de trabajo.
 - +Botas de seguridad.
 - +Tapones auditivos.
 - +Guantes.
 - +Monogoggles.

- +Carotas.
- +Lentes de seguridad.
- +Chamarras térmicas.
- De las instalaciones;
 - +Sistemas contra incendio.
 - .Extintores.
 - .Red hidráulica.
 - .Botas, casco y ropa del personal capacitado.
 - +Sistema de alarmas.
 - +Sistemas eléctricos para controlar automáticamente las emergencias.
 - +Planos indicativos de localización de salidas de emergencia para evacuar al personal.

Al mencionar el orden y limpieza, queda intrínseca la consideración de poseer los espacios físicos adecuados, tanto para las instalaciones propias de la producción, como para aquellas instalaciones o equipo auxiliar.

De igual manera se refiere a la frecuencia de la limpieza que el personal indicado lleva a cabo en las instalaciones.

Como en toda industria dedicada a la producción de bienes, esta que se dedica a producir cartón, tiene a la electricidad, al agua, gas y aire como suministros principales, los cuales son utilizados para el proceso principal o para auxiliares del mismo.

Por lo que en términos generales se les tiene un especial cuidado de conservación.

Dada la complejidad en el arreglo de las redes de distribución, tanto del sistema eléctrico, del hidráulico, como del neumático, la revisión genérica se lleva a cabo tomando en cuenta los siguientes elementos:

-Del sistema eléctrico:

- .Adecuado suministro de la energía eléctrica municipal.
- .Buen funcionamiento de la planta generadora de energía.
- .Tableros de control en buen estado tanto de la subestación como de la máquina.
- .Líneas de distribución interna en buen estado.
- .Calibración adecuada de los instrumentos de medición.

-Del sistema hidráulico:

- .Reserva suficiente de agua en la cisterna.
- .Revisión del buen estado de la red de distribución.
- .Adecuado suministro a las calderas.
- .Correcto y total desalzo de condensado en aquellos que utilizan vapor.
- .Buena conservación de las líneas de conducción de vapor y de sus aislamientos.
- .Chequeo del buen estado de los instrumentos de medición, de presión y temperatura de las líneas de vapor.
- .En general, correcto funcionamiento del drenaje interno.

-Del sistema neumático:

- .Revisión del buen funcionamiento del compresor.
- .Revisión del buen estado de las líneas de distribución.

.Chequeo del adecuado suministro a los diferentes equipos. revisión y mantenimiento.

Dentro de los aspectos particulares del corrugado, tenemos en primer lugar el suministro adecuado de vapor y aire: esto obedece al hecho de que para iniciar el proceso de corrugado deben tenerse preparados todos aquellos equipos que trabajan con temperaturas, que van desde 215 a 360 F como mínimo en su superficie, con una presión de vapor de 175 psi.

Los equipos indicados son:

- Rodillos corrugadores;
 - .Inferior.
 - .Superior.
- Rodillo de presión.
- Rodillos precalentadores.
 - .Liner.
 - .Medium.
- Rodillos precondicionadores.
- Planchas de mesa de secado.

No se puede menospreciar a ninguno de los equipos indicados, ya que cada uno cumple su función específica de diseño: es decir, los rodillos corrugadores inferior y superior forman las ondulaciones del papel medium, tomando en cuenta a un solo single face, el rodillo de presión realiza la unión del medium corrugado y del liner mediante la continua y permanente aplicación de presión. Los rodillos precalentadores cubren la función de darle

calor uniforme al liner para prevenir estos dos inconvenientes: Uno, lograr que haya un empalme uniforme evitando láminas despegadas; dos, evitar en lo posible el combado de las laminas de cartón por efectos de tensión térmica durante el secado cuyas consecuencias se reflejan en el momento de tratar de introducirlos en las máquinas impresoras ward y flexográficas para troquel e impresión. Estas mismas indicaciones se siguen para el empalme single face formado y el segundo liner para obtener un cartón corrugado sencillo en la mesa de secado. Cuando se forma un cartón de doble corrugado se recalientan dos empalmes single face al igual que el tercer liner.

El rodillo preconditionador, tiene la función de uniformizar la humedad existente a lo ancho del medium con el desplazamiento que tiene éste, en un contacto sobre la superficie del rodillo. Después de su deslizamiento, el medium recibe un baño de vapor con dos propósitos: uno, poder conformarse las ondulaciones al pasar entre la flauta de los rodillos corrugadores; y dos, permitir una mayor penetración de adhesivo.

La mesa de secado también es alimentada por vapor. Está formada por planchas metálicas en las que por su interior circula el vapor que les transmite el calor. Su objetivo es el secar las uniones húmedas del cartón ya que el adhesivo se encuentra aún en estado gelatinoso al salir del doble backer.

Otro aspecto particular e importante es el que involucra el abasto de energía eléctrica. Es natural que para que pueda existir actividad en todos los elementos electromecánicos sea imprescindible que cada uno tenga una alimentación eléctrica, como

es el caso de los diferentes motores de A.C. y D.C., para activar parte del sistema neumático en el proceso y para todo tipo de transmisiones mecánicas. Es innegable la utilización de la misma, con fines de iluminación.

La oportuna conducción del adhesivo hacia los lugares de empalme donde se precisa, es importante para no interferir negativamente en el proceso, por ello es que se procura que la tubería carezca de obstrucciones que limiten su flujo y que éste permanezca en continuo movimiento.

La manera de lograr esto es teniendo cuidado que no cargen objetos extraños de tamaño considerable al recipiente o tanque de adhesivo, y seleccionado adecuadamente aquellas bombas que lo hagan recircular.

Tomando en consideración aspectos aún más específicos de corrugado como es el caso de los montacargas, estos tienen un funcionamiento mecánico accionado por energía eléctrica con la potencia necesaria para transportar rollos de 1,500 kg. de peso, en promedio desde la bodega de rollos, hasta en el estado de los montarrollos distribuidos en la primera mitad de la máquina corrugadora. En términos generales los aspectos más importantes a considerar en este equipo son:

- Baterías eléctricas en su óptimo nivel de voltaje.
- Buen funcionamiento del sistema electromecánico que acciona el sistema hidráulico.
- Buen funcionamiento del sistema hidráulico.
- Chequeo del buen estado de las articulaciones mecánicas.

principales, así como de las llantas, ya que están expuestas al mayor desgaste por el frecuente uso.

Dada su similitud, en el caso de los montarrollos es posible considerar los mismos aspectos anteriores, a excepción del suministro de energía eléctrica, que en este caso es tomado del suministro general de la planta.

Los empalmadores realizan el empalme de la punta de un rollo nuevo con el extremo último del rollo por acabarse para continuar el proceso sin interrupción hasta culminar el pedido de cartón con esas características.

Están accionados por sistemas neumáticos, por lo que es preciso tener en cuenta:

- El control de la presión del aire en el motocompresor.
- Chequeo de la adecuada instalación de mangueras y accesorios de control neumático, ya que algunos de ellos se mueven por control remoto.
- Buen filtrado del aire.
- Ausencia de obstrucciones para el fácil movimiento de las transmisiones mecánicas, (rieles, cataminas, cadenas, etc.).

Con respecto a los precalentadores, ya se hizo mención de su importancia, la cual consiste en disminuir la cantidad de humedad que debe contener en todo su ancho, ya sea el papel liner, o el empalme simple face mediante un tambor metálico caliente sobre el

que deslizan. Las condiciones de funcionamiento a cuidar son:

- Adecuado suministro de vapor en calidad y cantidad.
- Oportuno desalojo del condensador.
- Movimiento preciso de sus brazos para envolver en mayor proporción al tambor metálico con el liner o el single face.

Acercas de los preacondicionadores, también ya se hizo referencia: su objetivo, es el de uniformizar la cantidad de humedad existente en todo lo ancho del medium en un contacto total sobre su superficie, por lo cual es necesario cuidar los siguientes aspectos:

- Adecuado suministro de vapor en calidad y cantidad.
- Oportuno desalojo del condensador.

La máquina corrugadora realiza la función medular de corrugado, para llevarla a cabo utiliza los siguientes rodillos más importantes:

- Dos precalentadores de liner.
- Un rodillo de presión.
- Dos rodillos fijos para darle una tensión al medium.
- Un rodillo aplicador de adhesivo.
- Un rodillo medidor de adhesivo (aplicador).
- Dos rodillos corrugadores, superior e inferior, colocados en su longitud, presentando de perfil

ondulaciones, los cuales engranan perfectamente uno en el otro.

-Un rodillo loco de ensartado.

Todos los rodillos mencionados, excepto el medidor y engranador de adhesivo y el loco de ensartado, tienen una alimentación interna de vapor para conservarlos a una temperatura considerablemente a la de operación. El análisis de sus características se hará más adelante, a excepción de aquéllos a los que de alguna manera se ha hecho referencia; tal es el caso de los preacondicionadores y precalentadores.

Otros aditamentos de los que consta la máquina corrugadora son:

-Los dedos apoyados firmemente en la cámara de succión introducidos en el rodillo corrugador superior, los cuales evitan el desprendimiento del medium después de haber sido corrugado y lo mantienen adherido al contorno interno del rodillo corrugado inferior.

-Mecanismo con efectos de palanca para mover a voluntad, los rodillos corrugador superior y de presión basados en sistemas neumáticos.

-Charola de adhesivo.

-Cuchilla limpiadora del rodillo aplicador de adhesivo.

Comenzando con el análisis de las características del rodillo de presión, debe considerarse el invariable paralelismo

que debe existir con el rodillo corrugador inferior para lograr una presión uniforme de adhesión entre los papeles. Debe además, poseer en su interior un eficiente sistema de evacuación de condensado para no interferir con la temperatura óptima de operación. Esto se logra con el dispositivo conocido como "Junta Rotativa", el cual cumple las funciones simultáneas, tanto para alimentar vapor, como para evacuar el condensado. Es conveniente hacer la observación de que todo aquel rodillo que en su interior maneja vapor, obligadamente debe poseer una junta rotativa.

Por otro lado, las roscadoras fijas que le aplican una ducha de vapor al medium, poseen en toda su longitud espesas igualmente espaciadas, los cuales no deben estar obstruidos ya que debe lograrse una aplicación uniforme de humedad.

El rodillo aplicador de adhesivo, debe también, guardar un perfecto paralelismo para tener un contacto uniforme con el rodillo corrugador inferior y así aplicarle al medium corrugado la cantidad de adhesivo permitido por el rodillo aplicador, para que empalme bien con el liner. En este caso, también se hace extensiva la utilización de una junta rotativa.

El rodillo medidor de adhesivo le permite un espesor determinado de adhesivo al rodillo aplicador, pudiendo ajustarlo con un mecanismo, de acuerdo a las necesidades de aplicación para tener una película más gruesa o más delgada según sea el caso.

Los rodillos corrugadores realizan el corrugado del medium, siendo el inferior el que recibe la fuerza motriz del engranaje

formado por ambos. También el inferior sirve de apoyo para la aplicación de adhesivo al medium y para el empalme con el liner. De manera similar a los casos anteriores entre los rodillos de presión y aplicador de adhesivo, entre los rodillos corrugadores debe existir un paralelismo indiscutible, para que el medium adquiera la geometría ondulada.

De los dos rodillos corrugadores, el superior es el que en un momento dado puede darle un mayor o menor espacio entre ellos: siendo accionado por un sistema de presión neumática. El sistema electromecánico que engrana a los diferentes rodillos, está formado por un motor de corriente directa de velocidad variable de 10 hp. y 1750 rpm acoplado a un reductor de velocidad el cual aplica la sincronización de movimientos a todos y cada uno de los rodillos.

Es natural que por su continua fricción con el papel y dada la distribución de esfuerzos de compresión que sobre él se presentan a lo largo de los rodillos corrugadores, éstos se desgastan más en la región central de su longitud. Es por ello que debe cuidarse la formación de la flauta sin exceso de presión para evitar la ruptura del papel en los instantes previos al inicio de actividades evitando así desgastes prematuros. Esta operación se lleva a cabo con el chequeo de la igualdad de lecturas de presión en ambos extremos, tanto del rodillo de presión, como del corrugador superior después de haber introducido entre ellos y el corrugador inferior al liner y al medium. Regularmente las lecturas de presión entre los rodillos corrugador y de presión son diferentes.

El rodillo loco de ensartado inicia el transporte de ensamble single face hacia el puente superior. Este rodillo permite el desalojo del empalme desde los rodillos corrugadores en una posición tangencial de salida para omitir los riesgos de que el carton se atore, jalándolo con un par de bandas transportadoras opuestas e inclinadas. El aspecto más importante en esta parte de la máquina, es únicamente el de tener cuidado de la tensión que sobre el empalme ejercen las bandas para no deformar sus ondulaciones.

IV. OPTIMIZACIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO.

El marco de referencia general en base al cual se desarrolla este capítulo establece principalmente tres bloques interdependientes con jerarquía piramidal, que engloban las actividades de mantenimiento.

A nivel administrativo el gerente de mantenimiento, además de sus actividades propiamente administrativas, en el primer bloque analiza y determina la política de procedimientos a seguir para cumplir con los objetivos de la empresa. En el segundo bloque también el gerente planteando la necesidad de poseer estrategias de mantenimiento para responder efectivamente al aumento o disminución en la demanda de producción. El tercer bloque es propio del personal de producción como del personal obrero a quienes el gerente les asigna los métodos y técnicas adecuadas para la mejor realización de su trabajo.

Por lo tanto, la optimización del trabajo de mantenimiento se hace extensivo a todos los niveles jerárquicos de este departamento. Dicha optimización se enfoca desde el punto de vista administrativo y técnico.

Dentro del primer bloque referente a la política de procedimientos e ideales generales de este departamento se presentan los siguientes, los cuales pueden ser mejorados y aumentados para darle al departamento una mayor flexibilidad, versatilidad y eficiencia.

- Conservar la calidad del producto requerido por el cliente.
- Sostener los costos mínimos necesarios de mantenimiento.
- Fomentar el aumento en el volumen de producción con una mayor cantidad de tiempo productivo.
- Proporcionar el apoyo adecuado al departamento de producción en el momento requerido y en las circunstancias que se presentan.
- Observar y actuar sobre la mejor y más fácil manera de intervenir técnicamente en las instalaciones.
- Dictar en que momento es oportuna la participación de alguna estrategia.
- Contemplar el mejor control de las variables de producción a mantener mediante sistemas automáticos gobernados a través de un computador.
- Conservar estable el ritmo de atención y supervisión del equipo durante los periodos programados de mantenimiento, es decir, equilibrar la carga de trabajo.

Dentro del segundo bloque existen principalmente cinco elementos importantes que pueden ser usados para formular estrategias de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo programado regularmente.

- Inspección.
- Equipo de apoyo para producción.
- Equipo rediseñado.

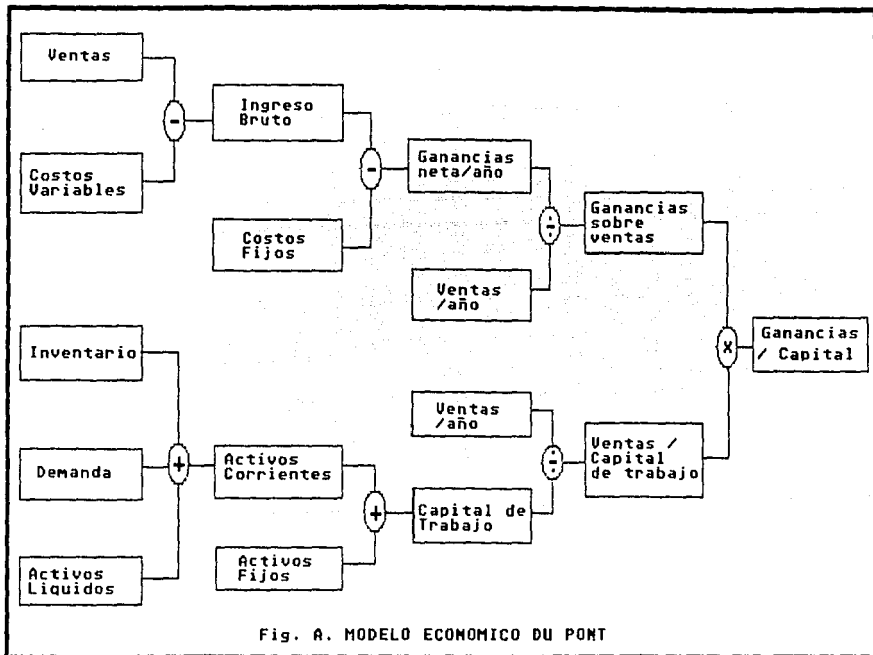
Estos elementos forman una base desde la que puede ser establecida una mezcla de alternativas que pueden variar de instalación a instalación dependiendo de: los objetivos del mantenimiento, la naturaleza del equipo o instalación a atender y el ambiente de trabajo en el que tengan lugar las operaciones. Por lo que su optimización corresponde a la oportuna participación de aquellos elementos que sean necesarios de acuerdo a los requerimientos.

Por ejemplo, cuando aumenta la demanda de producción, existe la necesidad de darle al equipo productivo una mayor atención sin descuidar los programas de mantenimiento preventivo, el cual conserva su mano de obra indispensable, herramental e insumos; a la vez, por la misma causa, aumenta la frecuencia de las inspecciones en aquel equipo de mayor prioridad para reportar a mantenimiento preventivo o correctivo sobre su estado de operación, así mismo, si la capacidad normal de operación no es suficiente, puede optarse por maquilar en otra planta con equipo similar por lo que aumenta la cantidad de recursos humanos y técnicos a administrar en cuanto a mantenimiento se refiere. El equipo rediseñado es el último elemento importante para formular la estrategia que participaría en el ejemplo reduciendo el tiempo de producción y aumentando la calidad del producto después de que el departamento mantenimiento haya analizado y aliviado los

desperfectos que en el equipo provocan fallas críticas.

La optimización en el tercer bloque, se logra entrenando a los supervisores de mantenimiento con el fin de mejorar la eficiencia de sus actividades e instruyendo, con el mismo fin, al personal obrero sobre la aplicación de los métodos y técnicas de mejor adecuación a su trabajo. Esta optimización se fundamenta en los estudios de rendimiento que en sus diferentes niveles presenta el personal.

Es indudable que la optimización del trabajo de mantenimiento obedezca a una justificación económica, la cual es fundamental para la subsistencia de la empresa. Para apoyar el primer bloque en términos de costos, se dispone del modelo económico DuPont con el que es posible determinar directamente el efecto que producen todas aquellas mejoras que en el equipo e instalaciones realiza el departamento de mantenimiento. Este modelo económico involucra a aquellas actividades características de la empresa tales como, transacciones comerciales, todo tipo de costos y activos para finalmente obtener las ganancias por la utilización del capital de trabajo. (Fig. A).



Por ejemplo, el efecto directo se visualiza en la mayor cantidad de ventas realizadas, después de haberle dado al producto la calidad de fabricación que el cliente desea, así como su oportuna entrega dentro del periodo acordado. Esto provoca que la relación de ganancia por ventas aumente. Además, los activos corrientes mantienen un equilibrio dado que los inventarios de producto terminado disminuyen, la demanda aumenta lo mismo que los activos líquidos (movimientos monetarios). Puede darse el caso de mejorar la maquinaria de producción por lo que aumentan los activos fijos dando un aumento global en el capital de trabajo. Y finalmente si la relación de ventas por capital de trabajo aumenta, necesariamente las ganancias sobre el capital de trabajo también aumentan.

Desde luego, la medición del rendimiento en el trabajo de mantenimiento es laboriosa, pero se facilita enmarcándola desde el punto de vista de la ingeniería de sistemas. A través de la que se esquematiza el rendimiento operacional de la empresa; el cual está fundamentado, tanto en la disponibilidad del equipo para producir, como el rendimiento de producción. El primero se esquematiza en la Fig. B con un análisis de costos y el segundo en la Fig. C.

Ahí mismo se indican las formas de calcular el rendimiento por disponibilidad y el rendimiento de producción.

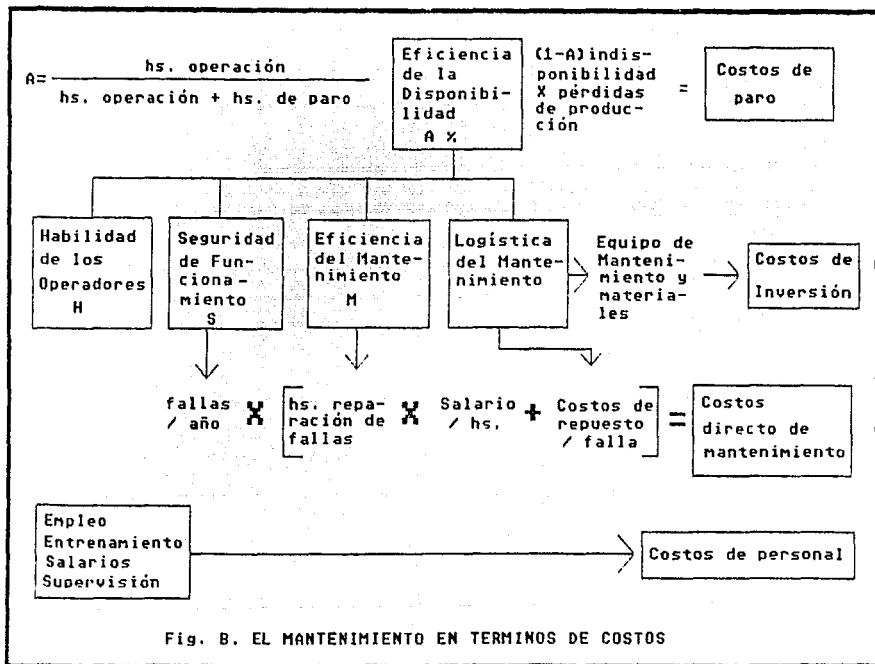


Fig. B. EL MANTENIMIENTO EN TERMINOS DE COSTOS

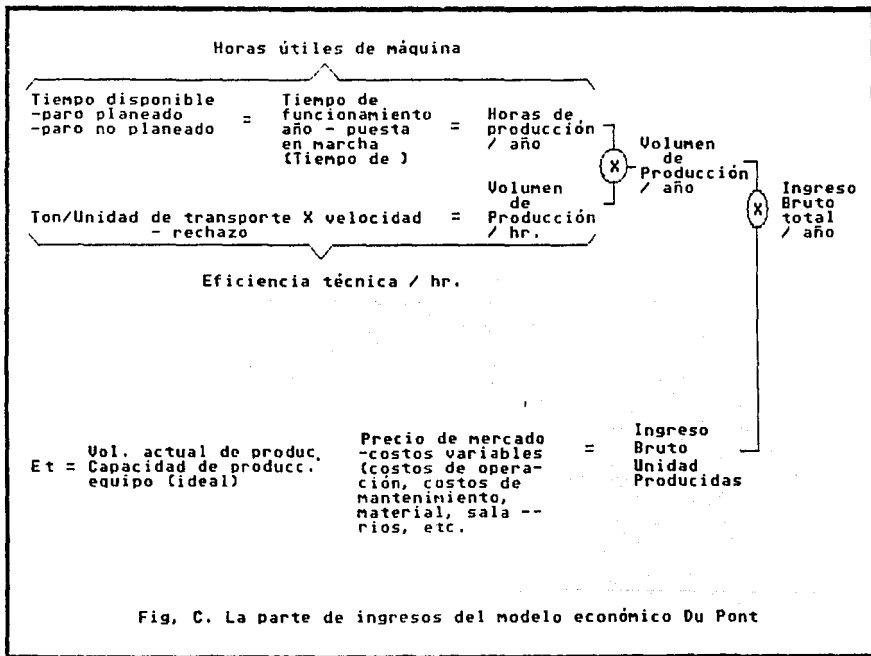


Fig. C. La parte de ingresos del modelo económico Du Pont

Aún más, en la Fig. C., se visualiza la participación directa del departamento de mantenimiento, ya que se tendrá un mayor volumen de producción al disponer de más horas productivas en las que se involucra la participación de tiempos de paros programado, paro no programado y de puesta en marcha de la máquina.

Haciendo un análisis más detallado de la figura B, se observan aquellas variables factibles de mejorar; concretamente, en la habilidad de los operadores, en la eficiencia del mantenimiento y en la logística del mantenimiento.

Para mejorar esas variables, se presentan los siguientes métodos cuya intención es la de mejorar su participación en el proceso productivo. En ellos se hace visible la estrecha relación que existe entre los tres bloques establecidos en un principio.

Para mejorar la primera variable, el gerente de mantenimiento debe partir de la cuantificación del personal necesario para realizar el mantenimiento, utilizando la técnica HOI para después establecer el grado de entrenamiento requerido para cada uno, con la técnica HDI. La primera técnica le brindará la cantidad óptima de trabajadores de mantenimiento preventivo y correctivo para atender oportunamente al equipo, mientras que la segunda le permitirá darle al personal de mantenimiento obrero y supervisor el entrenamiento necesario de acuerdo con sus funciones.

TECNICA HOI

Esta técnica es utilizada para determinar la cantidad necesaria de personal de mantenimiento preventivo y correctivo

por cada especialidad (eléctrica, mecánica, neumática, electrónica, etc.), por atender eficientemente al equipo, se basa en la concientización de como es distribuido su tiempo total disponible de un trabajador de mantenimiento; el cual se esquematiza en la gráfica A.

En ella se describen los porcentajes parciales del tiempo total anual, asignados a cada actividad que realiza el trabajador durante su estancia activa dentro de la empresa. Se considera que el trabajador trabaja "tiempo completo" cubriendo 2,504 hrs./año ya que labora 8 hrs. al día, seis días a la semana durante 52 semanas y un día.

De aquí, por lo tanto, la aplicación de la técnica comienza estableciendo un balance de tiempo entre las actividades tanto de mantenimiento preventivo (MP) como mantenimiento correctivo (MC); ese balance es el caso ideal estable de un departamento de mantenimiento bien administrado.

La consideración de este balance es válida proporcionando un parámetro de cantidad en base al cual se establece cuanto personal es necesario para cubrir las actividades de ambos tipos de mantenimiento, pero la tendencia realmente práctica, y por razones económicas, es la de mitigar las actividades de mantenimiento correctivo aumentando las de preventivo; primero en actividades más metódicas del segundo.

La técnica se establece en términos generales analizando inicialmente la cantidad de tiempo utilizado en la realización efectiva del MP por la especialización de la siguiente forma:

- 1.- Determine la cantidad de tiempo total anual de trabajo

por especialidad del empleado (2504 hs/año. = 100%).

2.- Determine la cantidad de tiempo de MP efectivo que el empleado de la especialidad indicada en 1 dedica frente a la máquina atendiéndola. Utilice el formato de la gráfica B.

3.- Duplique la cantidad de tiempo calculada en 2 para prevenir el tiempo invertido por:

~ Sustracción de materiales del almacén.

~ Transporte de los mismos.

~ Preparación y colocación por separado de repuestos.

Con estas operaciones se ha calculado la cantidad total que debe invertirse y poder atender adecuadamente las actividades de MP.

4.- Duplique la cantidad de tiempo obtenido en 3 para considerar el tiempo a consumir en el MC.

Así, se ha obtenido la cantidad de tiempo total de mantenimiento; y representa al 50% del tiempo total del empleado.

5.- Divida la cantidad de tiempo en 4 entre 0.6 resultando la cantidad total de tiempo que engloba todas las actividades a realizar por aquella cantidad desconocida de empleados en esa especialidad. Dicha cantidad desconocida se obtiene enseguida.

6.- Divida la cantidad obtenida en 5 entre el valor establecido en 1 (hr/hr).

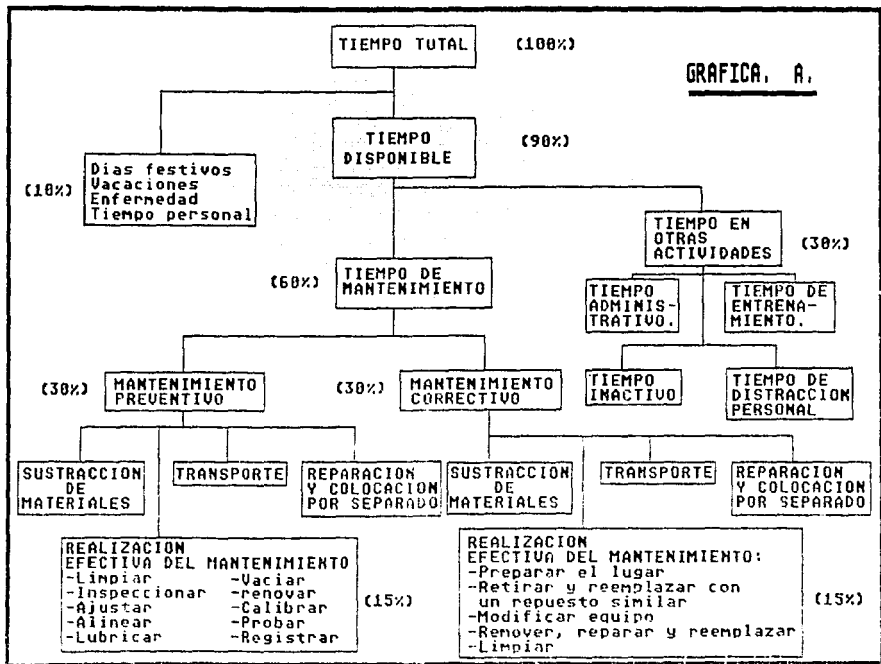
Este último resultado representa la cantidad de empleados que son necesarios para cubrir las

actividades de MP y MC. Si este valor resulta en una fracción se redondea al número entero inmediato superior.

Ejemplo ilustrativo en la determinación de la cantidad de personal necesario para mantenimiento en la especialidad MECANICA.

De la gráfica B:

- | | | |
|---|-----------------------|----------------|
| 1) Tiempo total del empleado | | 2,504 hs/año. |
| 2) Tiempo efectivo total consumido en MF | | 1,543 hs/año. |
| 3) Tiempo de MP | $1,543 \times 2:$ | 3.086 hs/año. |
| 4) Tiempo de mantenimiento mecánico | | |
| | $3,086 \times 2:$ | 6,172 hs/año. |
| 5) Tiempo total necesario de mantenimiento | | |
| | $6,172 / 0.6:$ | 10,287 hs/año. |
| 6) Cantidad de empleados necesarios para cubrir las necesidades de atención al equipo indicado en la gráfica B. | | |
| | $10,287 / 2504 = 4.1$ | 5 empleados |



TIEMPO EFECTIVO DE MANTENIMIENTO MECANICO

	Minutos efectivos para cada frecuencia de MP.					Tiempo Efectivo y Subtotal	Cantidad de Equipo / 60	=	Tiempo Efectivo. Total
	Seman.	Mens.	Trin.	Semes.	Anual				
	52	12	4	2	1	min.		hrs.	
Cabezote		5	15		60	180	20		60
Rodillos corrugadores				30		60	10		10
Sección engomado				30		60	10		10
Calibración			50			240	15		60
Compresor	60	180		360	480	6480	10		1080
Lubricación	15		180		480	1980	6		198
Motor eléctrico	5		30		120	500	15		125
TIEMPO EFECTIVO DE MP MECANICO = 1 543 HR.									

GRAFICA B. (EJEMPLO ILUSTRATIVO)

TECNICA HQ2

Esta técnica surge de la necesidad de hacer más productiva la actividad de mantenimiento reflejada en una cantidad pequeña de paros de máquina. La productividad indicada se basa en la cantidad implícita del mantenimiento que resulta al aumentar la especialización del trabajador, mediante un mejor entrenamiento.

Para lograr una mejor calidad en el trabajo de mantenimiento se presenta, en esta técnica, un programa de entrenamiento; el cual es aplicable a cualquier especialidad dentro del departamento de mantenimiento y está dirigido a todo el personal que requiera mejorar o actualizar sus conocimientos y habilidades.

Desarrollo de un programa de mantenimiento

(A) Concepto de entrenamiento: Objetivos para dos años.

1.- Establecer la organización administrativa del entrenamiento:

Gerente de entrenamiento = Gerente de mantenimiento

Supervisores de entrenamiento = Supervisores de mantenimiento.

2.- Valoración de necesidades:

~ Necesidad de cubrir habilidades como:

~ Mantenimiento preventivo.

~ Pruebas de operación

~ Calibración.

~ Análisis de fallas.

- ~ Desarmar y armar maquinaria.
 - ^ Reparación de maquinaria.
 - ~ Uso de herramienta y equipo de prueba.
- 3.- Dirigir un inventario de habilidades.
(Ver formato).
- 4.- Determinar las deficiencias de habilidades mediante la comparación de las disponibles en inventario y las solicitadas para mantenimiento.
- 5.- Análisis de los recursos disponibles para satisfacer las necesidades de entrenamiento.

Los recursos potenciales de entrenamiento incluyen:

- ~ Los empleados de la planta:
 - * Ingenieros.
 - * Supervisores de mantenimiento.
 - * Técnicos con habilidad específica.
- ^ Cursos impartidos por los fabricantes.
- ^ Cursos escolares.
- ~ Cursos de extensión universitaria.
- ~ Programa de educación para adultos.
- ~ Consultores de entrenamiento.

B) Plan de entrenamiento

Una vez establecidas las necesidades y recursos generales se especifican concretamente en un:

Plan de entrenamiento (menor a 12 meses)

~ Indica:

- * Quien será enterado.
- * Quien se enseñará.

- * Donde se tomará el entrenamiento.

- * Como será conducido:

- A través de :

- + Un curso de entrenamiento industrial.

- + Seminario universitario.

- + Etc.

- ~ Incluye un presupuesto anual de entrenamiento detallado por mes o por trimestre.

C) Desarrollo del curso de entrenamiento.

Esta etapa se realiza en tres fases:

- ~ Fase de análisis:

- * Seleccionar aquellas tareas y habilidades del trabajo específico que el receptor debe conocer al terminar el curso.

- * Se definen las medidas las medidas de rendimiento del trabajo para juzgar la competencia en la materia.

- ~ Fase de diseño:

- * Desarrollo de los objetivos del curso;

- + Que debe conocer el receptor.

- + Que debe ser capaz de hacer.

- * Planear las lecciones para cada clase.

- * Elaborar los exámenes que miden:

- + Conocimientos.

- + Habilidad práctica.

- * Se determina la secuencia de instrucción

- + Que se enseñará primero.

+ Que se enseñará después.

* Se decide acerca de si una lección es enseñada:

+ En un salón de clases.

+ En un equipo industrial.

Nota: Una buena regla empírica es 1:3

" Divida el tiempo de entrenamiento
1 hora de instrucción en el salón de
clase y 3 horas de entrenamiento
efectivo ".

* Se especifican los medios de introducción:

+ Salón de clase.

+ Diapositivas.

+ Cintas de video.

+ Maquetas.

+ Equipo de muestra recortado.

+ Simulación por computador.

+ Diagramas esquemáticos.

+ Diagramas lógicos y de bloques.

+ Subensamble de equipo de repuesto.

+ Manuales técnicos del equipo.

* Fase del desarrollo: Puesta en marcha del curso
de acuerdo al plan.

D) Finalización del plan:

* Es importante formar un expediente del programa
de entrenamiento.

* El expediente contendría lo siguiente:

- + Título del curso.
 - + Lista del equipo de planta aplicable.
 - + Una corta descripción del contenido del curso.
 - + Extensión del curso.
 - + Nombre y título del instructor.
 - + Lista de los receptores.
- * El expediente se guarda en el archivo de entrenamiento.
 - * Dar un reconocimiento al terminar el curso:
 - + Certificado firmado por el instructor y por el gerente de entrenamiento.

FORMA PARA EL INVENTARIO DE HABILIDADES DE MANTENIMIENTO

Tipo de equipo: Compresor

Especialidad: Mecanica

EQUIPO/SISTEMAS APLICABLE:		Compresores: #2, #3, #4, #5, #6,		
HABILIDADES DE MANTENIMIENTO	NOMBRE DEL PERSONAL CALIFICADO	CAPACIDAD (Marque Uno)		
		Total-mente	Parcial-mente	No
A. Servicio y Lubricación	1.- Ricardo R. 2.- Antonio O. 3.- M. Antonio M.	✓		
B. Rutina de Mantenimiento Preventivo.	1.- Ricardo R. 2.- Antonio O. 3.- M. Antonio M.	✓		
C. Identificación de Problemas.	1.- Ricardo R. 2.- Antonio O. 3.- M. Antonio M.		✓	
D. Reparación Menor	1.- Ricardo R. 2.- Antonio O. 3.- M. Antonio M.	✓		
E. Reparación Mayor	1.- Ricardo R. 2.- Antonio O. 3.- M. Antonio M.			✓
F. Compostura	1.- Ricardo R. 2.- Antonio O. 3.- M. Antonio M.			✓
VALORACION DEL ENTRENAMIENTO Y RECOMENDACION:				
Programar una clase sobre identificación de problemas y reparación mayor de compresores para mecanicos. Contratar composturas de compresores con el fabricante.				

En cuanto a la eficiencia del mantenimiento, el parámetro, tiempo de reparación por falla, puede ser disminuido al atender completa y oportunamente el mantenimiento preventivo para cada equipo, respetando el máximo tiempo previsto para realizar una inspección o para aliviar algún desperfecto. De aquí surge la necesidad de tener computarizado un archivo de datos en el que se estipule un tiempo estandar máximo por actividad, cuya finalidad es la de apoyar al gerente de mantenimiento en la programación de actividades a realizar en el equipo.

La logística de mantenimiento, lleva intrínseca la planeación y control de las piezas de repuesto, la cual también puede ser computarizada proporcionando la información necesaria sobre los costos incurridos a causa de una reparación. Además, posee también la capacidad de controlar a aquellos materiales y equipo de mantenimiento utilizados, y que son registrados como costos de inversión en este departamento. Dentro de estos costos, también pueden incluirse equipos sofisticados de medición, tales como vibrómetros para llevar a cabo la aplicación del mantenimiento predictivo en máquinas rotativas.

En general los costos de mantenimiento tanto por inversión por personal, como directos, aumentan al atender a este análisis, pero los beneficios se reflejan en el logro de los objetivos de la empresa.

V. FACTIBILIDAD Y MODO DE APLICACION DE LA COMPUTADORA PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPO.

El presente capítulo tiene el objetivo de analizar las enormes ventajas que se presentan, al mejorar la administración del mantenimiento utilizando un ordenador como una herramienta a través de la cual es posible llevar un mejor control de las actividades realizadas y por desarrollar en el equipo de la empresa.

Los siguientes serían algunos de los parámetros en base a los cuales se decidiría sobre la conveniencia de adquirir un sistema de cómputo:

- La cantidad de equipo industrial por mantener.
- El número de trabajadores especializados.
- La manera de controlar los inventarios.
- El presupuesto económico de la empresa.
- Etc.

Pero debido a que la intención fundamental del departamento de mantenimiento, es lograr una mejor funcionalidad de las actividades administrativas, se aceptaría su adquisición sin mayor análisis.

El costo de la adquisición e implementación del sistema de cómputo pasaría a formar parte de los costos de inversión del departamento de mantenimiento. Y naturalmente sería una fuerte inversión que durante los dos primeros años no reflejaría un aumento considerable en las ganancias de producción; pero a cambio de ello se lograría un control más sólido sobre la atención al equipo. Además, con lo anterior, se consigue adquirir:

un ritmo de trabajo más uniforme, pudiendo controlarlo de manera más justificada de acuerdo a las necesidades.

Actualmente los fabricantes de mayor renombre, como las industrias IBM o Hewlett Packard, poseen tanto el hardware como el software para hacer frente a las necesidades planteadas en este capítulo.

Los principios básicos de estas firmas establecen lo siguiente:

- Instalan el hardware necesario en el lugar indicado.
- Prueban la funcionalidad del software.
- Capacitan al personal asignado para que maneje adecuadamente el sistema de cómputo.
- Dan la asesoría necesaria.

El software que proporcionan ambas firmas tiene las siguientes características:

- Utilizan el método inductivo para penetrar en el manejo del software.
- Definen si el equipo está clasificado por área geográfica o por especialidad: eléctrica, mecánica, etc.
- Identifican el equipo y sus diferentes partes mediante un código.
- Describen detalladamente los procedimientos de reparación para cada pieza del equipo.
- Llevan un récord histórico de los procedimientos realizados en el equipo.
- Dan la facilidad de programar las futuras acciones a realizar en el equipo.

- Posibilitan la interacción con otras áreas de aplicación, como la del almacén de repuestos o la de costos.
- Proporcionan un plan de trabajo por desarrollar, de acuerdo a la programación de la atención al equipo, mediante órdenes de trabajo en las que se detalla:
 - ~ Que trabajo se realizará.
 - ~ Como se realizará.
 - ~ Quien lo atenderá.
 - ~ Con que herramienta.
 - ~ Cuanto tiempo debe durar en promedio.
 - ~ Admiten la retroalimentación de las órdenes de trabajo emitidas con las observaciones adicionales necesarias.

Enseguida se hará el análisis de los procedimientos de acción y funcionamiento del sistema IBM 34XX enfocado al área de mantenimiento; para cubrir de esta manera, la parte concerniente al modo de aplicación de la computadora en este departamento.

El sistema IBM 34XX enfocado al área de mantenimiento, hace las siguientes consideraciones:

- 1) El departamento de mantenimiento cuenta con el suficiente personal capacitado para atender las labores preventivas y correctivas por especialidad (Eléctrica, neumática, etc.); a nivel administrativo y obrero.
- 2) Así mismo supone contar con el herramental e insumos adecuados.

La implantación de este sistema inicia con la codificación y registro de todo el equipo a mantener, de que y con cuanto

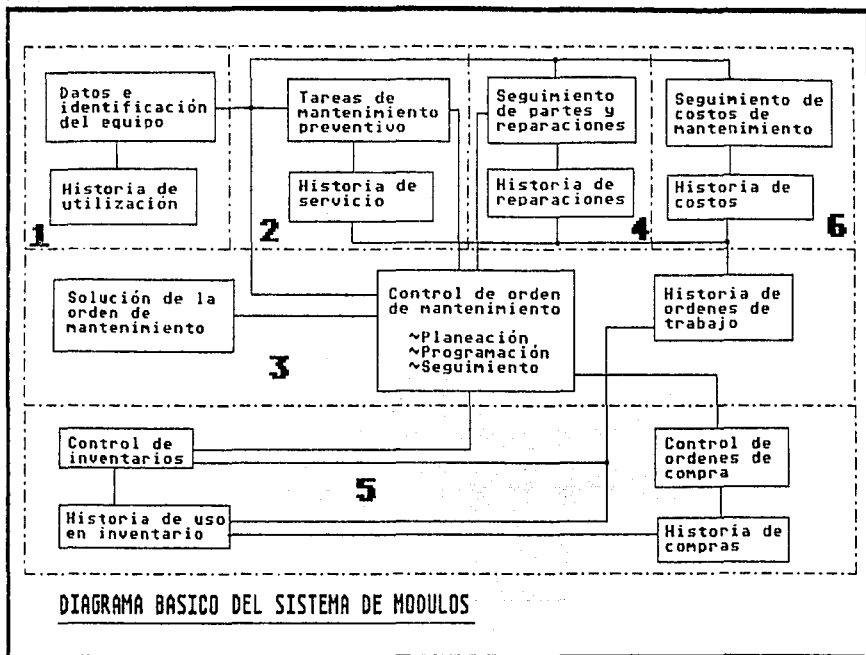
personal se cuenta por especialidad, con qué y con cuanto material de repuesto se cuenta en el almacén; además se introducen los datos de costo de material y mano de obra. También se alimenta al sistema con los datos históricos de las reparaciones realizadas en cada equipo; así mismo se introduce la información sobre los métodos y técnicas utilizadas por los trabajadores junto con que herramienta y en cuanto tiempo se realiza una labor específica.

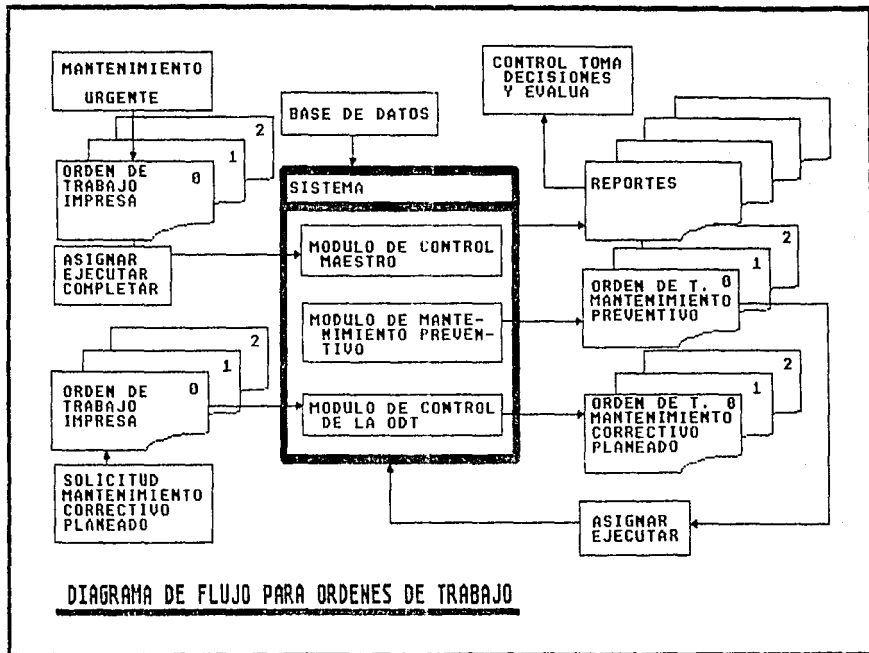
Todo esto conforma una sólida base de datos desarrollada a través de la cooperación de todo el personal del departamento, el cual debe dedicar un esfuerzo extra durante un periodo de tiempo que dependerá de la rapidez y disponibilidad con que se lleve a cabo el suministro de los datos necesarios.

Se recomienda iniciar paralelamente por especialidad, el registro de aquellos elementos o sistemas de máquina junto con sus métodos y técnicas de acción que estadísticamente demuestran ser prioritarios; así mismo, de aquellos sistemas de máquina cuyo funcionamiento es indispensable.

Debido a que este sistema es una herramienta de control, necesita una constante retroalimentación de datos sobre las acciones realizadas en el equipo, obligando la existencia intrínseca de una buena coordinación entre administradores y obreros.

A continuación se presentan los procedimientos administrativos que idealmente se deben realizar al momento de presentarse los diferentes casos de mantenimiento, ya sea durante o después de la implantación del sistema.

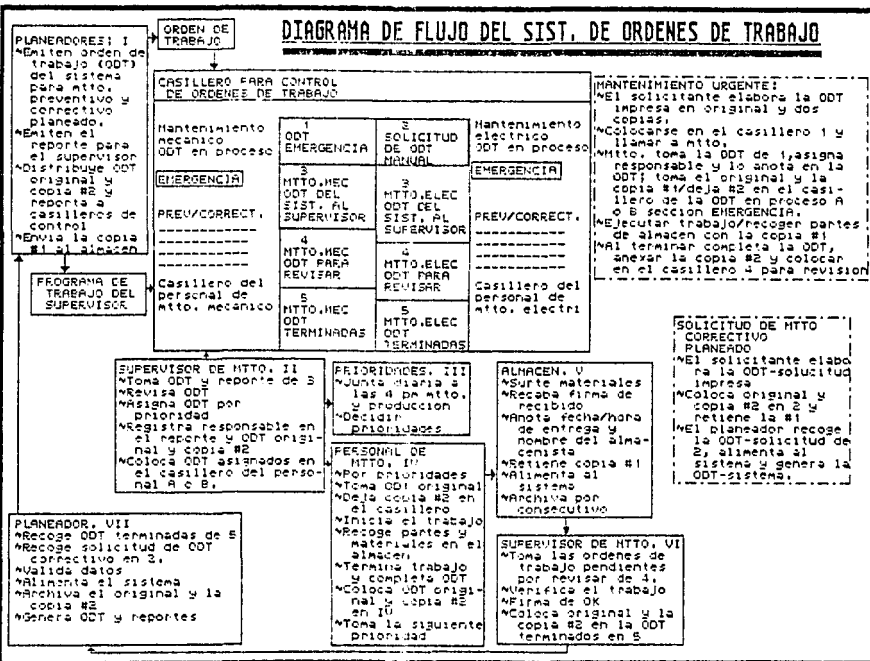




MODULOS QUE COMPONEN EL SISTEMA:

- 1) Módulo de control maestro
- 2) Módulo de control de mantenimiento preventivo
- 3) Módulo de control de ordenes de trabajo
- 4) Módulo de historia de costos y reparación de componentes
- 5) Módulo de compras y control de inventarios de partes y piezas
- 6) Módulo de control de costos

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SIST. DE ORDENES DE TRABAJO



PLANADORES; I
 *Emiten Orden de trabajo (ODT) del sistema para mtto. preventivo y correctivo planeado.
 *Emiten el reporte para el supervisor *Distribuye ODT original y copia #2 y reporta a casilleros de control
 *Envia la copia #1 al almacen

ORDEN DE TRABAJO

CASILLERO PARA CONTROL DE ORDENES DE TRABAJO				
Mantenimiento mecanico ODT en proceso EMERGENCIA PREV/CORRECT. ----- Casillero del personal de Mttto. mecanico	1	ODT EMERGENCIA	2	Mantenimiento electrico ODT en proceso EMERGENCIA PREV/CORRECT. ----- Casillero del personal de Mttto. electrico
	3	MTTO.HEC ODT DEL SIST. AL SUPERVISOR	3	
	4	MTTO.HEC ODT PARA REVISAR	4	
	5	MTTO.HEC ODT TERMINADAS	5	
	6	SOLICITUD DE ODT MANUAL	6	
	7	MTTO.ELEC ODT DEL SIST. AL SUPERVISOR	7	
	8	MTTO.ELEC ODT PARA REVISAR	8	
	9	MTTO.ELEC ODT TERMINADAS	9	

MANTENIMIENTO URGENTE:
 *El solicitante elabora la ODT impresa en original y dos copias;
 *Colocarse en el casillero 1 y llamar a mtto.
 *Mttto. toma la ODT de 1, asigna responsable y lo anota en la ODT; toma el original y la copia #1/deja #2 en el casillero de la ODT en proceso A o B seccion EMERGENCIA.
 *Ejecutar trabajo/recoger partes de almacen con la copia #1
 *Al terminar completa la ODT, anexar la copia #2 y colocar en el casillero 4 para revision

PROGRAMA DE TRABAJO DEL SUPERVISOR.

SUPERVISOR DE MTTTO. II
 *Toma ODT y reporte de 3
 *Revisa ODT
 *Asigna ODT por prioridad
 *Registra responsable en el reporte y copia #2
 *Coloca ODT asignados en el casillero del personal A o B.

PRIORIDADES. III
 *Junta diaria a las 8 de mtto. producción
 *Decidir prioridades

ALMACEN. V
 *Surte materiales
 *Recibe firma de recibido
 *Anota fecha/hora de entrega y nombre del almacenista
 *Retiene copia #1
 *Alimenta al sistema
 *Archiva por consecutivo

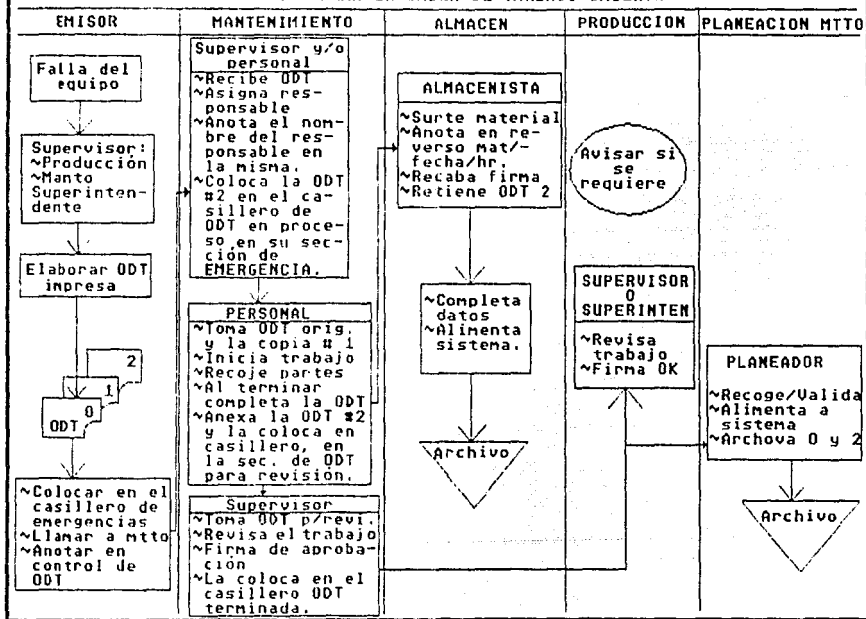
PERSONAL DE MTTTO. IV
 *Por prioridades
 *Toma ODT original
 *Deja copia #2 en el casillero
 *Inicia el trabajo
 *Recoge partes y materiales en el almacen
 *Termina trabajo y completa ODT
 *Coloca ODT original y copia #2 en IU
 *Toma la siguiente prioridad

PLANADOR. VII
 *Recoge ODT terminadas de 5
 *Recoge solicitud de ODT correctivo en 2.
 *Valida datos
 *Alimenta el sistema
 *Archiva el original y la copia #2
 *Genera ODT y reportes

SUPERVISOR DE MTTTO. VI
 *Toma las ordenes de trabajo pendientes por revisar de 4
 *Muestrifica el trabajo
 *Firma de OK
 *Coloca original y la copia #2 en la ODT terminados en 5

SOLICITUD DE MTTTO CORRECTIVO PLANEADO
 *El solicitante elabora la ODT-solicitud impresa
 *Coloca original y copia #2 en 1 y retiene la #1
 *El planeador recoge la ODT-solicitud de 2, alimenta el sistema y genera la ODT-sistema.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ORDEN DE TRABAJO URGENTE



EMISION DE LA ORDEN DE TRABAJO

FRECUENCIA: Cada vez que se presentan anomalías, deficiencias o fallas graves que requieren de corrección urgente.

PREPARACION:

A) Solicitante

- 1) # de orden de trabajo, # de folio impreso.
- 2) Fecha: Anotar la fecha en que se elabora la orden.
- 3) Departamento del solicitante: Anotar el nombre del departamento de donde se solicita el trabajo.
- 4) Personal: Anotar el nombre abreviado del departamento de mantenimiento a quien se dirige la orden (mec., eléct., etc.).
- 5) # de equipo/- Descripción -
Anotar el nombre del equipo afectado.
- 6) Descripción del problema: /breve: /completo:
- 7) Autorización:
Nombre y firma de quien solicita y autoriza la orden.

B) Personal de mantenimiento.

- 8) Descripción de la tarea de mantenimiento.
Anotar en este espacio las tareas de mantenimiento por realizar para corregir o reparar el equipo.
- 9) # de empleados
Anotar el número de empleados que realizan el trabajo.

10) Clase.

Anotar el código de las personas que realizan el trabajo de mantenimiento.

11) Hr. Real

Anotar las horas estimadas que se emplearán para realizarlo.

N) Responsable

Anotar el nombre de la persona responsable del trabajo.

Uso de la copia #1 (reverso) como vale de almacén

16) # de parte y/o control

Anotar en este espacio el nombre del artículo solicitado.

19) Cantidad requerida

F) Tarea (firma)

Solicitar firma de autorización del solicitante o del supervisor de mantenimiento.

20) Nombre y firma de quien recibe los artículos.

C) Supervisor de mantenimiento

13) Mantenimiento

Firma de conformidad o VoBo. en este espacio al recibir el trabajo y estar de acuerdo con la calidad, limpieza y buen funcionamiento del equipo.

14) Fecha de inicio.

15) Fecha de termino.

N) Responsable

Anotar el nombre de la persona responsable del trabajo cuando se asigna la ODT.

F) Tarea (firma de autorización)

Si se requiere, debe firmarse para la autorización del vale al almacén.

D) Supervisor de producción / superintendente

F) Tarea (firma de autorización)

12) Producción

Si se requiere, firma de conformidad después de revisar y aceptar la reparación en calidad, limpieza y buen funcionamiento.

E) Almacén (usa el reverso de la copia #1)

16) # de parte y/o control

Anotar el número de parte del artículo que se entrega.

17) Localización de inventario

Anotar la clave de localización del artículo que se entrega.

18) Fila/nivel/columna

Anotar el # de la fila/nivel/columna en donde se localiza el artículo que se entregó.

19) Cantidad usada

Anotar la cantidad de artículos que se entregan físicamente.

21) Fecha/hora/almacenista

Anotar fecha y hora en que se entregan los artículos, así como el nombre de la persona que los entrega.

FORMATO DE LA ORDEN DE TRABAJO IMPRESA. (FRENTE)

ODT #	ORDEN DE TRABAJO					FECHA			
①	Loc. del equipo	Depto. solíc.	Tipo de trabajo	Fecha de inicio	Plnr. #	Sup. inic.	Tipo de paro	Personal	# Permiso seguridad
	③	⑤						④	
#Equipo		DESCRIPCION							
Descripción del problema Breve:							Autorización		
Completa:							⑦		
⑥									
Tarea	Descripción de la tarea de mantenimiento	Clave	#Personas	Hrs estim.	Unidades en servicio				
	⑧								
Equipo: _____ Responsable: _____ ⑨ _____ Terminación: _____ Código de demora: _____									
Tarjeta	#Empleados	Clase	Código de demora	Hrs reales					
	⑩	⑪		⑫					
Producción:		⑬	Fecha de inicio:		Fecha de terminación				
⑭			⑮						

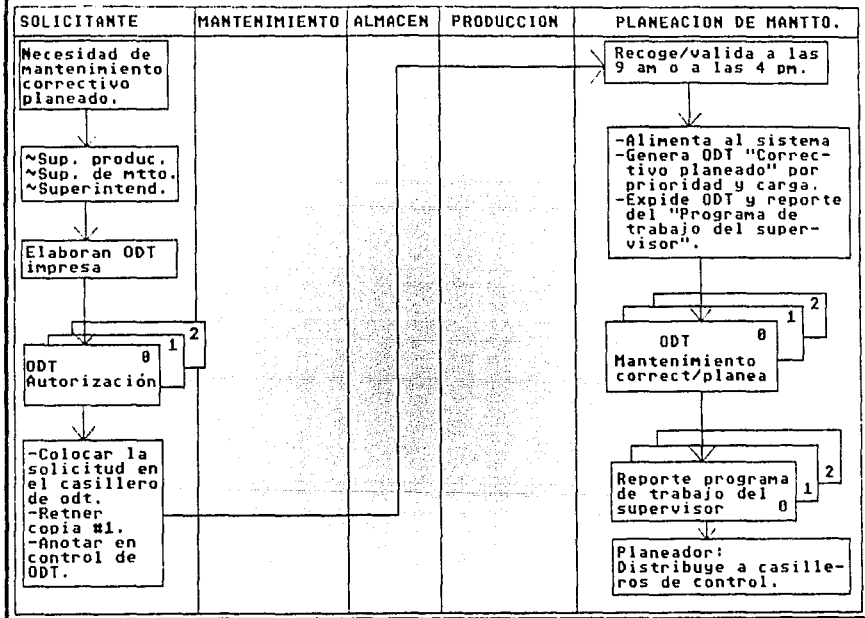
(cont...) Reverso.

INVENTARIO

Tarea	#de parte y/o # de control	Localización de inventario	Fila/Nivel columna	Cantidad requerida	Cantidad usada
(F)	(16)	(17)	(18)	(19) (21)	(19)

Observaciones:

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ODT, SOLICITUD DE MTO. "CORRECTIVO PLANEADO"



REPORTE: Estado de las tareas de mantenimiento. Líneas de control con descripción.

Propósito: Presenta el estado de cada tarea de mantenimiento, que debe ser realizada en forma individual para cada máquina.

Contiene toda la información necesaria para cada tarea de mantenimiento preventivo o correctivo: Línea de control o tarea/ instrucciones o descripciones/ línea de partes.

TITULO DEL REPORTE

FECHA:

CLAVE DEL EQUIPO:
TIPO DE MANTENIMIENTO:

CLAVE DE LA
LOCALIZACION
DEL EQUIPO

PAGINA:

CLAVE/EQUIPO:

FECHA PARA REALIZAR
LA ODT:

ESTADO DE
LA ODT:
~Critico
~Retrasado
~Asignado

ESPECIFICAR EL TRABAJO
POR DESARROLLAR:

DIAS TRABAJADOS
A LA FECHA:

FECHA DEL
ULTIMO
SERVICIO:

PERSONAL
ASIGNADO:
~Especialidad:
~Cantidad:
~Tiempo esti-
mado para el
trabajo:

INDICACION ESPECIFICA
DEL TRABAJO MEDIANTE
UN NUMERO SECUENCIAL
CON PRIORIDAD APRO-
PIADA.

TIPO DE PARO: _____ SUPERVISOR: _____ PERSONAS: _____ PRESUPUESTO: _____

* DESCRIPCION DEL TRABAJO: _____

TITULO DEL REPORTE

FECHA:

CLAVE DEL EQUIPO:
TIPO DE MANTENIMIENTO:

CLAVE DE LA
LOCALIZACION
DEL EQUIPO

PAGINA:

CLAVE/EQUIPO:

FECHA PARA REALIZAR
LA ODT:

ESPECIFICAR EL TRABAJO
POR DESARROLLAR:

ESTADO DE
LA ODT:
~Critico
~Retrasado
~Asignado

DIAS TRABAJADOS
A LA FECHA:

FECHA DEL
ULTIMO
SERVICIO:

INDICACION ESPECIFICA
DEL TRABAJO MEDIANTE
UN NUMERO SECUENCIAL
CON PRIORIDAD APRO-
PIADA.

PERSONAL
ASIGNADO:
~Especialidad:
~Cantidad:
~Tiempo esti-
mado para el
trabajo:

TIPO DE PARO: _____ SUPERVISOR: _____ PERSONAS: _____ PRESUPUESTO: _____

DESCRIPCION DEL TRABAJO: _____

Programa de mantenimiento preventivo.

Propósito: Minimizar los paros de las máquinas no programados y mantener conservado al equipo conforme a los reportes del departamento de mantenimiento.

A continuación se presentan dos ejemplos aplicados al proceso de corrugado. El primero específicamente, se aplica a la medición y comparación de las dimensiones de los rodillos corrugadores del fingerless; mientras que el segundo se aplica para realizar el cambio de los mismos una vez llegado el momento de su máximo desgaste con lo cual se producirá si continúa en funcionamiento bajo esas condiciones producirá cartón de mala calidad.

RODILLOS CORRUGADORES
MANTENIMIENTO PREV.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO FECHA: 26/XI/90

LOCALIZACION:

Cabezote flauta "C"

~Asignado

PAG: 1

PARA: 30/XI/90

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

010 CAMBIO DE RODILLOS CORRUGADORES
FLUTA "C"

PRIORIDAD: M1

RAZON: Cartón combado, humedo
despegado, no pueden aumentar
la velocidad a la máquina.

Tipo de paro: Programado, mecan.

Supervisor: Roberto Alquicira.

PERIODO DE

SERVICIO A

LA FECHA: 1 mes

DIAS TRAB. 489

ULTIMA FECHA

DE SERVICIO:

29/K/90

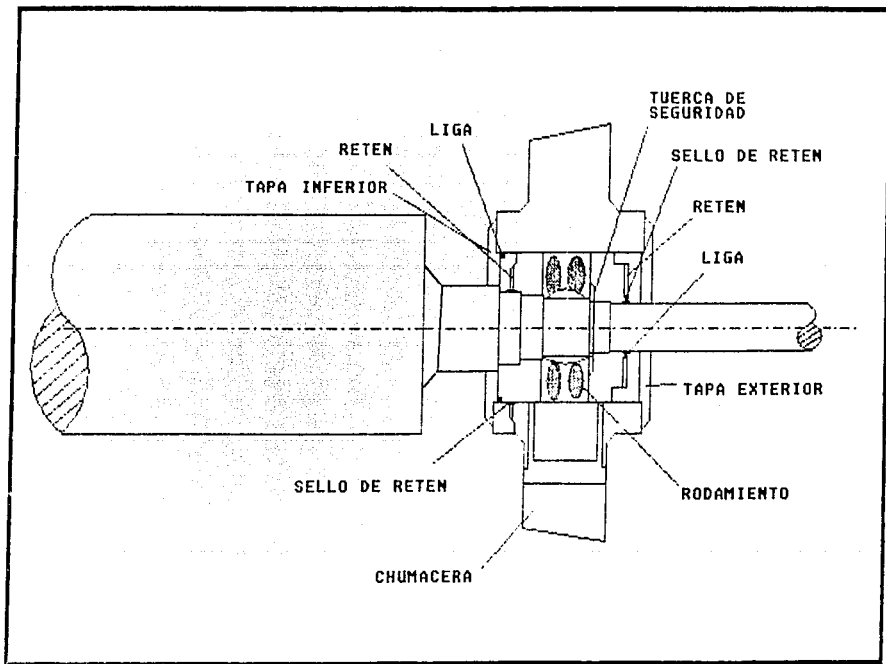
PERSONAL:

CLASE: Mecánico

HS: 32

* PERS: 7

1. Revisar la flauta de los nuevos rodillos corrugadores (Ø.142") a todo lo largo c/90' de su circunferencia; así como su diámetro exterior (12").
REQUIERE: Micrometro de profundidades y micrometro de 18"-15".
2. Armar rodillo corrugador superior (lado del operador).
Introducir el borde del sello a 1/2" antes del tope de la espiga del manelón
Meter la tapa interior con su reten y la liga, calentar el rodamiento en aceite por espacio de 1/2 hr.; meterlo en la espiga. Colocar la arandela y la tuerca de seguridad. Colocar el borde del sello a 1 1/8" del final de la tuerca de seguridad hacia afuera; acoplar la chumacera; colocar la liga; colocar la tapa exterior con su reten. Al terminar de ensamblar, en uno de los extremos de lubricación se destapa y se llena de aceite para verificar el buen acoplamiento.
REQUIERE: Rodamiento, reten, borde de sello, anillo, arandela y tuerca de seguridad, aceite DTE BB.
3. Armar rodillo corrugador superior (lado tracción).
Tanto el lado del operador como el de tracción tienen casi lo mismo, con la diferencia que en el lado de tracción no lleva la arandela y la tuerca de seguridad.
4. Armar rodillo corrugador inferior (lado del operador).
Introducir el borde del sello a 9/16" antes del tope de la espiga del manelón, meter la tapa inferior con su reten y la liga, calentar el balero en aceite por espacio de media hora, enseguida se coloca en la espiga. Se coloca la arandela y la tuerca de seguridad. El borde de sello debe quedar a 1 1/4" del final de la tuerca de seguridad hacia afuera. Acoplar la chumacera. Colocar la liga y la tapa exterior con su reten. Al terminar de ensamblar se destapa uno de los extremos de lubricación y se llena de aceite para verificar el buen acoplamiento. REQUIERE: Balero, retenes, borde de sello, anillo, arandela y tuerca de seguridad, aceite DTE BB.
5. Armar rodillo corrugador inferior (lado de tracción). Lado de tracción y lado del operador. La diferencia es que aquí no lleva arandela y tuerca de segu.



VI. REDISEÑO DE PARTES MECANICAS

I.- CARACTERISTICAS DEL REDISEÑO

El motivo por el que se crean unas nuevas partes de la máquina, es la existencia de su necesidad presente o previsible. El proceso de creación se inicia con la concepción de un dispositivo que sirva para una determinada finalidad. A la idea concebida, sigue el estudio de la disposición de las diversas partes y de la posición y dimensión de las conexiones, así como de los movimientos relativos o cinemática de estas últimas y de la colocación de engranajes, pernos, resortes, levas y demás componentes de la máquina. Por modificaciones y perfeccionamientos sucesivos de las ideas, lo probable es que se llegue a varias soluciones, de las cuales se adoptará la que sea más favorable.

Un buen proyectista debe poseer muchas aptitudes, por ejemplo.

- a) Conocer bien la teoría de resistencia de materiales a fin de que sus análisis de esfuerzos sean correctos. Las diversas partes y piezas de la máquina deben tener resistencia y rigidez adecuadas.
- b) Amplios conocimientos de las propiedades de los materiales empleados en las máquinas, para lo cual ha de estar al corriente de los progresos realizados en los últimos años sobre esta cuestión.
- c) Estar familiarizado con las características principales, incluso factores económicos de los diversos procesos de

fabricación ya que las piezas que constituyen la máquina deben ser producidas a costo competitivo.

- d) Conocimientos especializados sobre diversas áreas, tales como las de las propiedades de los materiales en atmósferas corrosivas, o muy bajas temperaturas o a temperaturas relativamente elevadas.
- e) Preparación para poder decidir acertadamente: (i) si, haciendo uso de catálogos de fabricación, debe comprarse artículos en existencia o relativamente asequibles, y cuando es necesario que sean de proyecto particular, (ii) si está justificado el proyecto empírico, (iii) si el diseño debe ser probado en cuanto a funcionamiento, antes de comenzar su fabricación, (iv) si deben ser tomadas medidas especiales para controlar las vibraciones y sonidos posiblemente resultantes.
- f) Algunos datos de sentido estético, ya que el producto ha de "atraer" al comprador para que sea vendible.
- g) Conocimientos de economía y costos comparativos, ya que la razón de ser de los ingenieros en última instancia, es ahorrar dinero a quienes los emplean. Todo lo que suponga un aumento de costo, debe quedar justificado por una mejora del funcionamiento, adición de alguna peculiaridad favorable, aumento de vida útil, etc.
- h) Inventiva e intuición creadora, que es la más importante para la máxima eficacia.

El proyectista es ante todo un creador. Antes de rediseñar, su ingenio y capacidad imaginativa, deberán estar en óptimas

condiciones.

Los dibujos y las especificaciones detalladas para un rediseño completo, son el registro de una multitud de decisiones, algunas de ellas grandes y otras pequeñas.

El proyectista, en los pasos finales del proceso de rediseño es básicamente un tomador de decisiones. Debe trabajar sobre una base sólida de principios científicos suplementados con información empírica. Sin embargo, debe entender que la ciencia solo puede establecer límites dentro de los cuales debe tomarse una decisión o dar una imagen estadística de los efectos de una decisión particular. La decisión misma la toma el proyectista. Por tanto, el juicio al tomar las decisiones es una de las características sobresalientes de un buen proyectista.

2.- SECUENCIA PARA UN BUEN REDISEÑO

De todo lo expuesto anteriormente, podemos resumir que el proceso de rediseño incluye lo siguiente:

- a) Reconocer una necesidad y establecerla en términos generales. Esto define el problema.
- b) Considerar varias alternativas para resolver el problema y seleccionar uno para investigarlo con mayor cuidado. Los estudios de factibilidad respaldados por investigación especial según sea el caso, son características de este paso del proceso.
- c) Realizar un rediseño preliminar de la máquina, estructura,

sistema o proceso seleccionado. Esto establece características globales amplias y permite escribir las especificaciones para los componentes principales.

d) Realizar el rediseño de todos los componentes y preparar todos dibujos necesarios y las especificaciones detalladas.

Como en todo tipo de industria, existe la necesidad de mejorar su producto para ser más competitivo, es por ello, que siempre estará una idea para hacer mejoras en el equipo logrando con esto incrementar la producción.

En la industria cartonera la necesidad de un rediseño de partes mecánicas es en el área de engomado, donde se origina demasiado desperdicio de papel y los frecuentes cambios de rodillos engomador y aplicador, estando ensamblados estos por un motor de c.d. de 10 h.p., 1750 r.p.m. y un reductor acoplado a la espiga del rodillo engomador, este a la vez, transmite el par por medio de correa al rodillo aplicador como se ilustra en la fig. 1-1.

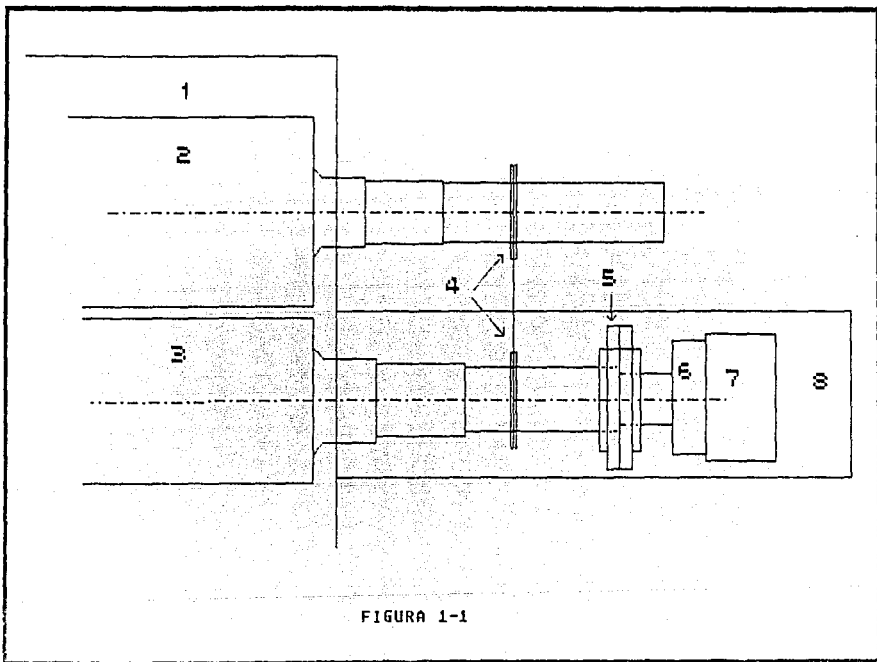
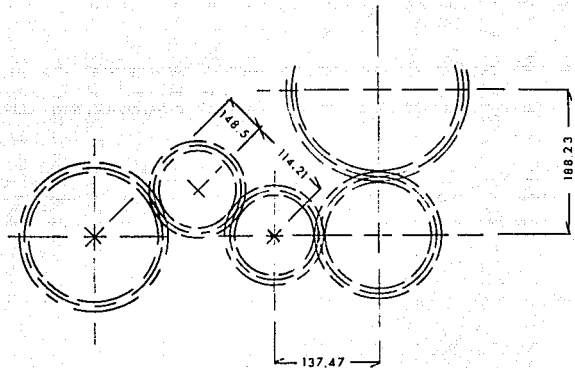


FIGURA 1-1

- 1 .- CHAROLA DE ADHESIVO
- 2 .- RODILLO ENGOMADOR
- 3 .- RODILLO APLICADOR
- 4 .- POLEAS Y CUERDA
- 5 .- COPLE
- 6 .- REDUCTOR
- 7 .- MOTOR
- 8 .- BASE PARA MOTOR

El estudio base para mejora de esta transmisión de movimiento de rotación, es el acoplamiento de un tren engranes cilíndricos rectos para transmitir movimiento de rotación entre los ejes; su contorno es de la forma cilíndrica circular y sus dientes son paralelos al eje de rotación. acoplados entre los rodillos aplicador, engomador y el eje motriz de la máquina, originando que dichos rodillos trabajen en el momento de acercar la charola de adhesivo al rodillo corrugador inferior como se ilustra en la fig. 1-2.



NOMENCLATURA

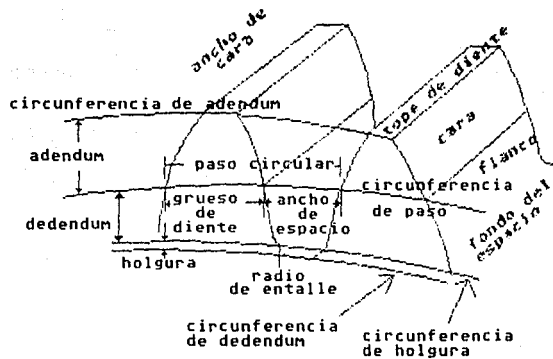


fig. 1-3

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Tipos de engranes: Los engranes se agrupan de acuerdo con las formas de dientes, arreglo de ejes, paso y calidad. Las formas de dientes, y arreglo de ejes son:

Forma de dientes

Arreglo de ejes

Rectos. _____

Paralelos.

Helicoidales. _____

Paralelos u oblicuos.

Gusano. _____

Oblicuos.

Cónico. _____

En intersección.

Hipoidales. _____

Oblicuos.

Las divisiones de paso son: grueso (abajo de 20 Pd) y fino (20Pd y más fino). Los tipos de calidad son: comercial, de precisión y de ultraprecisión.

En el momento de embonar dos ruedas dentadas, sus circunferencias de paso ruedan una sobre otra sin resbalar. Se designan los radios de paso por r_1 y r_2 y las velocidades angulares como ω_1 y ω_2 , respectivamente. Entonces, la velocidad tangencial común en la línea de paso será $V = r_1\omega_1 = r_2\omega_2$ por lo tanto, la relación existente entre los radios y las velocidades angulares es:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

MEMORIA DE CALCULO

Paso diametral	Pd
Ángulo de presión	ϕ
Número de dientes	M
Adendum	a
Dedendum	b
Diámetro de paso	D
Paso circular	Pc
Diámetro exterior	Do
Diámetro de fondo	Dr
Diámetro circular de base	Db
Paso de base	Pb
Distancia entre centros	C
Módulo	m
Ancho de diente	t
Claro u holgura	c

MEMORIA DE CALCULO DE LOS ENGRANES DEL RODILLO
CORRUGADOR INFERIOR Y ENGRANE PLANETARIO

Datos del engrane del rodillo corrugador inferior:

Número de dientes, $N = 54$

Paso diametral, $P_d = 6$

Angulo de presión, $\theta = 20$

Ancho de diente, $t = 2''$

Datos del engrane planetario:

Número de dientes, $M_2 = 35$

Distancia entre centros, $C = 188.23 \text{ mm}$

$$\text{Módulo} = m = \frac{25.4}{P_d} = \frac{25.4}{6} = 4.23 \text{ mm}$$

Adendum, $a = m = 4.23 \text{ mm}$

Deendum, $b = 1.25(m) = 1.25(4.23) = 5.3 \text{ mm}$

Diámetro de paso, $D = mN_2 = 4.23(35) = 148.05 \text{ mm}$

$$\text{Paso circular, } P_c = m\pi = \frac{D}{N}\pi = \frac{\pi}{P_d} = 4.23(\pi) = 13.288 \text{ mm}$$

Diámetro exterior, $D_o = D + 2m = 148.05 + 2(4.23) = 156.51 \text{ mm}$

Diámetro de fondo, $D_r = D - 2.5(m) = 148.05 - 2.5(4.23) = 137.48 \text{ mm}$

Diámetro circular de base, $D_b = D \cos \theta = 148.05(\cos 20) = 139.12 \text{ mm}$

Paso de base, $m\pi \cos \theta = 4.23(\pi) \cos 20 = 12.48 \text{ mm}$

MEMORIA DE CALCULO PARA EL ENGRANE
DEL RODILLO ENGOMADOR

Datos del engrane planetario:

Los datos son los mismos del engrane del rodillo corrugador inferior.

Distancia entre centros, $C = 137.47$ mm

$$\text{módulo} = \frac{25.4}{P_d} = \frac{25.4}{6} = 4.23 \text{ mm}$$

Adendum, $a = m = 4.23$ mm

Dedendum, $b = 1.25(m) = 1.25(4.23) = 5.3$ mm

$$\text{Paso circular, } P_c = m\Pi = \frac{D\Pi}{N} = \frac{\Pi}{P_d} = 4.23(\Pi) = 13.288 \text{ mm}$$

$$\text{Distancia entre centros, } C = \frac{4.23(N_2 + N_3)}{2} \therefore 137.47 = \frac{4.23(35 + N_3)}{2}$$

$$N_3 = 30 \text{ dientes.}$$

Diámetro de paso, $D = mN_3 = 4.23(30) = 126.9$ mm

Diámetro exterior, $D_o = D + 2m = 126.9 + 2(4.23) = 135.4$ mm

Diámetro de fondo, $D_r = D - 2.5(m) = 126.9(4.23) = 116.23$ mm

Diámetro circular de base, $D_b = D \cos 20 = 126.9 \cos 20 = 119.25$ mm

Paso de base, $P_b = m\Pi \cos 20 = 4.23(\Pi) \cos 20 = 12.48$ mm

$$\text{Relación de contacto, } m_p = \frac{\sqrt{r_{R0}^2 - r_{Rb}^2} + \sqrt{r_{Ro}^2 - r_{Rb}^2} - C \sin 20}{m\Pi \cos 20}$$

$$r_{R0} = 67.56$$

$$r_{Rb} = 59.62$$

$$r_{Ro} = 54.99$$

$$r_{Rb} = 47.7$$

$$m_p = \frac{\sqrt{(78.25)^2 - (69.56)^2} + \sqrt{(67.56)^2 - (59.62)^2} - 137.49 \sin 20}{4.23(\Pi) \cos 20}$$

$$m_p = 1.63$$

MEMORIA DE CALCULO DEL ENGRANE FLOTANTE
ENTRE EL RODILLO ENGONADOR Y RODILLO APLICADOR

Datos del engrane del rodillo engonador:

Los datos son los mismos del engrane del rodillo corrugador inferior.

Distancia entre centros, $C = 114.21 \text{ mm}$

$$\text{módulo} = \frac{25.4}{P_d} = \frac{25.4}{6} = 4.23 \text{ mm}$$

Adendum, $a = m = 4.23 \text{ mm}$

Dedendum, $b = 1.25(m) = 1.25(4.23) = 5.3 \text{ mm}$

Paso circular, $P_c = m\Pi = \frac{D\Pi}{N} = \frac{\Pi}{P_d} = 4.23(\Pi) = 13.288 \text{ mm}$

$$\text{Distancia entre centros, } C = \frac{4.23(N3 + N4)}{2} \quad \therefore 114.21 = \frac{4.23(30 + N4)}{2}$$

$N4 = 24$ dientes.

Diámetro de paso, $D = mN4 = 4.23(24) = 101.52 \text{ mm}$

Diámetro exterior, $D_o = D + 2m = 101.52 + 2(4.23) = 109.98 \text{ mm}$

Diámetro de fondo, $D_r = D - 2.5(m) = 101.52 - 2.5(4.23) = 90.95$

Diámetro circular de base, $D_b = D \cos\beta = 101.52 \cos 20 = 95.4 \text{ mm}$

Paso de base, $P_b = m\Pi \cos\beta = 4.23(\Pi) \cos 20 = 12.48 \text{ mm}$

$$\text{Relación de contacto, } m_p = \frac{\sqrt{R_o^2 - R_b^2} + \sqrt{r_o^2 - r_b^2} - C \sin\beta}{m\Pi \cos\beta} \quad \begin{array}{l} \geq R_o = 67.56 \\ \geq R_b = 59.62 \end{array}$$

$$m_p = \frac{\sqrt{(67.56)^2 - (59.62)^2} + \sqrt{(54.99)^2 - (47.7)^2} - 114.21 \sin 20}{4.23(\Pi) \cos 20} \quad \begin{array}{l} \leq R_o = 54.99 \\ \leq R_b = 47.7 \end{array}$$

$m_p = 1.63$

MEMORIA DE CALCULO DEL ENGRANE DEL RODILLO APLICADOR

Datos del engrane flotante:

Los datos son los mismos del engrane del rodillo corrugador inferior.

Distancia entre centros, $C = 148.5$ mm

$$\text{módulo} = \frac{25.4}{P_d} = \frac{25.4}{6} = 4.23 \text{ mm}$$

Adendum, $a = m = 4.23$ mm

Dedendum, $b = 1.25(m) = 1.25(4.23) = 5.3$ mm

Paso circular, $P_c = m\Pi = \frac{D\Pi}{N} = \frac{\Pi}{P_d} = 4.23(\Pi) = 13.288$ mm

$$\text{Distancia entre centros, } C = \frac{4.23(N_4 + N_5)}{2} \quad \therefore 148.5 = \frac{4.23(24 + N_5)}{2}$$

$$N_5 = 46 \text{ dientes.}$$

Diámetro de paso, $D = mN_5 = 4.23(46) = 194.58$ mm

Diámetro exterior, $D_o = D + 2m = 194.58 + 2(4.23) = 203$ mm

Diámetro de fondo, $D_r = D - 2.5(m) = 194.58 - 2.5(4.23) = 184$ mm

Diámetro circular de base, $D_b = D \cos\theta = 194.58 \cos 20 = 182.85$ mm

Paso de base, $P_b = m\Pi \cos\theta = 4.23(\Pi) \cos 20 = 12.487$ mm

$$\text{Relación de contacto, } m_p = \frac{\sqrt{\epsilon_{R0}^2 - \epsilon_{Rb}^2} + \sqrt{\epsilon_{R0}^2 - \epsilon_{Rb}^2} - C \sin\theta}{m\Pi \cos\theta} \quad \begin{array}{l} \epsilon_{R0} = 54.99 \\ \epsilon_{Rb} = 47.7 \end{array}$$

$$m_p = \frac{\sqrt{(54.99)^2 - (47.7)^2} + \sqrt{(101.5)^2 - (91.43)^2} - 148.5 \sin 20}{4.23(\Pi) \cos 20} \quad \begin{array}{l} \epsilon_{R0} = 101.5 \\ \epsilon_{Rb} = 91.43 \end{array}$$

$$m_p = 1.65$$

MATERIALES TÍPICOS PARA ENGRAMES

Material y designación	Resistencia de tracción lb/pulg ²	Resistencia al punto de cedencia ϵ lb/pulg ²	Dureza N ² Brinel	Condición
Aceros de aleación				
AISI 3140	105 000	90 000	280	Tratado térmico
3140	228 000	209 000	450	Tratado térmico
4140	145 000	120 000	290	Normalizado
4140	215 000	190 000	440	Tratado térmico
4820	150 000	125 000	325	Tratado térmico
4820	206 000	166 000	415	Tratado térmico
6120	125 000	94 000	---	Tratado térmico
8620	122 000	98 000	245	Normalizado
8620	173 000	142 000	375	Tratado térmico
9310	152 000	120 000	350	Tratado térmico
9310	180 000	140 000	375	Tratado térmico

TABLA 1.

LIMITE DE FATIGA RECOMENDADOS EN LOS MATERIALES PARA ENGRANES RECTOS

Material	Dureza mínima	Limite de fatiga, lb/pulg ²
		Engranés rectos
Acero	140	20 000 - 22 000
	180	25 000 - 28 000
	300	35 000 - 40 000
	450	45 000 - 50 000

* esfuerzo de fatiga permisible.

TABLA 2

La selección del material para la fabricación de nuestros engranes es de un acero 8620 a cementar para lograr una resistencia al desgaste.

Características mecánicas¹⁾ diámetro de la muestra: 30 mm

Acero de cementación.	Estado del suministro			Después del endurecimiento por temple en el núcleo				
	G Reco- cido dureza Brinel max.	BF ²⁾ tratado para ob- tener buena maquinabilidad Dureza Brinel	BG	Limite de cedencia min. Kg/mm ²	Resis- tencia a la traccion Kg/mm ²	Alar- ganien- to (L=5d) min. %	Contra- cion aprox. %	Resi- liencia (Ensayo DVM) aprox. Kg/cm ²
EX 8 2iNiCrMo2 SAE 8620 CAFE/GRIS Ø.20 C Ø.25 Si Ø.80 Mn Ø.5 Cr Ø.2 Mo Ø.6 Ni	207	160-207	146-192	65	90-120	9	40	6

- 1) La dureza superficial de las piezas cementadas se eleva a 59-65 dureza Rockwell (promedio 62 Rc)
- 2) Tratado térmico para obtener una determinada dureza por calentamiento a 850-950°C, en el caso dado con un proceso de revenido de 500-650°C

VIII.- CONCLUSIONES

En virtud del análisis, de la forma y el contenido esencial de esta tesis, se observa que la función del Ingeniero Mecánico en el mantenimiento industrial de la industria cartonera es la de conjugar armoniosamente los recursos humanos como los recursos materiales para atender los diferentes sistemas técnicos de la producción.

Su función la lleva a cabo seleccionando y diseñando aquellos aspectos técnicos cuya importancia de funcionamiento y prioridad de atención la indican las estrategias, métodos y técnicas más apropiadas para aprovechar al máximo los recursos humanos asignados, incluyendo la realización y puesta en marcha de aquellos proyectos y diseños de equipos indispensables para automatizar la mayor cantidad posible de procesos de producción.

El desarrollo del programa de mantenimiento preventivo planteado como objetivo fundamental en esta tesis, se concretó en los dos ejemplos presentados al final del capítulo de factibilidad y modo de aplicación de la computadora al mantenimiento de equipo. En ellos se aprecia el procedimiento adecuado para atender oportunamente al equipo que se indica ahí mismo: con dichos ejemplos se ve la posibilidad de hacer extensiva su aplicación a las diferentes partes del equipo de la máquina de corrugado; estas partes se indican detalladamente en el capítulo de conservación del equipo.

Como se pudo observar, el alcance de la tesis toma en consideración que la preparación de los recursos humanos es

imprescindible en cualquier labor de mantenimiento; lo cual puede ser programado y elaborado con la técnica H-2 propuesta en el capítulo de optimización del trabajo de mantenimiento.

El reflejo de los resultados a obtener con la implantación de un sistema de computo, es principalmente llevar un mejor control de las operaciones de mantenimiento realizadas y por realizar en el equipo. También se visualiza como una ayuda para mejorar las cuestiones administrativas del propio departamento.

No se puede pasar por alto la necesidad de llevar a través de un control computarizado, la estadística sobre aquellos equipos que por su funcionamiento crítico y por su paro frecuente, ameritan considerarse como equipos de atención prioritaria. Y que para su oportuna y adecuada atención se desarrolle un plan de trabajo.

Visualizando de manera general el capítulo de rediseño de partes mecánicas; en el se lleva a cabo el diseño de un sistema de tren de engranes en la sección de enquadado de los papeles liner y medium que surge de la necesidad de poseer un sistema bien establecido que pueda ser controlado por el mismo operador del "Single Facer" evitando la merma y los paros continuos para su lavado y puesta en marcha de nuevo. Se da la solución a esta necesidad con el tren de engranes en los rodillos enquadador y aplicador conducidos por el engrane matriz del rodillo corrugador inferior.

Para desarrollar este diseño se recopiló la información técnica disponible, de los elementos constitutivos existentes en la máquina, manuales técnicos de esta, manuales técnicos en el

mercado; además se aplicaron tanto los conceptos y las formulas de diseño de engranes.

Con lo anterior se establecieron que elementos, con que características y en que forma deberían estar dispuestos para conformar el sistema de tren de engranes.

Aquí cabe hacer la observación de la importancia que tiene la función del Ingeniero Mecánico: ya que una vez presentada la necesidad de innovar un sistema, éste le da la solución desarrollandola con los elementos disponibles a su alcance.

Finalmente, se concluye que se logró el objetivo inicial, haciendo énfasis sobre la importancia de preparar y crear un ambiente de trabajo cómodo, en el que el elemento humano participe en armonía con su medio ambiente.

IX. BIBLIOGRAFIA

1.- Dounce Enrique

La administración en el mantenimiento

CECSA 4a. Ed. 1987.

2.- Newbrough

Administración del mantenimiento industrial

DIANA

3.- Ahlmann Hans

Maintenance Effectiveness and Economic Models in
the Terotechnology Concept.

Maintenance Management International.

January 1984.

4.- Peele, T.T. & Chapman, R. L.

Determining Maintenance Manpower Requirements
Plant Engineering. July 1984.

5.- Peele, T.T. & Chapman, R. L.

Designing a Maintenance Training Program
Plant Engineering. August 1987.

6.- Anónimo

Computer Aided Maintenance

Moderns Materials Handling. Feb. 1983.

7.- Elke Maintenance/Management Systems for IBM System/34
Computer.

8.- Joseph Edward Shigley.

Diseño en Ingeniería Mecánica

2a. Ed. UTEHA

9.- MARKS.

Manual del Ingeniero Mecánico.

a) Manual de Aceros Fortuna.

INDICE

	PAGINA
I. INTRODUCCION	2
II. CONCEPTOS SOBRE MANTENIMIENTO	7
III. CONSERVACION DEL EQUIPO	15
IV. OPTIMIZACION DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO	29
V. FACTIBILIDAD Y MODO DE APLICACION DE LA COMPUTADORA PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPO	50
VI. REDISEÑO DE PARTES MECANICAS	71
VII. CONCLUSIONES	69
VIII. BIBLIOGRAFIA	92