

Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA

13²
Ejemplar



TESIS CON
FALLA DE COPIA

Mantenimiento Preventivo en una Fabrica de Bombas

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

Francisco Javier Gamas Luna

Guadalajara, Jal., a 17 de Marzo de 1987



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.

I N D I C E

	PAG.
<u>INTRODUCCION</u> - - - - -	1
CAPITULO I. GENERALIDADES - - - - -	3
- Generalidades. - - - - -	4
- Mantenimiento preventivo - - - - -	5
- Mantenimiento correctivo - - - - -	5
- Mantenimiento predictivo - - - - -	5
- La eficiencia del mantenimiento - - - - -	6
- Mtto. preventivo contra averías - - - - -	6
- Planeación - - - - -	7
- Programación - - - - -	7
- Lubricación general - - - - -	8
- Almacenamiento de los lubricantes - - - - -	8
CAPITULO II. CLASIFICACION DE LA MAQ. Y EQUIPO - - - -	9
- Clasificación de maq. y equipo - - - - -	10
- Proceso de fabricación - - - - -	28
CAPITULO III. DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO - - -	40
- Localización y corrección de anomalías - - - - -	41
- Diseño del programa de mtto. preventivo - - - - -	43
CAPITULO IV. ELABORACION DEL CALENDARIO DE MTTO. PREV. -	59
- Prioridad de maquinaria - - - - -	60
- Clave del calendario de M.P.P. - - - - -	61
- Estudio de tiempo - - - - -	62
- Carga de trabajo mensual del personal de mtto. - -	63
- Calendario de mantenimiento preventivo prog. - - -	64
- Tarjeta de informe mecánico de máquinas - - - - -	83
- Tarjeta de informe eléctrico de máquinas - - - - -	84
- Orden de trabajo - - - - -	85
- Organigrama del departamento de mtto. - - - - -	86

CAPITULO V. COMPARACION DE COSTOS	88
- Costos de mantenimiento (actuales)	90
- Presupuesto de mantenimiento	90
- Presupuesto del mes de julio al mes de diciembre de 1986 para el departamento de mtto.	91
- Archivo histórico de las máquinas	92
- Vida económica de una máquina	93
CAPITULO VI. CONCLUSIONES	98
BIBLIOGRAFIA	99

I N T R O D U C C I O N

Para que toda planta esté en condiciones de operación aceptable, se requiere en mayor o menor grado un cierto mantenimiento al equipo. Obvio es que si se trabaja una máquina y nunca se le inspecciona ni se le atiende, las probabilidades de falla irán en aumento y acabará fallando cuando más la necesitemos, por falta de mantenimiento.

En ocasiones no se le da importancia debida y a veces se hace pero sin un programa definido, o bien, se ignora y solo se -- realiza el correctivo y el de emergencia, el Mantenimiento -- Preventivo Programado, es vital, para la economía y operación de toda la planta.

No se quiere decir, que con ajustarse a un Programa de Mantenimiento Preventivo, una máquina no falle, sino que, la vida útil de esa máquina se alarga y las fallas son menos frecuentes.

Podría pensarse, que en algunos casos se invierte un tiempo - o una atención innecesaria, pero esta forma superficial de apreciar el esmero, el respeto, el cuidado, la dedicación y el interés por un Programa de Mantenimiento Preventivo, se desvirtúa ante la evidencia, pues están comprobadas las enormes ventajas, que un programa de esta naturaleza brinda: Más bajos costos de mantenimiento, mayor vida útil del equipo, menos interrupciones en la producción y mas bajos costos de operación.

Todos los programas de mantenimiento preventivo se deben revisar, actualizar y modificar de acuerdo a las condiciones que se vayan presentando y a los resultados que se vayan obteniendo.

En consideración a las ventajas expuestas anteriormente, he -
elaborado el presente Programa de Mantenimiento Preventivo de -
maquinaria y equipo, en una fábrica de bombas rotatorias de -
desplazamiento positivo para mover líquidos viscosos.

CAPITULO I.- GENERALIDADES.

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento predictivo.
- La eficiencia del mantenimiento.
- Mantenimiento preventivo contra averías.
- Planeación.
- Programación.
- Lubricación general.
- Almacenamiento de los lubricantes.

GENERALIDADES.

Todos los medios físicos de propiedad de la planta, pueden fallar o deteriorarse por causas naturales de antigüedad, o por defectos del uso. Es posible que las causas del deterioro o la falla sean inherentes al equipo, o bien la consecuencia de factores externos. La falla lleva a gastos con el propósito de reponer o reparar el medio o la instalación en sí o por posibles pérdidas de producción o servicios.

El fin que persigue un programa de mantenimiento o de recorrido periódico es, reconocer y corregir las irregularidades antes de que degeneren y creen inconvenientes graves.

Todas las industrias de manufactura siguen alguna rutina de mantenimiento debido a que es importante el costo de la producción perdida por descomposturas inesperadas, y el costo del capital de tener un cierto valor usualmente es menor cuando dicho valor recibe un cuidado apropiado. La calidad de la producción, también se puede elevar con un mejor mantenimiento.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es la actividad humana desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, con el fin de asegurar que la calidad de servicio que éstos proporcionan, permanezca dentro de los límites presu-
puestos. Estos trabajos generalmente se toman de las instruccio-
nes que proporcionan los fabricantes al respecto y los puntos
de vista que dan los técnicos.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Por definición, mantenimiento correctivo es la actividad huma-
na desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, cuando
a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad
de servicio para la que fueron diseñadas.

Por lo tanto, las labores que en este caso deben llevarse a -
cabo, tienen por objeto la recuperación inmediata de calidad
de servicio, es decir, que ésta se coloque dentro de los lími-
tes esperados (superior e inferior), ya sea que para tal efec-
to se hagan arreglos provisionales o definitivos.

Toda labor de mantenimiento correctivo, exige una atención in-
mediata, por lo que ésta no puede ser programada, sólo se tra-
mita y controla por medio de reportes por lo que el personal
debe efectuar los trabajos absolutamente indispensables, evi-
tando arreglar otros elementos de la máquina o hacer cualquier
trabajo adicional que no sea necesario para que pueda seguir
prestando su servicio.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Son los trabajos ejecutados en una máquina, basados en los sín-
tomas y fallas anteriores que ésta ha tenido, con lo cual se -
puede suponer que si la máquina muestra síntomas ya conocidos,
ésta va a presentar próximamente una falla como alguna de las
registradas anteriormente.

LA EFICIENCIA DEL MANTENIMIENTO

Desde el punto de vista de las operaciones, el mantenimiento es eficiente si impide averías o, en el caso de que existieran, si vuelve a poner en servicio el equipo defectuoso en el menor tiempo posible. Desde el punto de vista de control de mano de obra, el mantenimiento es eficaz si todo el personal trabaja en todo momento sobre el nivel standard de esfuerzo, sin excederse en cuanto al tiempo desocupado razonable y necesario para reparar el cansancio y satisfacer los requisitos personales. Desde el punto de vista de control de costos, la eficiencia del mantenimiento podrá medirse en función de la capacidad del departamento de mantenimiento, a fin de no sobrepasar su presupuesto de materiales y mano de obra. El director de seguridad considera eficaz el mantenimiento cuando no se producen accidentes atribuibles a máquinas o equipo.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO CONTRA AVERIAS.

Podría decirse que el mantenimiento "natural", sirve para reparar algo que ha fallado. Hoy día, pocas industrias se permitirían esto. Las averías son costosas, directa e indirectamente. Pocas veces falla uno de los componentes de una máquina o instalación sin provocar inmediatamente el desarreglo de un componente relacionado con ella, o bien un efecto adverso en este, con lo cual se reducirá su "tiempo admisible de averías". Aunque ese efecto resulte difícil o imposible de medir, existe. A menudo, el efecto de ese desarreglo secundario se pasa por alto en la matemática analítica de averías en la suposición de averías independientes de los componentes; esto produce una diferencia entre la tasa de averías teórica en un sistema y la tasa real determinada según datos históricos o muestreos.

Además de surtir un efecto adverso en otros componentes del sistema, las averías dañan con frecuencia los materiales en proceso y de acuerdo con su índole pueden crear riesgos para el personal. Por otra parte, se desarreglan los programas de producción y disminuye la eficacia de otros medios e instalaciones y de su personal, aumentando así los costos de producción. Por añadidura la reposición mayor serán probablemente imprescindibles después de una avería, y a menos que se disponga al momento de un repuesto, se alarga el período de merma de la productividad del medio y, en consecuencia, aumenta la magnitud de los efectos adversos en cuanto a los costos en todos los medios que mantienen vinculación con ellos.

PLANEACION

Se puede definir como el uso de un método sistemático organizado de analizar el trabajo de distribuirlo en forma tal, que materiales y mano de obra sean utilizados óptimamente.

PROGRAMACION

Se define como la determinación apropiada de cuándo cada parte del trabajo planeado debe ser hecho, tomado en consideración la necesidad del equipo, materiales y mano de obra disponible.

La planeación y programación permiten hacer cualquier trabajo de mantenimiento con el menor tiempo de inutilización del equipo y además manejar los trabajos bajo un orden de prioridad.

LUBRICACION GENERAL

Un buen mantenimiento mecánico, depende principalmente de una buena lubricación y la razón que se tiene para afirmarlo, es por demás simple. Todas las máquinas están constituidas por los mismos elementos mecánicos, (poleas, engranes, chumaceras, cadenas, etc.) únicamente diferenciados por su tipo, forma, material de que están hechos y condiciones de trabajo, (medio ambiente, potencia, velocidad, etc.) más para cualquiera de los casos siempre será factor determinante de su funcionamiento y durabilidad el mantenerlos debidamente lubricados.

Así mismo un buen mantenimiento eléctrico se logra mediante una labor predictiva programada.

ALMACENAMIENTO DE LOS LUBRICANTES

Que el almacén de lubricantes sea limpio, adecuado, seguro y provisto de un equipo de manipulación apropiado resulta esencial para una empresa con buen mantenimiento.

No es necesario que la instalación sea complicada y/o cara, pero debe estar provista del espacio suficiente para almacenar los lubricantes necesarios para mantener a la fábrica en funcionamiento y debe permitir un fácil acceso a los distintos recipientes.

TIPOS Y CANTIDADES DE LUBRICANTE QUE SE DEBERAN TENER EN ALMACEN.

<u>No.</u>		<u>cantidad en lts.</u>		<u>uso.</u>
		<u>min.</u>	<u>max.</u>	
1	SEA 10	19	38	guías deslizantes, puntos de engrase, husillos portamuelas.
2	SEA 30	38	76	cajas de engranes, tornillos sinfin.

También se deberá contar con grasa de uso común, min. 7 Kg, - max. 18 Kg., su uso será principalmente para baleros no lubricados con aceite, por encontrarse fuera de receptáculos es tancos.

El tipo y uso de los lubricantes es determinado por el fabricante de la maquinaria.

CAPITULO II.- CLASIFICACION DE LA MAQUINARIA
Y EQUIPO.

- Clasificación de la maquinaria y equipo.
- Proceso de fabricación de la - bomba.

CLASIFICACION DE LA MAQUINA-
RIA Y EQUIPO.

El conocimiento de la cantidad y tipo de maquinaria y equipo de que se dispone, es fundamental para la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo. Es decir que se requiere primero saber con que se cuenta para luego ver las formas convenientes de brindar la atención requerida a cada equipo, además, para que haya una organización funcional se requiere haya cierto orden, es por ello que se procedió a clasificar y ordenar la maquinaria y equipo existentes.

Para lo anterior se establecieron los lineamientos siguientes:

- 1.- La maquinaria se agrupó en tipos específicos similares que permitan su identificación en lo general y que con ello se programe un mantenimiento preventivo que comprenda a cada tipo de maquinaria.
- 2.- Se procuró seguir una clasificación centesimal, estableciendo series progresivas de cien números que comprendan a cada tipo de maquinaria y equipo existente.

CATALOGO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

<u>SERIE</u>	<u>DESCRIPCION</u>
100	Tornos
200	Fresadoras
300	Cepillos
400	Taladros
500	Machueladora
600	Generadoras
700	Esmeriles
800	Afiladora
900	Segueta Mecánica
1000	Compresor
1100	Motores
1200	Switches
1300	Prensa
1400	Báscula

DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO

SERIE 100 TORNOS

101

Torno de cambio rápido.

Se le llama de esta manera porque puede hacer roscas de distintos hilos por pulgada sin necesidad de cambiarle los engranes manualmente, -- sino que se hace por medio de sus controles externos.

Este torno maquina las bridas, tornea las caras, las barrena y hace roscas.

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos:	1.80 mts.
Diámetro del husillo:	0.04 mts.
Diámetro de volteo:	0.40 mts.
Capacidad del motor:	1 HP.

102

Torno Marca: ROCKFORD

A los engranes los carea, los barrena y rebaja los dientes hasta una medida un poco mayor a la necesaria; porque la medida exacta se le da en otro torno, y tornea barreno a medida exacta.

A las bridas les tornea las caras, las barreña y les hace las roscas.

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos: 0.70 mts.
Diámetro del husillo: 0.04 mts.
Diámetro de volteo: 0.30 mts.
Capacidad del motor: 1 HP.

103 Torno Marca: PRENTILE BROS.

A las cajas o cuerpo de bomba, las tornea por dentro y también las caras anterior y posterior.

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos: 0.80 mts.
Diámetro del husillo: 0.03 mts.
Diámetro del volteo: 0.40 mts.
Capacidad del motor: 1 HP.

104 Torno Marca: CAPITAN.

Tornea hasta una medida exacta los dientes de los engranes que en otro torno se habían dejado un poco más grandes y los pule.

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos: 1.30 mts.
Diámetro del husillo: 0.03 mts.
Diámetro del volteo: 0.40 mts.

Capacidad del motor: 1 HP.

105 Torno Marca: SOUTH BEND.

Tornea las caras internas de las tapas, hace barrenos para estoperos y también tornea cajas.

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos: 1.50 mts.
Diámetro del husillo: 0.03 mts.
Diámetro de volteo: 0.32 mts.
Capacidad del motor: 1 HP.

106 Torno Marca: FLATHER & CO.

Tornea la parte interna de las cajas y hace centros a flechas.

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos: 0.90 mts.
Diámetro del husillo: 0.03 mts.
Diámetro del volteo: 0.40 mts.
Capacidad del motor: 2 HP.

107 Torno Marca: NATIONAL.

Maquina los estoperos, carea, barrena y rebaja -
diámetro exterior a engranes.

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos: 0.80 mts.
Diámetro del husillo: 0.03 mts.
Diámetro de volteo: 0.32 mts.
Capacidad del motor: 1 HP.

108 Torno Marca: ROMI.

Carea, barrena y rebaja diámetro exterior a engra-
nes y tornea flechas.

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos: 1.80 mts.
Diámetro del husillo: 0.05 mts.
Diámetro del volteo: 0.40 mts.
Capacidad del motor: 2 HP.

109 Torno

Otros tornos rebajan los dientes a los engranes
pero, los dejan un poco más grandes, este torno
termina de rebajarlos hasta su medida exacta y -
también maquina flechas.

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos: 0.96 mts.
Diámetro del husillo: 0.03 mts.
Diámetro del volteo: 0.24 mts.
Capacidad del motor: 1 HP.

110 Torno Marca: ROMI.

Tornea caras internas de las tapas y también tornea cajas.

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos: 2.40 mts.
Diámetro del husillo: 0.08 mts.
Diámetro del volteo: 0.80 mts.
Capacidad del motor: 5 HP.

111 Torno Marca: AHMSA.

Carea, barrena y rebaja el diámetro exterior a los engranes.

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos: 1.00 mts.
Diámetro del husillo: 0.04 mts.
Diámetro del volteo: 0.24 mts.
Capacidad del motor: 1/2 HP.

112 Torno

Máquina estoperos

CARACTERISTICAS:

Distancia entre puntos:	0.80 mts.
Diámetro del husillo:	0.03 mts.
Diámetro del volteo:	0.24 mts.
Capacidad del motor:	1/2 HP.

SERIE 200 FRESADORAS

201 Fresadora Marca: GURRUCHAGA

Da la profundidad de trabajo a los engranes.

CARACTERISTICAS:

Superficie de la mesa	1.1 X 0.250 mts.
Mov. Longitudinal	0.710 mts.
Mov. Transversal	0.250 mts.
Mov. Vertical	0.520 mts.
Capacidad del motor	2. HP.

202 Fresadora MARCA: GLOBE.

Da la profundidad de trabajo a los engranes.

CARACTERISTICAS:

Superficie de la mesa	0.370 X 0.110	mts.
Mov. longitudinal	0.180	mts.
Mov. transversal	0.480	mts.
Capacidad del motor	1/4	HP.

203 Fresadora MARCA: CINCINNATI

Da la profundidad de trabajo a los engranes.

CARACTERISTICAS:

Superficie de la mesa	1.270 X 0.30	mts.
Mov. longitudinal	0.900	mts.
Mov. transversal	0.300	mts.
Mov. vertical	0.600	mts.
Capacidad del motor	3	HP.

204 Fresadora MARCA; BROW & SHARPE.

Da la profundidad de trabajo a los engranes.

CARACTERISTICAS:

Superficie de la mesa	1.400 X 0.29	mts.
Mov. longitudinal	1.100	mts.
Mov. transversal	0.290	mts.
Mov. vertical	0.620	mts.
Capacidad del motor	3	HP.

205 Fresadora MARCA: CINCINNATI

Da la profundidad de trabajo a los engranes.

CARACTERISTICAS:

Superficie de la mesa	0.950 X 0.260	mts.
Mov. longitudinal	0.900	mts.
Mov. transversal	0.260	mts.
Mov. vertical	0.520	mts.
Capacidad del motor	3 HP.	

206 Fresadora MARCA: CINCINATTI.

Da la profundidad de trabajo a los engranes.

CARACTERISTICAS:

Superficie de la mesa	1.590 X 0.39	mts.
Mov. longitudinal	1.200	mts.
Mov. transversal	0.390	mts.
Mov. vertical	0.650	mts.
Capacidad del motor	10 HP.	

SERIE 300 CEPILLOS

301 Cepillo MARCA: FAIR.

Da un cierto espesor a los dientes de los engranes, hace cuñeros a las flechas.

CARACTERISTICAS:

Ancho de la mesa	0.300	mts.
Largo de la mesa	0.420	mts.
Capacidad del motor	2 HP.	

302 Cepillo MARCA: POTTER & JOHNSTON MACH

Da un cierto espesor a los dientes de los engranes, hace cuñeros a las flechas.

CARACTERISTICAS:

Ancho de la mesa 0.400 mts.

Largo de la mesa 0.460 mts.

Capacidad del motor 3 HP.

SERIE 400 TALADROS

401 Taladro MARCA: ARBOGA MASKINER.

Barrena las tapaderas laterales de las cajas, barrena las bridas, barrena la base de la caja y los costados de las cajas donde van las bridas.

CARACTERISTICAS:

Tipo: Sensible.

Capacidad 3/4 plg.

Capacidad del motor 1.5 HP.

402 Taladro MARCA: ARBOGA MASKINER.

Barrena las tapaderas laterales de las cajas - barrena las bridas, barrena la base de la caja y los costados de las cajas donde van las bridas.

CARACTERISTICAS:

Tipo: Sensible

Capacidad 9/16 plg.

Capacidad del motor 1 HP.

403 Taladro MARCA: ATLAS.

Barrena los soportes de las chumaceras.

CARACTERISTICAS:

Tipo: Sensible

Capacidad 1/4 pulg.

Motor 1/2 HP.

SERIE 500 MACHUELADORA (taladro)

501 Machueladora

Tipo: Sensible

Capacidad 1/2 plg.

Capacidad del motor 1/2 HP.

SERIE 600 GENERADORAS

601 Generadora MARCA: PFAUTER

Da terminado a los dientes de los engranes

CARACTERISTICAS:

Largo 2.20 mts.

Ancho 1.70 mts.

Altura 2.00 mts.

Motor 5 HP.

602 Generadora MARCA: PFAUTER

Da terminado a los dientes de los engranes

CARACTERISTICAS:

Largo 2.00 mts.

Ancho 1.70 mts.

Motor 5 HP.

SERIE 700 ESMERILES

- 701 Esmeril MARCA: UNIVERSAL ELECTRIC.
 Para rectificar a mano, afilar buriles.
- Capacidad del motor 1/2 HP.
-
- 702 Esmeril
 Para rectificar a mano, para afilar buriles.
- Capacidad del motor 3/4 HP.
-
- 703 Esmeril
 Para rectificar a mano, para afilar buriles.
- Capacidad del motor 3/4 HP.

SERIE 800 AFILADORA

- 801 Afiladora MARCA: KLINGELNBERG.
- Habilita herramientas para fresadoras y también habilita los cortadores de las generadoras.

CARACTERISTICAS:

Longitud útil	1.00 mts.
Tipo: De hojas circulares	
Ancho útil	0.250 mts.
Diámetro de muela	0.150 mts.
Motor	5 HP.

SERIE 900 SEGUETA MECANICA

901 Segueta mecánica para cortar las flechas.

CARACTERISTICAS:

Tipo: Recíprocante	
Ancho de la cinta	0.03 mts.
Motor	2 HP.

SERIE 1000 COMPRESOR

1001 Compresor

Para pintar las bombas ya armadas.

CARACTERISTICAS:

Capacidad 200 Psi

Medidas:

Largo: 0.80 mts.

ancho: 0.750 mts.

Motor

3/4 HP.

SERIE 1100 MOTORES ELECTRICOS.

1101	Motor eléctrico del torno (101)
1102	Motor eléctrico del torno (102)
1103	Motor eléctrico del torno (103)
1104	Motor eléctrico del torno (104)
1105	Motor eléctrico del torno (105)
1106	Motor eléctrico del torno (106)
1107	Motor eléctrico del torno (107)
1108	Motor eléctrico del torno (108)
1109	Motor eléctrico del torno (109)
1110	Motor eléctrico del torno (110)

1111	Motor eléctrico del torno	(111)
1112	Motor eléctrico del torno	(112)
1113	Motor eléctrico de la fresadora	(201)
1114	Motor eléctrico de la fresadora	(202)
1115	Motor eléctrico de la fresadora	(203)
1116	Motor eléctrico de la fresadora	(204)
1117	Motor eléctrico de la fresadora	(205)
1118	Motor eléctrico de la fresadora	(206)
1119	Motor eléctrico del cepillo	(301)
1120	Motor eléctrico del cepillo	(302)
1121	Motor eléctrico del taladro	(401)
1122	Motor eléctrico del taladro	(402)
1123	Motor eléctrico del taladro	(403)
1124	Motor eléctrico de la machueladora	(501)
1125	Motor eléctrico de la generadora	(601)
1126	Motor eléctrico de la generadora	(602)
1127	Motor eléctrico del esmeril	(701)
1128	Motor eléctrico del esmeril	(702)
1129	Motor eléctrico del esmeril	(703)
1130	Motor eléctrico de la afiladora	(801)
1131	Motor eléctrico de la sierra mec.	(901)
1132	Motor eléctrico del compresor	(1001)

SERIE 1200 SWITCHES.

1201	Switch del motor (1101) para el torno	(101)
1202	Switch del motor (1102) para el torno	(102)
1203	Switch del motor (1103) para el torno	(103)
1204	Switch del motor (1104) para el torno	(104)
1205	Switch del motor (1105) para el torno	(105)
1206	Switch del motor (1106) para el torno	(106)
1207	Switch del motor (1107) para el torno	(107)
1208	Switch del motor (1108) para el torno	(108)
1209	Switch del motor (1109) para el torno	(109)
1210	Switch del motor (1110) para el torno	(110)

1211	Switch del motor (1111) para el torno	(111)
1212	Switch del motor (1112) para el torno	(112)
1213	Switch del motor (1113) para la fresadora	(201)
1214	Switch del motor (1114) para la fresadora	(202)
1215	Switch del motor (1115) para la fresadora	(203)
1216	Switch del motor (1116) para la fresadora	(204)
1217	Switch del motor (1117) para la fresadora	(205)
1218	Switch del motor (1118) para la fresadora	(206)
1219	Switch del motor (1119) para el cepillo	(301)
1220	Switch del motor (1120) para el cepillo	(302)
1221	Switch del motor (1121) para el taladro	(401)
1222	Switch del motor (1122) para el taladro	(402)
1223	Switch del motor (1123) para el taladro	(403)
1224	Switch del motor (1124) para la machueladora	(901)
1225	Switch del motor (1125) para la generadora	(601)
1226	Switch del motor (1126) para la generadora	(602)
1227	Switch del motor (1127) para el esmeril	(701)
1228	Switch del motor (1128) para el esmeril	(702)
1229	Switch del motor (1129) para el esmeril	(703)
1230	Switch del motor (1130) para la afiladora	(801)
1231	Switch del motor (1131) para la sierra	(901)
1232	Switch del motor (1132) para el compresor	(001)

SERIE 1300 PRENSA.

1301

Prensa

Para hacer cuñeros a engranes y para ensamblar las flechas en los engranes.

CARACTERISTICAS:

Tipo de estructura: De banco

Tipo de movimiento de corredera: De manivela

SERIE 1400 BASCULA.

1401

Báscula MARCA: FAIR BANKS-MORSE

Se utiliza para pesar toda la fundición que se compra en la fábrica.

Capacidad: 500 Kgs.

PROCESO DE MAQUINADO

La empresa fabrica bombas rotatorias de engranes externos, que se utilizan:

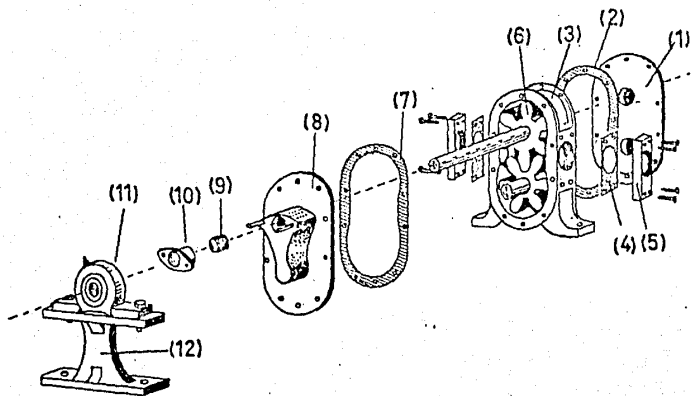
En la fabricación de artículos de plástico, hule, fibra de vidrio, resina y en general artículos en los que sea indispensable que sean moldeados en caliente, se hacen circular aceites térmicos para mantener la temperatura indicada en las prensas o moldes que se estén utilizando.

Para la alimentación de asfaltos a quemadores que producen altas temperaturas y que por lo tanto el combustible requiere que sea inyectado a presión para lograr un rendimiento bastante aceptable.

En las industrias jaboneras, en las que se trabaja principalmente a partir de líquidos que están en movimiento constante - de un departamento a otro para cumplir con los distintos proce sos de elaboración.

En las plantas donde se elaboran grasas minerales o bien, se - procede a recuperar aceites minerales quemados, y que deben - circular por serpentines de calentamiento, filtros, prensas, - para su envasado final.

Otras más de las aplicaciones industriales, típicas para las - bombas rotatorias de engranes externos, incluyen el paso de lí quidos en procesos químicos, lubricación a presión, pinturas a presión, manejos de grasas vegetales y animales, para la apli cación por aspersión de herbicidas e insecticidas en la agri cultura y un gran número de servicios que darían origen a una larga lista si se tratara de enumerar uno a uno todos ellos.



ESCULA DE INGENIERIA U. A. G.

FRANCISCO JAVIER GAMAS LUNA

PARTES DE LA BOMBA

TESIS PROFESIONAL

LAMINA No. 1

PARTES DE LA BOMBA

- 1.- Tapa posterior
- 2.- Empaque tapa posterior
- 3.- Cuerpo de bomba
- 4.- Empaque para brida
- 5.- Brida
- 6.- Juego de engranes
- 7.- Empaque tapa anterior
- 8.- Tapa anterior
- 9.- Empaque de teflón
- 10.- Estopero
- 11.- Chumacera embalada
- 12.- Soporte para chumacera

* Ver lámina 1.

Con excepción de las flechas de los engranes que son de cold rolled, todas las piezas componentes de la bomba son de fundición, siendo de fierro vaciado las tapas, carcaza, bridas, engranes y soporte exterior y de bronce el prensa estopa.

A continuación se verán las operaciones a las que deberán ser sometidas cada una de las piezas componentes de la bomba rotatoria de engranes externos en cuestión, hasta que queden terminadas para el armado final, que será la última operación para proceder a incorporar la unidad que proporcionará la fuerza motriz.

ENGRANES:

Una vez montados éstos en un chuck serán torneados en sus bases transversales al eje de giro y se dejará margen suficiente para que, al ensamblar todas las piezas componentes de la bomba, se pueda hacer el ajuste final de acuerdo con la carcasa que los alojará. En esta misma posición se harán los calibres en los que se introducirán las flechas de cold-rolled. A continuación los engranes son torneados en su círculo exterior hasta darle la medida correspondiente a su diámetro. Una vez concluido esto, pasarán a ser fresados y cepillados en sus dientes.

Esta operación requerirá de cierta precisión, ya que de aquí depende el buen funcionamiento de la bomba al lograr un buen engranaje entre el par de rotores.

Finalmente se procederá a abrir el cuñero en el engrane motoriz, así como a su respectiva flecha y, por medio de una prensa de manivela las flechas serán introducidas en los engranes, pues como se dijo anteriormente esto deberá hacerse en forma justa.

CARCAZA:

Primeramente se tornearán las caras sobre las que sentarán las tapas dandoseles el mejor terminado posible para obtener un cierre hermético y cuidando que sean perfectamente paralelas entre si. Seguidamente, se tornearán los costados en donde se colocarán las bridas y con una plantilla se trazarán los barrenos para colocar los tornillos que sostendrán a las bridas y, se hará barreno para el líquido. Después se tornearán las cavidades que alojarán al par de engranes. Hecho esto se cepillarán las patas sobre las que se habrá de parar la bomba.

El siguiente paso a dar en esta pieza de la bomba, será abrir los barrenos que posteriormente serán machueleados para así, sujetar las tapas por medio de tornillos. Para hacer estos barrenos primeramente deberán trazarse sobre una plantilla o molde y así basandose en esto, se marcarán en ambas caras de la carcaza, obteniendo de esta manera simetría entre sí. De igual manera se procederá en los costados de la caja para hacer las cavidades que alojarán los tornillos de sujeción para las bridas.

TAPAS:

Primeramente se tornearán las superficies que asientan contra la carcaza dándoles también el mejor terminado para de esta manera lograr que sea fácil un buen cierre.

Seguidamente, utilizando la plantilla que se usará para marcar los barrenos de la carcaza, se marcarán estos en los laterales. Después, en la tapa posterior se abren los alojamientos de los baleros sobre los que rodarán las flechas de los engranes. En la tapa delantera se abre el barreno donde se alojará el prensa-estópero.

Finalmente, para la colocación de los birlos que sirven para ajustar, el prensa-estopero se abren dos barrenos en el estopero y posteriormente pasan a machelarse.

PRENSA-ESTOPA:

Esta pieza se trabaja en el torno para dar el calibre indicado para que pase la flecha motriz al exterior de la bomba así mismo se le dará el diámetro exterior necesario para que se pueda introducir en el estopero y prensar el empaque que impide escape al exterior el líquido que se esté bombeando. Posteriormente al torneado, se abren los barrenos por los que pasan los birlos de ajuste.

BRIDAS:

Estas son torneadas en las caras que se asientan contra los costados de la carcaza, después, también con torno se hace la rosca al orificio central, en donde se conectan las tuberías de succión y descarga. En esta operación, primeramente, se da a los orificios un diámetro de terminado y a partir de aquí, se abren las roscas.

Finalmente, utilizando la misma plantilla que sirvió para la

carcaza, se marca la posición en que irán los barrenos para los tornillos que unirán a las bridas con la caja.

SOPORTE EXTERIOR:

Estas piezas son cepilladas en las caras, en donde se sienta el mismo soporte y también donde se sienta la chumacera. Seguidamente con una plantilla se marcan los barrenos para los tornillos que sujetarán la chumacera y también los barrenos que sujetarán al soporte en la estructura que sostendrá a la bomba.

FLECHA:

Primeramente se procederá a cortar la flecha a la medida requerida. Enseguida se tornearán los extremos y, después se hará el cuñero. Esta es la última operación antes de proceder al ensamble.

ENSAMBLE DE LA BOMBA.

Para proceder al armado de la bomba, primeramente se hará el ajuste de los ENGRANES de acuerdo con los calibres hechos en el interior de la caraza, ya que de ser necesario, el diámetro exterior de los engranes deberá ser reducido algunos milésimas de pulgada para permitir que giren libremente dentro de la caja. También deberá ajustarse el ancho de los engranes y para dar el ancho definitivo a los engranes, se tomará en cuenta el ancho que quedó en la carcaza después de ser atorneada y el grueso de los empaques que habrán de colocarse entre las tapas y la carcaza para obtener mayor seguridad de que será hermético el cierre entre éstas.

Finalmente para que los ENGRANES queden en condiciones de ser INCORPORADAS AL CONJUNTO, se deberán colocar en posición de trabajo.

A continuación se prepararán las tapas de la caja colocando los baleros en los que rodarán las flechas, de los engranes, dentro de sus respectivas cavidades en los mamelones. Estos baleros deberán entrar en forma ajustada para evitar que giren al encontrarse los engranes rotores en movimiento.

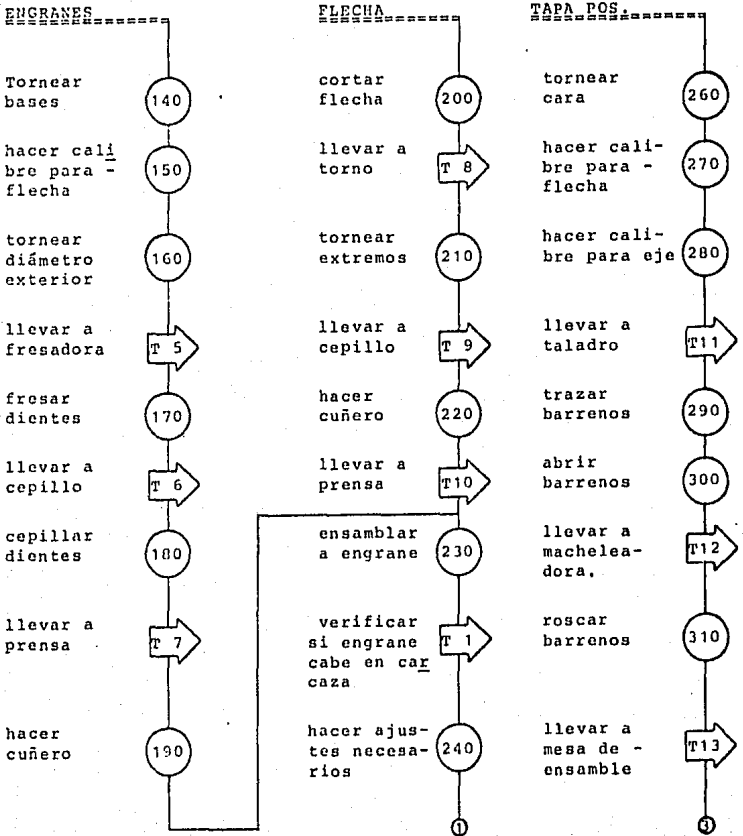
Hecho esto, se procederá a incorporar los engranes al interior de la carcaza y colocar las tapas con sus respectivos empaques. Al hacer esta maniobra, deberá evitarse que los empaques sufran alguna rotura ya que de suceder esto, habrá fugas de líquido al estarse bombeando éste.

Las bridas podrán ser colocadas antes o después de la operación anterior, ya que no influyen en nada en su correcta ejecución. También será indispensable cuidar de la correcta colocación de los empaques entre las bridas y los costados de la carcaza, para quitar las fugas de líquido, o bien, entradas de aire.

El empaçado del estopero se hará con anillos hechos con cordón cuadrado de teflón. Una vez colocados los anillos alrededor de la flecha motriz y dentro del estopero, serán apriados con el prensaestopa la cual deberá hacerse en forma suave.

FINALMENTE, se procederá a hacer el ajuste de la altura del pedestal que habrá de soportar la chumacera embalada que se vaya a utilizar.

DIAGRAMA DEL PROCESO



TAPA ANTERIOR

BRIDAS

PRENSA ESTOPA

tornear cara
cara

350

tornear cara
que asienta
en carcaza

430

tornear orifi-
cio para fle-
cha.

500

hacer cali-
bre para --
flecha

360

roscar ori-
ficio cen-
tral

440

tornear diá-
metro exte-
rior

510

hacer cali-
bre para eje

370

llevar a ta-
ladro

T17

inspección a -
diámetro exte-
rior.

I 2

llevar a ta-
ladro

T14

trazar barre-
nos

450

llevar a ta-
ladro

T20

trazar barre-
nos

380

abrir barre-
nos

460

trazar barrenos

520

abrir barre-
nos

390

a machuelea-
dora

T18

abrir barrenos

530

llevar a ma-
chueleadora

T11

hacer roscas

470

a machueleadora

T21

hacer roscas

400

a mesa de en-
samble

T19

hacer roscas

540

a mesa de en-
samble

T16

colocar
empaques

480

a mesa de ensam-
ble

T22

4

5

6

SOPORTE

cepillar cara superior

570

cepillar cara inferior

580

llevar a taladro

T23

trazar barrenos para chumacera

590

barrenas

600

trazar barrenos de base

610

barrenar

620

a machueledora

T24

hacer roscas de cara sup. y base

630

7

CARCAZA

tornear cara anterior

010

tornear cara pos.

020

tornear un costado

030

trazar barrenos

040

hacer barrenos para líquido.

050

tornear otro costado

060

trazar barrenos

070

hacer barrenos para líquido

080

tornear cavidades que alojan engranes

090

8

a cepillo

T1

cepillar patas

100

a taladro

T2

trazar barrenos a caras y patas

110

hacer barrenos

120

a machueledora

T3

roscar barrenos de caras y costados

130

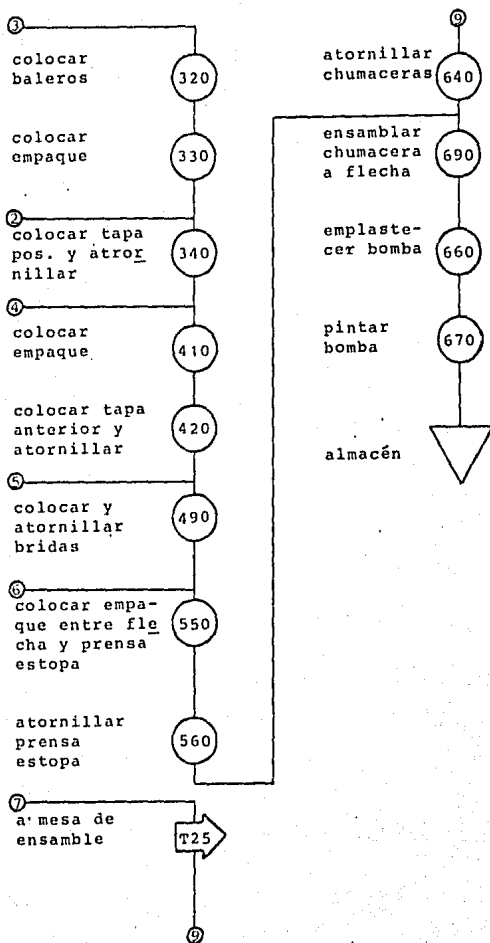
a mesa de ensamble

T4

colocar engranes a carcaza

250

2



CAPITULO III.- DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

- Localización y corrección de anomalías
- Diseño del programa de mantenimiento preventivo.

LOCALIZACION Y CORRECCION DE ANOMALIAS

En muchas máquinas herramientas se desarrollan defectos, durante su período normal de vida, los cuales pueden atribuirse al desgaste y, a veces, al uso incorrecto y al mal diseño.

En el funcionamiento de estas máquinas, son factores importantes la fortaleza y la rigidez de las bancadas y de los cojinetes. Los dispositivos de sujeción y las herramientas de corte pueden contribuir a los acabados deficientes y las imperfecciones.

Cuando surgen defectos que ocasionan vibraciones e inexactitudes, a veces es difícil localizar las causas. La lista siguiente menciona las partes de las máquinas en que es más probable que se produzcan defectos y va seguida de explicaciones detalladas sobre el modo de corregirlos:

- a) Husillos principales;
- b) Cimentaciones de las máquinas;
- c) Engranajes;
- d) Parte hidráulica;

Husillos principales (árboles)

Si se presentan vibraciones en el funcionamiento de máquinas herramientas pesadas, tales como los tornos, la causa más frecuente será un excesivo juego radial en los cojinetes del husillo principal. Debe permitirse que el árbol alcance la temperatura de trabajo y entonces verificarlo por elevación, mediante la colocación de una barra en la parte inferior y haciendo una suave acción de palanca hacia arriba. Un comparador, colocado encima y en contacto con la parte superior del husillo, indicará la magnitud de la elevación o juego libre. Es importante que la elevación indicada por este método no sea el resultado de una presión excesiva, cuya aplicación ha ya causado la flexión del árbol. Si se hacen varias comprobaciones por separado, antes de tomar una decisión, no habrá ninguna confusión entre la elevación del árbol y su flexión.

Si el juego es superior a 0.01 mm. (0,0004"), deben corregirse los cojinetes.

Cimentaciones de las máquinas.

Para la correcta nivelación de cada máquina es necesario utilizar un nivel de precisión, y hay que asegurarse muy bien de que la máquina queda emplazada sólidamente una vez nivelada. Frecuentemente, no es necesario anclar las máquinas mediante pernos; así ocurre con los tornos de tamaño medio, las fresadoras y las rectificadoras. Sólo es preciso disponer bajo su base una capa de mortero, después de la nivelación, y ya no requieren ningún otro tipo de cimentación, siempre que el suelo tenga un espesor mínimo de 230 mm. (9") de hormigón. Las máquinas cuyo peso sobrepase de las diez toneladas precisarán cimentaciones más adecuadas. Sin embargo, siempre que se instalen máquinas herramientas especiales conviene preguntar al constructor que cimentaciones recomienda para su máquina.

Engranes

Los engranes poco ajustados a los árboles tienen tendencia a saltar periódicamente y, por lo tanto, a transmitir movimientos irregulares.

Los pares de engranajes que presentan poca holgura al engrane producen perturbaciones parecidas, y por lo tanto conviene asegurarse de que hay suficiente huego entre los dientes. Los dientes ligeramente dañados (a causa de haber caído materias extrañas entre ellos, por ejemplo), deben repararse mediante pulido con piedra, siempre que sea posible. Los engranajes muy desgastados o dañados constituyen una fuente muy importante de perturbaciones y, en muchos casos, no pueden hacerse otra cosa que sustituirlos. Esta clase de deterioros en los engranajes, va normalmente acompañada de fuerte ruido, por lo que pueden detectarse fácilmente.

Instalación hidráulica

En caso de avería, es preciso inspeccionar sistemáticamente el circuito, empezando por la bomba. No hay que desmontar la instalación al azar.

ADVERTENCIA: NO DEBE INTENTARSE DESMONTAR LAS UNIDADES, ETC., CON LA BOMBA EN FUNCIONAMIENTO.

Una vez localizada la unidad defectuosa y separada del circuito, conviene asegurarse de que el suministro de aceite no puede ser puesto en marcha. Debe evitarse el uso de algodón y materiales similares para limpiar cualquier parte de la instalación.

Han de inspeccionarse los pernos de montaje de todas las unidades, en períodos regulares. En todas las unidades deben estar bien apretados, especialmente en las correspondientes a los sistemas de alta presión.

DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

En base al estudio de las características propias de la maquinaria y equipo, a los datos recabados, experiencia del personal encargado y necesidades específicas de la empresa, se diseñó el Programa de Mantenimiento Preventivo que a continuación se presenta:

SERIE 100 TORNOS

PARTES A REVISAR:

- 1.- Bancada
- 2.- Caja de engranes
- 3.- Engranes
- 4.- Rodamientos

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- 1.- Bancada. Se procederá a la limpieza de la bancada y se lubricará una vez por día.
- 2.- Caja de engranes. Se revisará el nivel de aceite.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL

- 1.- Banca. Se procederá a la limpieza de la bancada y se lubricará.
- 2.- Caja de engranes. Se revisará el nivel del aceite.
- 3.- Engranes. Se verificará que no haya desgaste excesivo en los engranes.
- 4.- Bandas. Se verificará el estado de las bandas.
- 5.- Verificar que no haya calentamiento, vibraciones o ruidos excesivos en los rodamientos.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- 1.- Verificar el nivel de aceite.
- 2.- Llenar los puntos de engrase.
- 3.- Limpiar todas las partes cubiertas de grasa y en particular, las guías deslizantes.
- 4.- Engrasar de nuevo las partes indicadas.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 200 FRESADORAS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- 1.- Verificar el nivel de aceite
- 2.- Llenar los puntos de engrase.
- 3.- Limpiar todas las partes cubiertas de grasa y en particular, las guías deslizantes.
- 4.- Engrasar de nuevo las partes indicadas.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL

- 1.- Verificar el nivel de aceite.
- 2.- Llenar los puntos de engrase
- 3.- Limpiar todas las partes cubiertas de grasa y en particular las guías deslizantes.
- 4.- Engrasar de nuevo las partes indicadas.
- 5.- Verificar que no haya desgaste excesivo en los engranes.
- 6.- Verificar que no haya calentamiento, vibraciones o ruidos excesivos en los rodamientos.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 300 CEPILLOS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- 1.- Verificar el nivel de aceite
- 2.- Llenar los puntos de engrase
- 3.- Limpiar todas las partes cubiertas de grasa y en particular las guías deslizantes.
- 4.- Engrasar de nuevo las partes indicadas.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL

- 1.- Verificar el nivel de aceite
- 2.- Llenar diariamente los puntos de engrase.
- 3.- Limpiar todas las partes cubiertas de grasa y en particular las guías deslizantes.
- 4.- Engrasar de nuevo las partes indicadas.
- 5.- Verificar que no haya desgaste excesivo en las bandas.
- 6.- Se verificará que no haya desgaste excesivo en los engranes.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 400 TALADROS

Partes a révisar:

- 1.- Rodamientos
- 2.- Engranés

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- 1.- Se procederá a la limpieza del aparato una vez por día.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL

- 1.- Se procederá a la limpieza del aparato.
- 2.- Se verificará que los rodamientos estén bien lubricados.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL

- 1.- Se procederá a la limpieza del aparato.
- 2.- Se verificará que los rodamientos estén bien lubricados.
- 3.- Se verificará que no haya desgaste excesivo en los engranes.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 500 MACHUELADORA

Partes a revisar:

- 1.- Rodamientos
- 2.- Engranes

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- 1.- Se procederá a la limpieza del aparato una vez por día.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL

- 1.- Se procederá a la limpieza del aparato.
- 2.- Se verificará que los rodamientos estén bien lubricados.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL

- 1.- Se procederá a la limpieza del aparato.
- 2.- Se verificará que los rodamientos estén bien lubricados
- 3.- Se verificará que no haya desgaste excesivo en los engranes.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 600 GENERADORAS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- 1.- Se procederá a la limpieza de la máquina.
- 2.- Llenar diariamente los puntos de engrase.
- 3.- Verificar el nivel de aceite.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL

- 1.- Se procederá a la limpieza de la máquina.
- 2.- Llenar los puntos de engrase.
- 3.- Verificar el nivel de aceite.
- 4.- Verificar que no haya desgaste excesivo en los engranes.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 700 ESMERILES

Partes a revisar:

- 1.- Rodamientos
- 2.- Sistema de transmisión
- 3.- Anclaje y tornillos.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- 1.- Rodamientos. Se verificará que los rodamientos estén correctamente lubricados.
- 2.- Vibraciones y ruidos. Se verificará que no haya calentamiento, vibraciones y ruidos en los rodamientos y cuerpo de la máquina.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO QUINCENAL

- 1.- Se verificará que los rodamientos estén correctamente lubricados.
- 2.- Vibraciones y ruidos. Se verificará que no haya calentamiento, vibraciones y ruidos en los rodamientos y cuerpo de la máquina-
- 3.- Sistema de transmisión. Se verificará que no haya desgaste excesivo en poleas y bandas.
- 4.- Anclaje y tornillos. Se verificará que las tuercas y tornillos estén bien apretados.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 800 AFILADORA

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- 1.- Llenar diariamente los puntos de engrase
- 2.- Verificar el nivel de aceite.
- 3.- Limpiar todas las partes cubiertas de grasa y en particular las guías deslizantes.
- 4.- Engrasar de nuevo las partes indicadas.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL

- 1.- Llenar los puntos de engrase.
- 2.- Verificar el nivel de aceite.
- 3.- Limpiar todas las partes cubiertas de grasa y en particular las guías deslizantes.
- 4.- Engrasar de nuevo las partes indicadas.
- 5.- Se verificará que no haya desgaste excesivo en los engranes.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 900 SEGUETA MECANICA

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- 1.- Llenar diariamente los puntos de engrase
- 2.- Limpiar las partes en las que queden viruetas del material que se corta.
- 3.- Verificar el nivel de aceite.
- 4.- Verificar el filo de la segueta.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL

- 1.- Llenar los puntos de engrase.
- 2.- Limpiar las partes en las que queden virutas del material que se corta.
- 3.- Verificar el nivel del aceite
- 4.- Verificar el filo de la sierra.
- 5.- Se verificará que no haya desgaste excesivo en los engranes.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 1000 COMPRESOR.

Partes a revisar:

- 1.- Cabeza del compresor
- 2.- Bandas
- 3.- Limpieza de filtros

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- 1.- Lubricación. Una vez por día se revisará que el nivel de aceite lubricante esté a su altura correcta; adicionando cuando sea necesario o bien drenando el remanente del -- mismo en caso de estar excedido.
- 2.- Vibraciones y ruidos. Una vez por día se observará su -- funcionamiento a fin de apreciar posibles vibraciones, - golpeteos, ruidos o calentamientos anormales.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL

- 1.- Lubricación. Se revisará que el nivel de aceite lubrican te esté a su altura correcta.
- 2.- Vibraciones y ruidos. Una vez por día se observará su fun cionamiento a fin de apreciar posibles vibraciones, golpe teos, ruidos o calentamientos anormales.
- 3.- Cabeza del compresor. Se verificará que no haya tornillos ni partes flojas o sueltas, reapretando todos los torni-- llos y comprobando que no haya fugas por los empaques.
- 4.- Bandas. Se verificará la tensión correcta de las bandas y el aliniamiento de las poleas.
- 5.- Limpieza de filtros. Se quitarán los filtros de aire y se lavarán perfectamente con petróleo; hecho lo anterior se sumergirán en aceite, procediendo a colocarlo nuevamente.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL

- 1.- Cambio de aceite. Se procederá al cambio de aceite.
- 2.- Vibraciones y ruidos. Se observará su funcionamiento a fin de apreciar posibles vibraciones, golpeteos, ruidos o calentamientos anormales.
- 3.- Cabeza del compresor. Se verificará que no haya tornillos ni partes flojas o sueltas, reapretando todos los tornillos y comprobando que no haya fugas en los empaques.
- 4.- Bandas. Se verificará la tensión correcta de las bandas y el aliniamiento de las poleas.
- 5.- Limpieza de filtros. Se quitarán los filtros de aire y se lavarán perfectamente con petróleo; hecho lo anterior se sumergirán en aceite, procediendo a colocarlo nuevamente.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 1100 MOTORES ELECTRICOS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO QUINCENAL

- 1.- Lubricación. Se verificará que las chumaceras y rodamientos estén correctamente lubricados, de no estar, proceder a lubricar.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL

- 1.- Extraer, mediante aire comprimido, toda la suciedad o el polvo que se hayan acumulado. Al realizar esto, conviene colocar la boquilla lejos de las aberturas, para impedir que el polvo sea arrastrado hacia el interior del motor. Cuando se usa una conducción de aire comprimido, es importante asegurarse de que no hay agua condensada en la tubería, la cual podría dirigirse hacia el motor. Extraer -- cuidadosamente el polvo desde el interior del motor hacia cada una de las aberturas extremas.
- 2.- Los cojinetes muy desgastados pueden hacer que el rotor - frote contra el estator. Comprobar que no se produce elevación del eje del motor, al aplicar una ligera acción de palanca, con una barra, debajo del eje. Si es necesario se sustituirán los cojinetes.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL

- 1.- Inspeccionar el colector, los dispositivos de las escobillas y los anillos colectores. Limpiar todas las superficies de contacto. Las escobillas deben conservarse limpias de polvo de cobre y de carbón. Este polvo debe disminuir hasta prácticamente desaparecer.

Las escobillas han de moverse libremente en sus alojamientos y, si es preciso sustituir una escobilla, debe seleccionarse una de calidad adecuada para el cambio. Es preciso comprobar el colector para observar su estado y ver su grado de desgaste. Si este se considera excesivo, es necesario realizar un exámen más detenido. A continuación hay que examinar las ranuras entre los segmentos para detectar posibles obstrucciones debia parafinas o aceite. Cuando se limpian las ranuras entre segmentos, debe tenerse la precaución de no dañar la superficie del conmutador.

Los anillos colectores precisan muy pocos cuidados, excepto -- las permutaciones y limpiezas periódicas. La permutación puede hacerse en las conexiones de los soportes de escobillas, es to asegurará el desgaste uniforme de los anillos.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 1200 SWITCHES

MANTENIMIENTO PREVENTIVO QUINCENAL

1.- Se apretarán los tornillos.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL

- 1.- Se apretarán los tornillos.
- 2.- Se verificará que hagan buen contacto.
- 3.- Se limpiarán con aire.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 1300 PRENSA

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

1.- Se procederá a la limpieza diaria de la prensa.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL

1.- Se procederá a la limpieza de la prensa.

2.- Se lubricarán engrane y cremallera

3.- Se verificará que no haya desgaste excesivo en engrane y en cremallera.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SERIE 1400 BASCULA

Partes a revisar:

1.- Calibración

2.- Limpieza

3.- Pesas

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO

- 1.- Verificar calibración

MANTENIMIENTO PREVENTIVO QUINCENAL

- 1.- Verificar calibración
- 2.- Limpieza de cuchillas, barras y soportes

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL

- 1.- Verificar calibración
- 2.- Limpieza de cuchillas, barras y soportes
- 3.- Se verificará la calibración de las pesas.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL

Se procederá a la revisión general de la unidad y se retocará la pintura.

CAPITULO IV.-ELABORACION DEL CALENDARIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

- Prioridad de maquinaria
- Clave del calendario de M.P.P.
- Estudio de tiempo
- Carga de trabajo mensual promedio del personal de mantenimiento
- Calendario de Mantenimiento Preventivo.
- Tarjeta de informe mec. de máquinas
- Tarjetas de informe elec. de máquinas
- Orden de trabajo
- Organigrama del departamento de Mantenimiento.

ELABORACION DEL CALENDARIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Una parte muy importante de todo Programa de Mantenimiento Preventivo, es el conocimiento con bastante anticipación de cuando es más conveniente para una máquina, a efecto de tener preparado y listo para brindarle atención eficiente a la misma, - igualmente se requiere balancear la carga de trabajo durante todo el año con el fin de aprovechar mejor los recursos humanos disponibles, es por ello que resulta indispensable elaborar un Calendario de Mantenimiento Preventivo que permita la visualización rápida y anticipada de las fechas programadas para cumplir con los cometidos señalados.

<u>No.</u>	<u>clave</u>	<u>descripción</u>	<u>prioridad</u>
1	103	torno prentile Bros.	10
2	106	torno Flather & Co.	10
3	110	torno Romi	10
4	206	fresadora Cincinnati	10
5	301	cepillo Fair	10
6	601	generadora Pfauter	10
7	801	afiladora Klingerberg	9
8	302	cepillo Potter	8
9	602	generadora Pfauter	8
10	401	taladro Arboga Mask	7

Estas máquinas por tener mayor prioridad (siempre deben estar en buenas condiciones) serán las primeras que se someterán a una revisión general, o sea, según el programa de mantenimiento preventivo, el que corresponde al mantenimiento anual.

El resto de las máquinas tienen prioridad menor que 6, por lo que se les dará revisión general hasta después que se haya terminado con las máquinas principales.

De acuerdo a la prioridad de la maquinaria y equipo y al programa expuesto en el capítulo anterior se procedió a la elaboración del calendario de Mantenimiento Preventivo.

Con el fin de darle una forma sencilla de interpretación, se estableció la siguiente clave:

- S.- Mantenimiento Preventivo Semanal
- Q.- Mantenimiento Preventivo Quincenal
- M.- Mantenimiento Preventivo Mensual
- T.- Mantenimiento Preventivo Trimestral
- 6.- Mantenimiento Preventivo Semestral
- A.- Mantenimiento Preventivo Anual

Para cada tipo de maquinaria se procederá a hacer un estudio de tiempos y movimientos con el objeto de realizar los trabajos en el menor tiempo posible.

Se considera que esto sería tema suficiente para otro trabajo como el presente. Sin embargo, por considerarlo de mucho interés, se seleccionó un tipo de maquinaria y se hizo el estudio correspondiente para la serie 100 TORNOS y que aquí se presenta como ejemplo.

Secuencia de operaciones para Mantenimiento Preventivo de cada 3 meses a los tornos:

- 1.- Limpiar torno.
- 2.- Lubricar bancada y puntos de engrase.
- 3.- Verificar engranes.
- 4.- Agregar aceite necesario.
- 5.- Verificar estado de bandas.
- 6.- Verificar rodamientos.

ESTUDIO DE TIEMPO

<u>ELEMENTO</u>	<u>TIEMPO PROM. (MIN)</u>
1.- Limpiar torno.	4.66
2.- Lubricar bancada y puntos de engrase	6.83
3.- Verificar engranes	2.41
4.- Agregar aceite necesario a caja de engranes.	4.50
5.- Verificar estado de bandas.	1.33
6.- Verificar rodamientos	16.16
	<hr/>
Tiempo prom. Total	35.89
Tiempo suplementario (15%)	5.83
	<hr/>
Tiempo tipo	41.27

Personal requerido: 1 mecánico

CARGA DE TRABAJO MENSUAL PROMEDIO DEL PERSONAL DE
MANTENIMIENTO.

TIPO DE MAQUINARIA	H.H. M.P.P. 22 días x 8 hrs.		H.H. M.C. 22 días x 8 hrs.		TOTAL H.H.
	MEC.	ELEC.	MEC.	ELEC.	
	TOPNOS	30	10	20	8
FRENADORAS	26	8	14	6	54
CEPILLOS	18	3	10	4	35
TALADROS	13	7	7	5	32
GENERADORAS	14	8	10	6	38
ESMERILES	6	4	3	4	17
AFILADORA	8	4	6	4	22
SEGUNDA MEC.	8	3	6	2	20
COMPRESOR	8	4	5	3	19
PRENSA	4		2		6
BASCULA	6		2		8
					319

Total hombres = 319 H.H. (22 días x 8 hrs/día) = 1.8 H.

En vista de que a la fecha los trabajos de mantenimiento se efectúan con personal eventual lo cual origina un mantenimiento deficiente; se requiere el establecimiento de una plantilla constituida por personal de planta, la cual se propone en este análisis.

PLANTILLA DE BASE REQUERIDA

1 mecánico
1 electricista

TOTAL:

2 H.

MENS

CALENDARIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

CLAVE	DESCRIPCION	D I C I E N O V E																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		D	J	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L
1104	Margen del torno 104																													
1105	" " " 105																													
1106	" " " 106																													
1107	" " " 107																													
1108	" " " 108																													
1109	" " " 109																													
1110	" " " 110																													
1111	" " " 111																													
1112	" " " 112																													
1113	" de la fresadora 201																													
1114	" " " " 202																													
1115	" " " " 203																													
1116	" " " " 204																													
1117	" " " " 205																													
1118	" " " " 206																													
1119	" del cepillo 301																													
1120	" " " " 302																													
1121	" " " " 401																													
1122	" " " " 402																													
1123	" " " " 403																													
1124	" de la machucadora 501																													
1125	" " " " generadora 601																													
1126	" " " " " 602																													
1127	" " " " " 701																													
1128	" " " " " 702																													
1129	" " " " " 703																													
1130	" " " " " 801																													
1131	" " " " " la sequeta mecánica 901																													
1132	" " " " " del compresor 1001																													
1201	Switch del motor 1101																													
1202	" " " " 1102																													
1203	" " " " 1103																													
1204	" " " " 1104																													
1205	" " " " 1105																													

Todo Programa de Mantenimiento Preventivo requiere perfeccionamiento después de su implantación, es por ello, que se ha decidido operar con el presente, tal y como se ha diseñado durante un período de 6 meses, lapso que servirá para hacer adiciones, modificaciones o supresiones al mismo, y volver a trabajar con él durante otro período igual.

Este trabajo de tesis se considera la primera etapa que es el Mantenimiento Preventivo, Al cabo de un año de trabajar con este Programa de Mantenimiento Preventivo, con la información recabada durante este tiempo y las modificaciones hechas al mismo, se procederá a elaborar un Programa de Mantenimiento Predictivo, en el que se especificará cuándo es más conveniente cambiar las piezas que por predicción se espera que se presente próximamente una falla.

El Mantenimiento Preventivo Diario no se incluye en el calendario, cada operador tendrá por escrito el que le corresponda a la máquina que trabaja.

Es necesario que mientras se lleve a cabo el mantenimiento preventivo, se tome nota y se informe sobre el estado dudoso de algún componente, que podría conducir a una avería si no se remediase. Los formularios que se muestran en las figuras 1.1 y 1.2 llamados, informe mecánico e informe eléctrico de la máquina, se consideran adecuados para este fin.

ORDEN DE TRABAJO

Es necesario utilizar un formulario u hoja impresa para comunicar la naturaleza de cualquier avería al departamento de mantenimiento y, también para que se pueda recoger información.

Para un sistema cuya única exigencia es notificar la avería, y donde está situada, al departamento de mantenimiento será adecuado un formulario parecido al que se muestra en la figura 1.3. Estos formularios detallan el nombre y el número de la máquina

El encargado de la sección proporcionará la información requerida y después pasará el formulario al administrativo del departamento de mantenimiento.

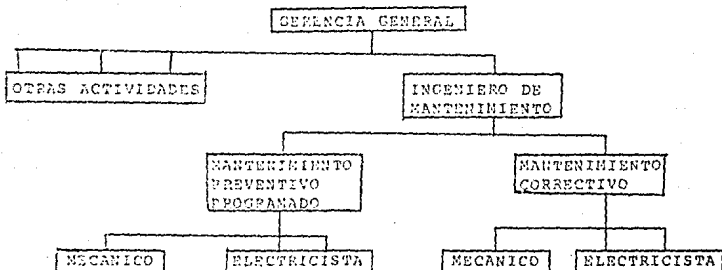
Una vez completa la reparación, el ajustador-montador de mantenimiento debe rellenar las casillas correspondientes a las horas de iniciación y terminación, la causa de la avería y el detalle de todos los recambios usados. El encargado de la sección en que está situada la máquina comprueba que ésta trabaje satisfactoriamente y, finalmente pone su firma en el impreso.

A partir de la información registrada, puede hacerse una valoración exacta del coste de cada avería, por parte de la dirección. También puede establecerse un sistema de registro del historial de cada máquina, y esto no sólo ayudará en la planificación de un programa de reconstrucción, sino que también proporcionará información valiosa en caso de que tenga lugar una repetición de la avería.

ORDEN DE TRABAJO				No.	FECHA Y HR. DE AVERIA.
MAQ. NO.		DESCRIPCION			
DESCRIPCION DE LA AVERIA					FECHA Y HR. PUESTA EN MARCHA
					COSTO DE MANO DE OTRA
FIRMA DEL ENCARGADO					
FECHA	HR. INI.	HR. TER.	TIEMPO	MATERIAL	COSTO MAERIAL
					COSTO TOT.

FIG. 1.3.

ORGANIGRAMA PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO



Gerencia General

El gerente general es el jefe ejecutivo del departamento y sólo será consultado en los casos importantes. En particular, el jefe ejecutivo debe delegar la autoridad necesaria y poner toda su atención a la información referente a los presupuestos y los informes procedentes del personal a su mando.

Ingeniero de Mantenimiento

El ingeniero de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo, será directamente responsable ante el gerente general. Controlará todas las actividades relacionadas con la maquinaria y equipo y de él dependerá el buen funcionamiento del departamento.

Sus obligaciones serán las siguientes:

- a) Reducción del tiempo de avería de las máquinas.
- b) Elaboración y observancia de un eficiente programa de mantenimiento.
- c) Reducción de los costos de mantenimiento, compatible con un alto coeficiente de utilización de las máquinas.
- d) Reducción del tiempo de paro de las máquinas, a un mínimo, mediante una cuidadosa planificación de las pausas de las máquinas.

e) Trabajo continuo de las máquinas clave.

Para el logro de sus objetivos el ingeniero de mantenimiento -
deberá elaborar los procedimientos de coordinación entre las -
diferentes secciones de su departamento y garantizar un buen -
nivel de información y realimentación.

CAPITULO V.- COMPARACION DE COSTOS

- Costos de mantenimiento (actuales)
- Presupuesto de mantenimiento
- Presupuesto del mes de julio al mes de diciembre para el departamento de mantenimiento
- Archivo histórico de las máquinas
- Vida económica de una máquina.

El objetivo fundamental de un Programa de Mantenimiento Preventivo es la reducción de costos. Esta reducción no solo se refiere a que las reparaciones resulten más económicas, sino que también a que la operación de la planta sea más eficiente, y por lo tanto la apreciación de la efectividad de un Programa de Mantenimiento Preventivo en sí, así como los derivados de los costos de producción que de todos modos una planta tiene - aunque una máquina no trabaje, es decir los gastos fijos.

Los tiempos perdidos por reparación en las máquinas afectan -- grandemente los costos de la planta y como es de suponerse se pretende que la fábrica no pare en todo el año.

El cálculo de los costos de mantenimiento aplicando un Programa de Mantenimiento Preventivo y sin él, solo puede determinarse con cierta precisión mediante un registro completo de todos los costos en ambos casos.

Resulta difícil hacer apreciaciones que permitieran hacer una comparación real de los costos, utilizando un Programa de Mantenimiento Preventivo y sin utilizarlo.

Por lo tanto se considera necesario, llevar un registro de los costos incurridos con el objeto de tener los datos suficientes, para que al cabo de un año de aplicación se determinen las ventajas y entonces sí con datos precisos y la experiencia particular adquirida, formular las predicciones convenientes, de los presupuestos designados a la conservación del equipo.

COSTOS DE MANTENIMIENTO (ACTUALES)

Las reparaciones a la maquinaria y equipo se llevan a cabo de la siguiente manera: Si se considera que el operario de la máquina no es capaz de hacer la reparación de una forma eficiente, se contrata gente especializada, pero si se considera que el operario puede hacer un buen trabajo, se le asigna a él la reparación de la máquina.

Los costos actuales de mantenimiento, según datos proporcionados por la empresa donde se realizó la presente tesis, se estiman en un promedio de \$ 288,000.00 (pesos) mensuales. Es decir, que en 6 meses se gasta en mantenimiento aproximadamente \$ 1'728,000.00 (pesos).

PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO

Cada compañía, grande o pequeña, opera según un plan. Cuando el plan está establecido en términos de objetivos financieros y detallados más o menos los medio financieros para alcanzarlos, el plan es conocido como presupuesto. El presupuesto mira al futuro frecuentemente, no siempre, un año desde que sale. Está basado sobre las condiciones financieras esperadas por la compañía después de un período de actividad. El presupuesto es un artificio para control de ingresos y gastos para alcanzar el objetivo previsto y puede ser fijo para el período establecido o puede ser variable en alguna forma, como resultado de variaciones en los ingresos. Principalmente es un instrumento de dirección más que un sistema de contabilidad.

El presupuesto que a continuación se presenta, fué hecho para un período de 6 meses.

PRESUPUESTO DEL MES DE JULIO AL MES DE DICIEMBRE DE 1986

PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.

	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	SUMA
INGENIERO DE MANTENIMIENTO	160,000	168,000	176,400	185,220	194,481	204,205	1'088,306
MANO DE OBRA	130,020	136,521	143,347	150,051	158,040	165,942	883,921
LUBRICANTES	10,400	10,795	11,205	11,631	12,073	12,532	68,636
PINTURA	5,071	- - -	- - -	5,623	5,820	6,024	22,538
VARIOS	18,000	18,900	19,845	20,837	21,879	22,973	122,434
<u>S U M A</u>	323,491	334,216	350,797	373,362	392,293	411,676	2'185,835

VIDA ECONOMICA DE UNA MAQUINA

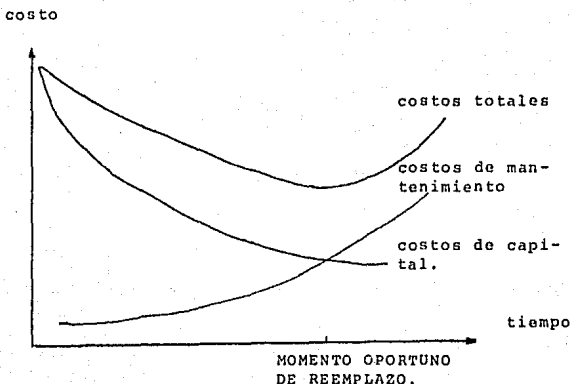
VIDA ECONOMICA.

Es el período durante el cual un equipo dado tiene el costo anual uniforme equivalente más bajo.

Los costos de mantenimiento son menores cuando una máquina es nueva. Aumentan con la edad debido a que se necesita mayor trabajo para mantener un nivel dado de rendimiento. Los costos del capital por lo común son altos en los primeros años de vida de una máquina y disminuyen con la edad.

El período que dé el costo anual mínimo, será el período de la vida económica, debido a que: a) la elevación de los costos indica el momento oportuno para el reemplazamiento del equipo y b) ese reemplazamiento no se llevará a cabo antes de alcanzar el período de menor costo.

El balance económico de mantenimiento toma la forma mostrada en la figura



TORNO 110 MARCA ROMI

AÑO 1980

Descripción	\$ 580,000
Costo total de mtto.	\$ 25,000
Costo anual mtto.	\$ 15,000
<hr/>	
Curva de reemplazo	\$ 620,000

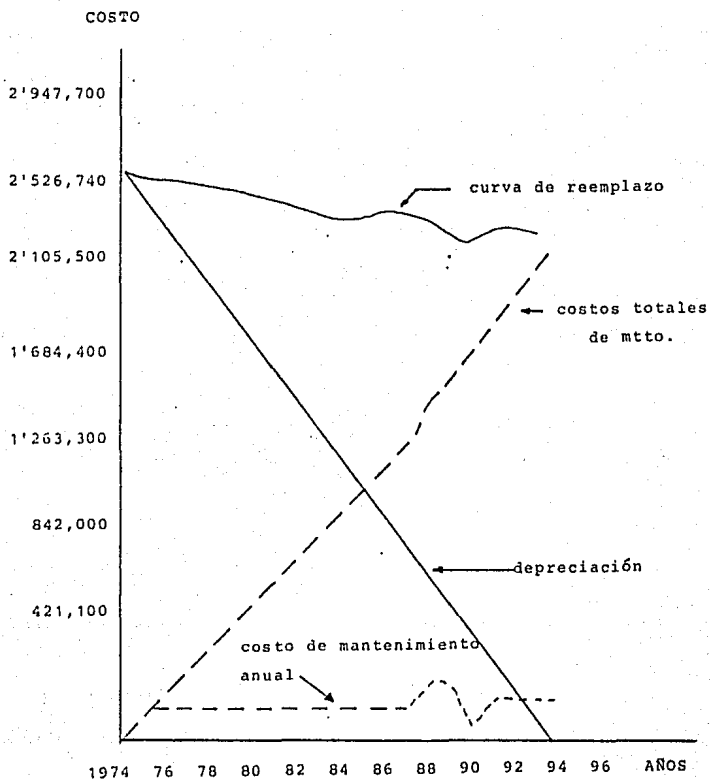
AÑO 1986

Descripción	\$ 230,000
Costo total mtto.	\$ 60,000
Costo anual mtto.	\$ 20,000
<hr/>	
Curva de reemplazo	\$ 310,000

AÑO 1990

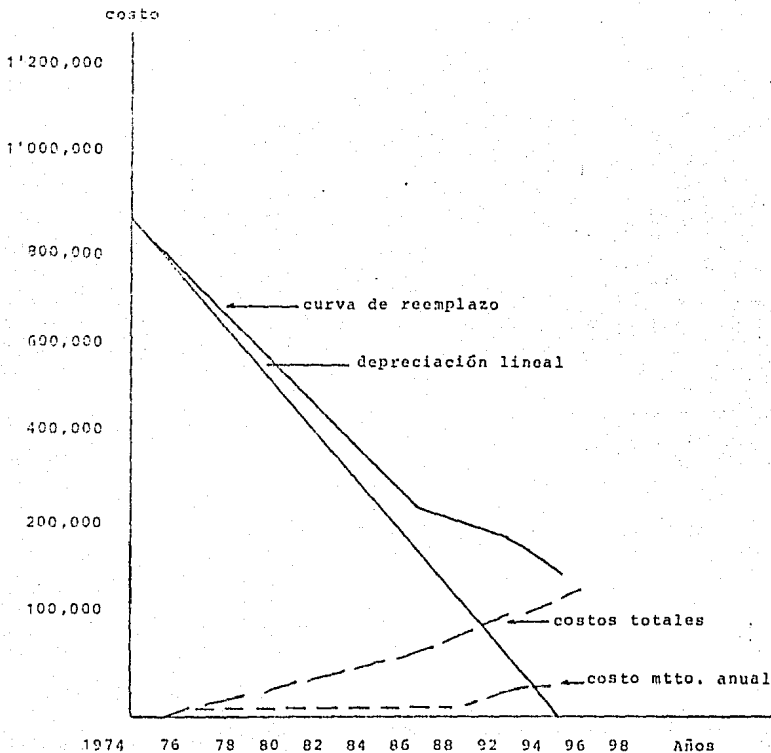
Descripción	\$ 105,000
Costo total mtto.	\$ 100,000
Costo anual mtto.	\$ 25,000
<hr/>	
Curva de reemplazo	\$ 230,000

FRESADORA 206 MARCA CINCINNATI



Los ejemplos siguientes ilustran el período de vida económica de dos máquinas (torno 110 marca Romi y fresadora 206 marca - Cincinnati) a partir de sus costos posibles de mantenimiento.

TORNO 110 MARCA ROMI



FRESADORA 206 MARCA CININNATI

AÑO 1980

Depreciación	\$ 1'790,000
Costo total de mtto.	\$ 600,000
Costo mtto. anual	\$ 120,000
<hr/>	
Curva de reemplazo	\$ 2'510,000

AÑO 1988

Depreciación	\$ 1'450,000
Costo total de mtto.	\$ 760,000
Costo mtto. anual	\$ 200,000
<hr/>	
Curva de reemplazo	\$ 2'410,000

AÑO 1990

Depreciación	\$ 470,000
Costo total de mtto.	\$ 1'790,000
Costo mtto. anual	\$ 50,000
<hr/>	
Curva de rreemplazo	\$ 2'310,000

CAPITULO VI.- CONCLUSIONES.

Toda empresa pretende tener un mínimo de paros en la producción. Esto no se podría lograr satisfactoriamente si se tiene el peligro de que una máquina pueda fallar en cualquier momento. De esta manera se tiene que parar la producción hasta que la máquina quede reparada. Generalmente esto sucede cuando uno menos lo espera y puede ser que de momento no se cuente con la pieza repuesto.

El tener una empresa un sistema de Mantenimiento Preventivo - Programado es de vital importancia para su economía ya que la maquinaria y equipo se conservará en buenas condiciones y por lo tanto existirán menos posibilidades de paro en la producción.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- James L. Riggs.
Sistemas de Producción, Planeación, Análisis y Control.
Editorial Limusa 1976.
- 2.- Porritt y litton.
Mantenimiento y reconstrucción de maquinaria
Editorial Hispano Europea, S.A.
- 3.- Richard C. Vaughn.
Introducción a la Ingeniería Industrial
Editorial Reverté, S.A., 1981
- 4.- Ing. Enrique Dounce V.
La administración en el mantenimiento.
Editorial C.E.C.S.A., 1982
- 5.- Enciclopedia Salvat.