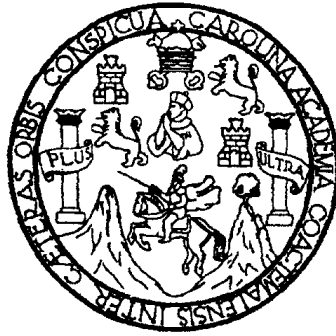


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA MÁQUINAS FRESADORAS DE LA
EMPRESA MAQUINADOS PRECISOS LOARCA”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

WAGNER WILFREDO ROMA MUÑIZ

ASESORADO POR ING. RAÚL EDUARDO LOARCA VELÁSQUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA FEBRERO 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Videz Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Francisco Arrivillaga Ramazzini
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINAS FRESADORAS DE LA EMPRESA MAQUINADOS PRECISOS LOARCA”,

tema que me fuera asignado por la Escuela Ingeniería Mecánica, con fecha 11 de agosto de 2005.

WAGNER WILFREDO ROMA MUÑIZ

ACTO QUE DEDICO A

- DIOS** Ser supremo, por darme vida y por darme las fuerzas a ver mis deseos terminados y por ayudarme a cumplir mis metas.
- MI MADRE** María Josefa Muñoz Díaz, por darme todo su apoyo incondicional para terminar mi carrera y ver tantos sus sueños como los míos cumplidos, que Dios la bendiga por su gran esfuerzo.
- MI ESPOSA** Melissa Raquel Jiménez Mirón de Roma, por todo el amor que me ha brindado en la buenas y las malas y también por todo el apoyo que me brindo para poder graduarme.
- MIS HIJOS** Alessandro, Marjorie y Andruw, por ser el orgullo mas grande de mi vida.
- A MI FAMILIA** Por darme los consejos y el apoyo necesario para lograr mis objetivos en la vida.
- MAQUINADOS
PRECISOS** Por darme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado (E.P.S.). Especialmente al Ing. Raúl Eduardo Loarca Velasquez.
- MIS AMIGOS** Por darme una amistad durante todos los años de estudio en la Universidad, siempre conservaremos una buena amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Información de Máquinas Fresadoras	2
1.1.3. Tipos de Máquinas Fresadoras	8
1.2. Información técnica de las máquinas Fresadoras, de la empresa maquinados	
Precisos	24
1.2.1. Especificaciones y características de la fresadora	
No.1 tipo vertical tamaño #2 marca INDUMA	24
1.2.1.1. Manejo de las partes de la máquina	24
1.2.1.2. Sistema de lubricación	26
1.2.1.3. Caja de engranajes o fajas	26
1.2.1.4. Lista de partes	26
1.2.1.5. Comentario	26
1.2.2. Especificaciones y características de la fresadora	
No.2 tipo vertical tamaño #1 marca RIGIVA	27
1.2.2.1. Manejo de las partes de la máquina	27

1.2.2.2. Sistema de lubricación	29
1.2.2.3. Caja de engranajes o fajas	29
1.2.2.4. Lista de partes	29
1.2.2.5. Comentario	29
1.2.3. Especificaciones y características de la fresadora No.3 tipo vertical tamaño # 1 taladro fresador marca RONG FU	30
1.2.3.1. Manejo de partes de la máquina	30
1.2.3.2. Sistema de lubricación	31
1.2.3.3. Caja de engranajes o fajas	32
1.2.3.4. Lista de partes	32
1.2.3.5. Comentario	32
1.2.4. Especificaciones y características de la fresadora No.4 tipo universal tamaño # 2 marca VIBOS	33
1.2.4.1. Manejo de partes de la máquina	33
1.2.4.2. Sistema de lubricación	35
1.2.4.3. Caja de engranajes o fajas	35
1.2.4.4. Lista de partes	35
1.2.4.5. Comentario	35
1.2.5. Especificaciones y características de la fresadora No.5 tipo vertical tamaño # 2 marca BRIDGEPORT	36
1.2.5.1. Manejo de las artes de la máquina	36
1.2.5.2. Sistema de Lubricación	38
1.2.5.3. Caja de engranajes o fajas	38
1.2.5.4. Lista de partes	38
1.2.5.5. Comentario	38

1.2.6. Especificaciones y características de la fresadora No.6 tipo vertical tamaño # 3 marca DART DL 3F	39
1.2.6.1. Manejo de las partes de la máquina	39
1.2.6.2. Sistema de Lubricación	41
1.2.6.3. Caja de engranajes o fajas	41
1.2.6.4. Lista de partes	41
1.2.6.5. Comentario	41
1.2.7. Especificaciones y características de la Fresadora No.7 tipo vertical tamaño # 2 marca ROSSI-VO	42
1.2.7.1. Manejo de partes de la máquina	42
1.2.7.2. Sistema de Lubricación	44
1.2.7.3. Caja de engranajes o fajas	44
1.2.7.4. Lista de partes	44
1.2.7.5. Comentario	44
1.2.8. Especificaciones y características de la fresadora No. 8 tipo copiadora marca DECKEL KF1marca PASQUINO	45
1.2.8.1. Manejo de partes de la máquina	45
1.2.8.2. Sistema de Lubricación	46
1.2.8.3. Caja de engranajes o fajas	46
1.2.8.4. Lista de partes	46
1.2.8.5. Comentario	47
1.2.9. Especificaciones y característica de la fresadora No. 9 tipo universal, tamaño #3 marca PASQUINO	47
1.2.9.1. Manejo de partes de la máquina	47
1.2.9.2. Sistema de Lubricación	49

1.2.9.3. Caja de engranajes o fajas	49
1.2.9.4. Lista de partes	49
1.2.9.5. Comentario	49
1.3. Diagnóstico de las máquinas	50
1.3.1. Máquina Fresadora No.1 tipo vertical tamaño # 2, marca INDUMA	50
1.3.1.1. Motor eléctrico	50
1.3.1.2. Cabezal superior	50
1.3.1.3. Mesa vertical	51
1.3.1.4. Mesa transversal	51
1.3.1.5. Mesa longitudinal	51
1.3.1.6. Bomba de lubricación	52
1.3.1.7. Apariencia física de la máquina	52
1.3.1.8. Vibraciones	52
1.3.1.9. Acometidas eléctricas	52
1.3.1.10. Iluminación de la máquina	52
1.3.2. Máquina Fresadora No.2 tipo vertical tamaño # 1, marca RIGIVA	53
1.3.2.1. Motor eléctrico	53
1.3.2.2. Cabezal superior	53
1.3.2.3. Mesa vertical	53
1.3.2.4. Mesa transversal	54
1.3.2.5. Mesa longitudinal	54
1.3.2.6. Bomba de lubricación	54
1.3.2.7. Apariencia física de la máquina	55
1.3.2.8. Vibraciones	55
1.3.2.9. Acometidas eléctricas	55
1.3.2.10. Iluminación de la máquina	55

1.3.3. Máquina Fresadora No.3 tipo vertical tamaño # 1,	
taladro fresador marca RONG FU	55
1.3.3.1. Motor eléctrico	55
1.3.3.2. Cabezal superior	56
1.3.3.3. Mesa vertical	56
1.3.3.4. Mesa transversal	56
1.3.3.5. Mesa longitudinal	57
1.3.3.6. Bomba de lubricación	57
1.3.3.7. Apariencia física de la máquina	57
1.3.3.8. Vibraciones	57
1.3.3.9. Acometidas eléctricas	58
1.3.3.10. Iluminación de la máquina	58
1.3.4. Máquina Fresadora No.4 tipo Universal tamaño # 2,	
marca VIBOS	58
1.3.4.1. Motor eléctrico	58
1.3.4.2. Cabezal superior	59
1.3.4.3. Mesa vertical	59
1.3.4.4. Mesa transversal	59
1.3.4.5. Mesa longitudinal	60
1.3.4.6. Bomba de lubricación	60
1.3.4.7. Apariencia física de la máquina	60
1.3.4.8. Vibraciones	60
1.3.4.9. Acometidas eléctricas	60
1.3.4.10. Iluminación de la máquina	61
1.3.5. Máquina Fresadora No.5 tipo vertical tamaño # 2,	
marca BRIDGEPORT	61
1.3.5.1. Motor eléctrico	61
1.3.5.2. Cabezal superior	61
1.3.5.3. Mesa vertical	62

1.3.5.4. Mesa transversal	62
1.3.5.5. Mesa longitudinal	62
1.3.5.6. Bomba de lubricación	63
1.3.5.7. Apariencia física de la máquina	63
1.3.5.8. Vibraciones	63
1.3.5.9. Acometidas eléctricas	63
1.3.5.10. Iluminación de la máquina	63
1.3.6. Máquina Fresadora No.6 tipo vertical tamaño # 3, marca DART DL 3F	64
1.3.6.1. Motor eléctrico	64
1.3.6.2. Cabezal superior	64
1.3.6.3. Mesa vertical	64
1.3.6.4. Mesa transversal	65
1.3.6.5. Mesa longitudinal	65
1.3.6.6. Bomba de lubricación	65
1.3.6.7. Apariencia física de la máquina	66
1.3.6.8. Vibraciones	66
1.3.6.9. Acometidas eléctricas	66
1.3.6.10. Iluminación de la máquina	66
1.3.7. Máquina Fresadora No.7 tipo vertical tamaño # 2, marca ROSSI-VO	66
1.3.7.1. Motor eléctrico	66
1.3.7.2. Cabezal superior	67
1.3.7.3. Mesa vertical	67
1.3.7.4. Mesa transversal	67
1.3.7.5. Mesa longitudinal	68
1.3.7.6. Bomba de lubricación	68
1.3.7.7. Apariencia física de la máquina	68
1.3.7.8. Vibraciones	68

1.3.7.9. Acometidas eléctricas	68
1.3.7.10. Iluminación de la máquina	69
1.3.8. Máquina Fresadora No.8 tipo Copiadora K F 1, marca DECKEL	69
1.3.8.1. Motor eléctrico	69
1.3.8.2. Cabezal superior	69
1.3.8.3. Mesa vertical	70
1.3.8.4. Bomba de lubricación	70
1.3.8.5. Apariencia física de la máquina	70
1.3.8.6. Vibraciones	70
1.3.8.7. Acometidas eléctricas	70
1.3.8.8. Iluminación de la máquina	71
1.3.9. Máquina Fresadora No.9 tipo Universal tamaño # 3, marca PASQUINO	71
1.3.9.1. Motor eléctrico	71
1.3.9.2. Cabezal superior	71
1.3.9.3. Mesa vertical	72
1.3.9.4. Mesa transversal	72
1.3.9.5. Mesa longitudinal	72
1.3.9.6. Bomba de lubricación	73
1.3.9.7. Apariencia física de la máquina	73
1.3.9.8. Vibraciones	73
1.3.9.9. Acometidas eléctricas	73
1.3.9.10. Iluminación de la máquina	73

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL 75

2.1. Mantenimiento	75
2.1.1. Tipos de mantenimiento	75
2.1.1.1. Mantenimiento correctivo	75

2.1.1.2. Mantenimiento de avería	76
2.1.1.3. Mantenimiento preventivo	76
2.1.1.4. Mantenimiento predictivo	77
2.1.1.5. Mantenimiento proactivo	77
2.1.1.6. Mantenimiento periódico	77
2.1.1.7. Mantenimiento analítico	78
2.1.1.8. Mantenimiento progresivo	78
2.1.1.9. Mantenimiento técnico	78
2.2. Lubricación	79
2.2.1. Lubricación hidrodinámica	80
2.2.2. Lubricación elastohidrodinámica	84
2.2.2.1. Lubricación Elastohidrodinámica dura (EHL dura)	85
2.2.2.2. Lubricación Elastohidrodinámica suave (EHL suave)	87
2.2.3. Lubricación Marginal	88
2.2.4. Lubricación Parcial	92
2.3 desarrollo del programa de mantenimiento para las máquinas fresadoras de la empresa maquinados precisos	93
2.3.1. Definición de rutinas a realizar	93
2.3.1.1. Rutina diaria	93
2.3.1.2. Rutina semanal	94
2.3.1.3. Rutina mensual	94
2.3.1.4. Rutina trimestral	94
2.3.1.5. Rutina anual	94
2.3.2. Recursos a emplear	95

2.3.2.1. Recursos humanos	95
2.3.2.2. Recursos de tiempo	95
2.3.3. Costos de implementación del programa	95
2.3.3.1. Costos horas – hombre	95
2.3.3.2. Insumos varios	96
2.3.4. Desarrollo de rutinas de mantenimiento	102
2.3.4.1. Mantenimiento diario	102
2.3.4.2. Mantenimiento semanal	107
2.3.4.3. Mantenimiento mensual	112
2.3.4.4. Mantenimiento trimestral	117
2.3.4.5. Mantenimiento anual	125
2.4. Elaboración de fichas de mantenimiento	132
2.4.1. Ficha de maquinaria	132
2.4.2. Ficha de historial de fallas	132
2.4.3. Ficha de trabajo efectuado fuera de la empresa	133
2.4.4. Ficha de inspección de maquinaria	133
2.4.5. Ficha de orden de trabajo	136
2.4.6. Ficha de control de paros	140
2.4.7. Ficha de control de ordenes de trabajo	141
2.4.8. Ficha de reporte mensual de actividades a Gerente General	142
2.4.9. Ficha de informe mensual de actividades a Gerencia General	143
2.5. Evaluación del desempeño de mantenimiento	153
2.5.1. Que es la evaluación del desempeño	153

2.5.2. Importancia de la creación del departamento de mantenimiento	153
2.5.3. Áreas a considerar para tener un mejor control	154
2.5.3.1. Tiempo medio entre fallas	155
2.5.3.2. Tiempo medio para reparaciones	155
2.5.3.3. Tiempo promedio para fallas	155
2.5.3.4. Disponibilidad de equipos	156
2.5.3.5. Costos de mantenimiento por facturación	159
2.5.3.6. Costos de mantenimiento por reposición	160
CONCLUSIONES	161
RECOMENDACIONES	163
BIBLIOGRAFÍA	165
APÉNDICES	167

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Máquina fresadora inventada por Ely Whitney en 1818	3
2	Máquina fresadora cortando metal	3
3	Tipos de cortadores para máquinas fresadoras	6
4	Máquina fresadora del tipo columna y ménsula	10
5	Máquina fresadora universal	11
6	Máquina fresadora tipo vertical	12
7	Máquina fresadora tipo cepillo	13
8	Máquina fresadora tipo bancada fija	14
9	Centro de maquinado	16
10	Máquina fresadora con mesa rotatoria	17
11	Montaje de la fresadora planetaria mostrando la acción del cortador en el fresado tanto interno como externo	18
12	Máquina perfiladora	19
13	Máquina fresadora copiadora	20
14	Máquina pantógrafo para grabar	21
15	Cabezal divisor	22
16	Máquina fresadora INDUMA	24
17	Máquina fresadora RIGIVA	27
18	Máquina fresadora RONG FU	30
19	Máquina fresadora VIBOS	33
20	Máquina fresadora BRIDGEPORT	36
21	Máquina fresadora DART DL 3F	39
22	Máquina fresadora ROSSI-VO	42

23	Máquina fresadora DECKEL KF1	45
24	Máquina fresadora PASQUINO	47
25	Superficies concordantes	80
26	Superficies no concordantes	81
27	Características de la lubricación hidrodinámica	83
28	Mecanismo del desarrollo de la presión para la lubricación Hidrodinámica	84
29	Característica de la lubricación elastohidrodinámica dura	86
30	Característica de la lubricación elastohidrodinámica suave	88
31	Condiciones de película que se requieren para la lubricación	89
32	Diagrama de barras que muestra los coeficientes de fricción para varias condiciones de lubricación	90
33	Rapidez de desgaste para varios regímenes de lubricación	91
34	Ficha de maquinaria	144
35	Ficha de historial de fallas	145
36	Ficha de trabajo efectuado fuera de la empresa	146
37	Ficha de inspección de maquinaria	147
38	Ficha de orden de trabajo	148
39	Ficha de control de paros	149
40	Ficha de control de ordenes de trabajo	150
41	Ficha de reporte mensual de actividades a Gerente General	151
42	Ficha de informe mensual de actividades a Gerencia General	152

TABLA

I	Tabla de disponibilidad de equipos	158
---	------------------------------------	-----

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
CN	Control numérico
CNC	Control numérico computarizado
°C	Grados celcius
mm/min	Milímetro por minuto
m/mm	Metro por milímetro
S	Segundo
m	Metro
mm	Milímetro
r.p.m.	Revoluciones por minuto
°	Grados
Volt	Voltios (voltaje)
Hz	Hertz (frecuencia)
Amp	Amperios (amperaje)
Hp	<i>Horse power</i> (potencia en caballos de fuerza)
Σ	Sumatoria de cantidades

GLOSARIO

Soldadura Tig	Soldadura inerte en gas, es una soldadura que utiliza gas argón como gas para soldar así como agua para enfriar la boquilla debido a las altas temperaturas.
Máquina fresadora	Es una máquina utilizada para fabricación de piezas, que se tenga la necesidad que la pieza este quieta y la que gira es la herramienta de corte.
Fresas	Son herramientas de corte que utiliza la máquina fresadora.
Rimers	Herramientas de corte utilizadas en las máquinas fresadoras para hacer agujeros de diámetro exacto.
Mandrinador	Herramienta para abrir agujeros y poder darle el diámetro deseado a los agujeros por medio de un tornillo hexagonal.
Viruta	Es el material que arranca la herramienta de corte cada vez que hace contacto con la pieza de trabajo.
Colas de milano	herramienta usada para unir dos piezas en ángulo recto.

RESUMEN

El presente trabajo será realizado en una empresa dedicada a la fabricación de piezas y repuestos de pequeño a mediano trabajo, para la industria nacional, como parte de la implementación de un programa de mantenimiento preventivo.

Solo se tomará en cuenta el área de fresadoras ya que es una de las más utilizadas en la Empresa, y se busca la eficiencia de cada una de las máquinas fresadoras, debido a la demanda de las diferentes piezas que se tenga la necesidad de elaborar.

La primera fase cuenta con una descripción de la Empresa, clases de máquinas fresadoras, información técnica de las máquinas y diagnóstico de la maquinaria, toda la información recabada se realizó dentro de las instalaciones de la empresa, así como también con libros de texto y las mismas máquinas para su diagnóstico, todo esto para conocer el estado en que se encontraban las máquinas.

La segunda fase cuenta con tipos de mantenimiento, lubricación, desarrollo del programa de mantenimiento, fichas de mantenimiento y medición y evaluación del desempeño de mantenimiento, se tomaron como base libros de texto y tesis de ingeniería para la realización de cada una de las actividades mencionadas, con estas actividades se busca obtener la eficiencia deseada de las máquinas fresadoras.

OBJETIVOS

➤ **GENERAL:**

Realizar un plan de mantenimiento preventivo en el área de máquinas fresadoras, en la empresa Maquinados Precisos LOARCA, con el fin de optimizar el buen funcionamiento de las máquinas, para luego crear un departamento de mantenimiento en dicha empresa.

➤ **ESPECÍFICOS:**

1. Enfatizar la importancia de la creación de un programa de mantenimiento preventivo, para las máquinas fresadoras con las que cuenta la empresa.
2. Reducir el tiempo de reparación de las máquinas fresadoras, debido a paros inesperados.
3. Reducir los costos de mano de obra relacionados con el mantenimiento.
4. Aumentar la vida útil de las máquinas fresadoras, con un buen programa de mantenimiento preventivo.

INTRODUCCIÓN

Maquinados Precisos LOARCA, es una empresa de tornos y fresadoras dedicado a la industria nacional, se caracteriza por hacer piezas y repuestos de pequeño a mediano tamaño, de gran dificultad.

En Maquinados Precisos LOARCA, aun no se cuenta con un departamento de mantenimiento, por lo consiguiente con el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo a máquinas fresadoras, se estará dando inicio con la creación de dicho departamento, para poder luego buscar las certificaciones de calidad requeridas por la empresa.

Además del desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para máquinas fresadoras, se tendrá que documentar toda la maquinaria dentro de la empresa. Para documentar toda la maquinaria se tendrá la necesidad de elaborar fichas de mantenimiento para cada una de las áreas: mecánica, eléctrica y de lubricación.

Al terminar la elaboración del plan de mantenimiento, se logrará reducir el tiempo de paro de las máquinas fresadoras, por desperfectos de operación, aumentar la producción aprovechando la capacidad de las mismas, así como también reducir costos por actividades relacionadas con el mantenimiento.

En la primera fase se describe una pequeña reseña histórica de la empresa, información de máquinas fresadoras, tipos de máquinas fresadoras, información técnica de la maquinaria en la empresa y por ultimo un diagnostico de cómo se encuentran las máquinas en la actualidad.

En la segunda fase se define que es el mantenimiento, tipos de mantenimiento, lubricación, tipos de lubricación, desarrollo del programa de mantenimiento propuesto para las máquinas fresadoras, elaboración de fichas de mantenimiento para darle seguimiento al mismo y por ultimo una evaluación del desempeño de mantenimiento. Con esto se tratará de ayudar a la empresa, a mantener su maquinaria en buen estado.

Por ultimo se tendrá como apéndice toda la fase docente, como presentaciones en POWER POINT realizadas para capacitar al personal de operación.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la empresa

1.1.1. Historia

Maquinados Precisos Loarca inicia sus labores el 26 de marzo de 1996 contado únicamente con 2 máquinas, un torno convencional y una fresadora vertical. Maquinados Precisos es una empresa situada en la colonia 30 de Octubre (COOVITIGSS) zona 5 de Villa Nueva, está especializada en el ramo de la elaboración de piezas de gran dificultad de pequeño y mediano tamaño, para la industria guatemalteca.

Actualmente cuenta con 9 máquinas fresadoras, 7 tornos industriales, 1 taladro radial, 1 cepillo industrial, 1 máquina para soldadura eléctrica, 1 máquina de soldadura tig (*tungsten inert gas*), 1 sistema de soldadura autógena, 1 sierra eléctrica de vai ven, 1 prensa hidráulica y un compresor de aire.

Maquinados precisos ha tenido una buena catalogación dentro de las empresas de su tipo, ya que cuenta con personal altamente capacitado en instituciones técnicas, como lo es INTECAP y Técnicos Vocacionales.

La empresa ha elaborado piezas de gran dificultad por ejemplo: una hélice de una turbina, una cadena de mil piezas para Kern's, engranajes cónicos de 24 pulgadas de diámetro para una compuerta, un extrusor de chicles y más.

Maquinados Precisos tiene como MISIÓN con sus clientes, proveer productos y servicios a precios competitivos y de alta calidad tales como:

calidad dimensional, apariencia física (acabados), materiales, tratamientos y tiempos de entrega respetando todas las especificaciones y requerimientos que sus clientes soliciten.

Para lograr el objetivo utiliza técnicas y tecnología actualizada en la fabricación de sus productos, comprometiéndose a mantener un proceso de mejora continua en sus actividades.

Así mismo debe fomentar y capacitar a su equipo humano, donde el individuo y el respeto por sus necesidades materiales y espirituales sean de primordial atención y cuidado, fomentando para esto el amor al trabajo, al estudio, dedicación, responsabilidad y el reconocimiento a sus méritos.

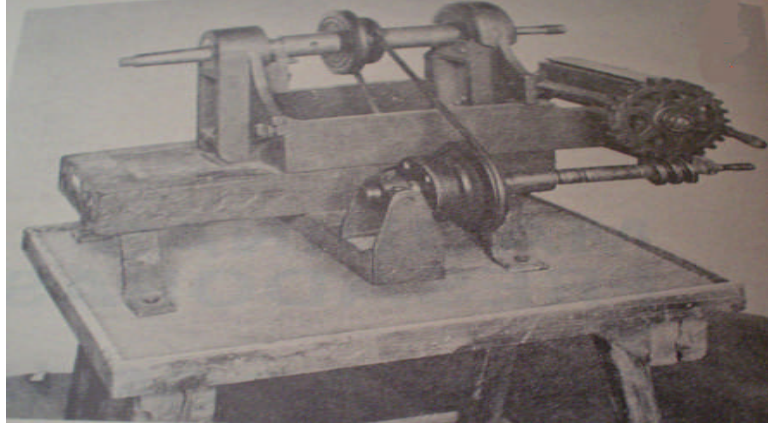
Por ultimo se compromete firmemente a innovar experimentar y trabajar; haciendo el trabajo bien hecho desde la primera vez.

Y cuenta con una VISIÓN la cual es: “Proyectar su servicio al mercado industrial nacional enfocado a la actividad de fabricación de repuestos de pequeño a mediano tamaño con alto grado de complejidad y exactitud”.

1.1.2. INFORMACIÓN DE MÁQUINAS FRESADORAS

La maquina fresadora fue inventada por **Eli Whitney** en el año 1818 y se muestra en la Fig. 1 en la maquina fresadora se efectúa la producción de piezas por el control mecánico del desplazamiento de la pieza y el movimiento de corte de una herramienta giratoria con múltiples aristas cortantes.

Figura 1. Maquina fresadora inventada por Eli Whitney en 1818.



En la maquina fresadora se desprende metal cuando la pieza avanza contra la herramienta cortante como se muestra en la Fig. 2 exceptuando el movimiento de rotación, el cortador no tiene otro movimiento. El cortador de la maquina fresadora (llamado fresa) tiene una serie de aristas cortantes sobre la circunferencia y cada una de ellas actúa como un cortador individual durante el ciclo de rotación. La pieza se monta sobre una mesa que controla el avance contra el cortador. En la mayoría de las maquinas la mesa tiene tres posibles movimientos, longitudinales, transversales y verticales, pero en algunas la mesa puede tener un movimiento de giro o de rotación.

Figura 2. Máquina fresadora cortando metal.



La fresadora es la mas versátil de todas las máquinas herramientas; superficies planas o perfiles determinados pueden ser maquinados con acabado y precisión excelente, los ángulos, ranuras, dientes de engrane o cortes interiores pueden hacerse empleando cortadores diferentes. Las brocas, rimers y herramientas para mandrinar pueden montarse en el alojamiento del árbol, quitando el árbol con el cortador. Dado que todos los movimientos de la mesa tienen ajustes micrométricos, los agujeros y otros cortes pueden espaciarse con precisión. La mayoría de las operaciones realizadas en cepilladoras, generadoras de engranes y brochadoras, pueden hacerse en la maquina fresadora. Estas producen un mejor acabado y mantienen los límites de las tolerancias con una mayor facilidad que las cepilladoras. Pueden hacerse cortes profundos sin sacrificio apreciable en el acabado o precisión. Los cortadores son eficientes en su acción y pueden usarse mucho tiempo para ser afiladas. En la mayoría de los casos el trabajo queda completo en una sola pasada de la mesa. Estas ventajas además de la gran variedad de fresas (cortadoras) hacen a la maquina fresadora indispensable en el taller y en la fabricación de herramientas

a) TIPOS DE CORTADORES PARA FRESADORAS

La fresadora es versátil por la gran variedad de cortantes que existen; estos cortadores se clasifican de acuerdo a su forma, aunque en algunos casos su clasificación depende de la forma como son montados, del material usado en los dientes, o del método empleado para afilar estos.

Existen tres diseños generales de fresas:

1. **Fresas para árbol.** Estas fresas tienen un agujero en el centro para montarse en un árbol.

2. **Fresas con zanco.** Estas fresas tiene un zanco recto o cónico integrado al cuerpo del cortador. Cuando se usan estos cortadores van montados en la nariz del árbol o en un adaptador para el mismo.
3. **Fresas para refrentar.** Estas fresas son atornilladas o montadas en el extremo de árboles pequeños y son generalmente usadas para el fresado de superficies planas.

Las fresas son hechas de acero al alto carbón, de aceros de alta velocidad con insertos de carburos o de ciertas aleaciones fundidas no ferrosas, las fresas de acero al alto carbón tienen un uso limitado dado que se desafilan rápidamente, si se emplean altas velocidades de corte y avance. La mayoría de las fresas de uso general son hechas de acero de alta velocidad que mantienen una arista de corte afilada a temperaturas alrededor de 500 a 600 °C.

Los dientes de las fresas están hechos en dos estilos generales de acuerdo al método empleado en su afilado. Los cortadores de perfiles se afilan esmerilando una pequeña área a través del filo cortante del diente, esto suministra también el desahogo necesario en la parte posterior del filo del diente. Los cortadores formados son hechos con el desahogo (parte posterior del filo) y con el mismo contorno del filo. Para afilar estos cortadores la cara del diente se esmerila de manera de no destruir el contorno del diente.

Los cortadores más generalmente usados se muestran en la Fig. 3 y se clasifican en primer lugar de acuerdo a su forma general o al tipo de trabajo que van a efectuar.

Figura No. 3 tipos de cortadores para máquinas fresadoras.



1. **Fresa ordinaria.** Una fresa ordinaria es un cortador en forma de disco que tiene dientes solamente en la circunferencia; los dientes pueden ser rectos o helicoidales, éstos si el ancho excede de 15 mm. Los cortadores anchos helicoidales, usados para trabajo pesado pueden tener hendiduras en los dientes para romper la viruta y facilitar su remoción.
2. **Fresa de corte lateral.** Este cortador es similar a la fresa para planear excepto que tiene dientes en un costado. Cuando dos cortadores operan juntos, cada cortador es plano en un lado y tienen dientes en el otro. Los cortadores laterales pueden tener dientes rectos, helicoidales o alternados.
3. **Fresa para ranurar.** Este cortador tiene un parecido a la fresa para planear o al cortador lateral, solamente que se hace en espesores muy pequeños, usualmente 5 mm. o menos; las fresas de este tipo se rebajan de los lados para darles incidencia.

4. **Fresa angular.** Cualquier fresa formada en ángulo cae dentro de esta clasificación. Se les fabrica con un solo ángulo o con ángulo doble. Cuando la fresa de un solo ángulo, tiene una superficie cónica mientras que cuando es de doble ángulo tiene dientes en dos superficies cónicas. Los cortadores angulares se usan para cortar ruedas de trinquete, colas de milano, ranuras en cortadores y rimers.
5. **Fresas de forma.** Los dientes en estos cortadores son de una forma especial, incluyendo cortadores cóncavos y convexos, cortadores para engranes, cortadores para ranuras, cortadores para redondear esquinas y muchos otros.
6. **Fresa cilíndrica frontal.** Estos cortadores tienen una flecha integral para su movimiento y tienen dientes en la periferia y en el extremo; las ranuras pueden ser rectas o helicoidales.
7. **Fresas para ranuras en T.** los cortadores de este tipo tienen semejanza con las fresa para planear o con las de corte lateral pequeñas. Estos cortadores tienen un vástago cilíndrico o cónico para su accionamiento, son usados para el fresado de ranuras en T. una de las formas especiales es la fresa para cortar cuñeros Woodruff, que esta hecha en medidas normalizadas para corte de asientos redondos para las cuñas Woodruff.
8. **Cortador con dientes postizos.** Conforme aumenta la medida del cortador, es económico insertar los dientes hechos de material caro en el cuerpo que es manufacturado de un acero barato. Los dientes de los cortadores se reemplazan cuando se desgastan o se rompen.

1.1.3. TIPOS DE MÁQUINAS FRESADORAS

Las maquinas fresadoras son hechas en una gran variedad de tipos y medidas. Pueden ser accionadas por banda y cono de poleas o por motor individual; el avance de la pieza puede ser manual, por medios mecánicos o por un sistema hidráulico. Hay además una variedad de movimientos posibles para la mesa; la clasificación usual es de acuerdo con el diseño general, pero aun en esta clasificación hay algunos sobrepuestos. De acuerdo al diseño los distintos tipos son:

A. Tipo de columna y ménsula.

1. Fresadora manual
2. Fresadora simple
3. Fresadora universal
4. Fresadora vertical

B. Fresadora tipo cepillo

C. Fresadora de bancada fija

1. Fresadora con un cabezal
2. Fresadora con dos cabezales
3. Fresadora con tres cabezales

D. Centros de maquinado

E. Tipos especiales

1. Fresadora con mesa giratoria
2. Fresadora planetaria
3. Máquina perfiladora
4. Fresadora copiadora
5. Fresadora de pantógrafo

a) TIPO COLUMNA Y MÉNSULA

1) Fresadora Manual

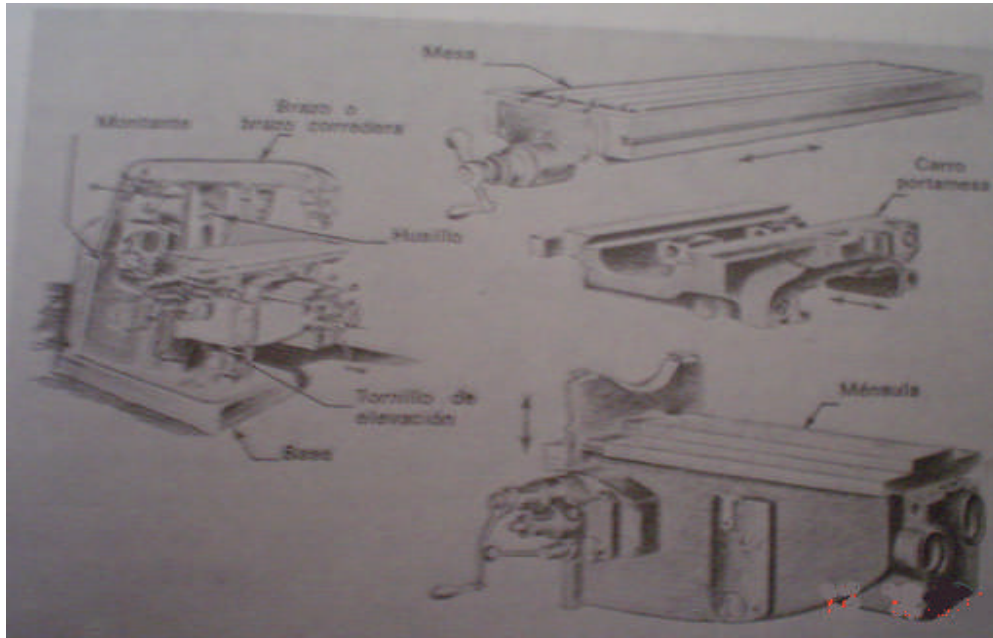
El tipo más simple de máquina fresadora es la operada manualmente; puede ser del tipo de columna y ménsula o el de mesa montada en bancada fija. Las máquinas operadas a mano son usadas principalmente en trabajos de producción con operaciones simples, como corte de ranuras, pequeños cuñeros y acanalados. Estas máquinas tienen un árbol horizontal donde se monta al cortador y la mesa de trabajo provista con tres movimientos; la pieza avanza contra el cortador giratorio, por movimiento manual de una leva o por tornillo accionado por volante.

2) Fresadora Simple

La fresadora simple es similar a la fresadora manual, excepto que es de construcción más robusta y está provista de un mecanismo de avance automático para controlar los movimientos de la mesa. Las fresadoras simples del tipo de columna y ménsula tienen tres movimientos: longitudinal, vertical y transversal. Las de tipo de bancada fija la mesa tiene solamente movimiento longitudinal, pero el árbol que soporta el cortador tiene ajuste vertical y transversal.

La Fig. 4 muestra una fresadora simple con columna y ménsula. Aunque es una máquina de propósitos generales, también se usa para trabajos de producción. Otros modelos disponen de un cabezal fresador universal o vertical; la máquina emplea topes para controlar los desplazamientos de la mesa que también puede estar provista de un ciclo automático, por medio de volantes se puede controlar el movimiento longitudinalmente mientras el otro se controla a mano, los cortadores se montan en un árbol horizontal que se encuentra rígido por el soporte.

Figura No. 4 Máquina fresadora del tipo columna y ménsula.



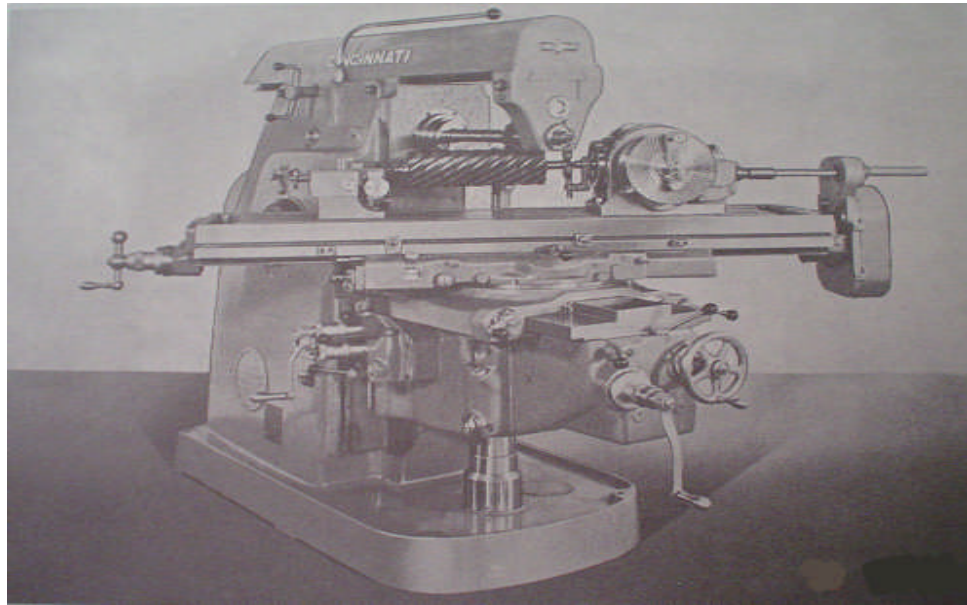
3) Fresadora Universal

Esta es esencialmente una máquina para la manufactura de herramientas construida para piezas muy precisas. En apariencia es similar al tipo de fresadora simple, pero difiere en que la mesa de trabajos está provista de un cuarto movimiento que le permite girar horizontalmente y está equipada con un divisor localizado en el extremo de la mesa. La característica de giro en las máquinas universales permite el corte de helicoidales como las encontradas en las brocas, fresas, levas y algunos engranes.

Las fresadoras universales pueden también estar equipadas con un aditamento para fresado vertical y un dispositivo de mesa giratoria, prensa y cabezal mortajador así como otros accesorios todos los cuales le añaden utilidad como máquina para hacer herramientas.

La disposición de ciclos automáticos puede ser suministrada a las máquinas universales, éstos controlan automáticamente los desplazamientos de la mesa desde la puesta en marcha hasta la parada.

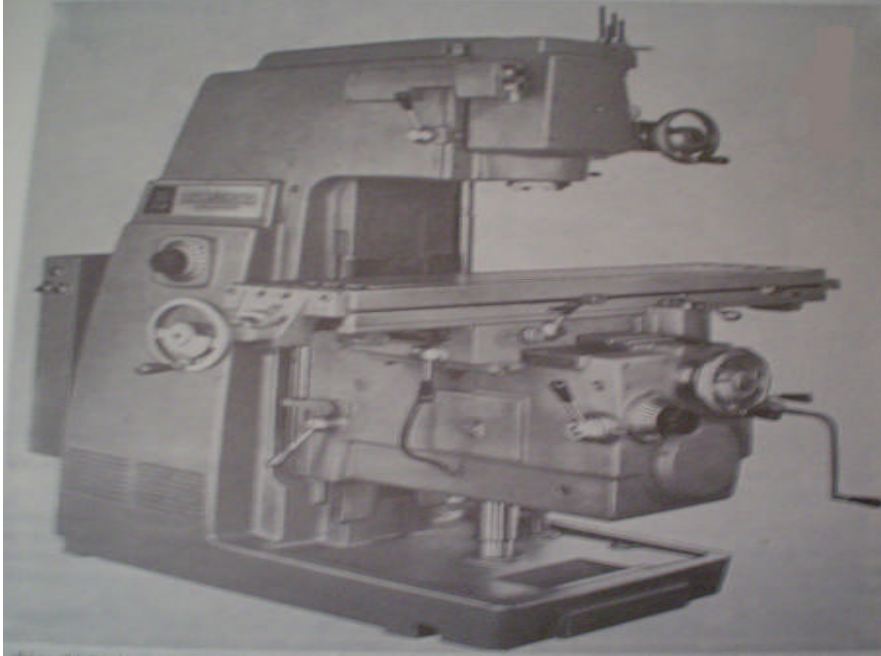
Figura 5. Máquina fresadora universal



4) Fresadora Vertical

Una máquina vertical típica se muestra en la Fig. 6 y se le llama así por la posición vertical del árbol de corte. Los movimientos de la mesa son los mismos que los de la fresadora simple. Ordinariamente, no se le da a la herramienta otro movimiento que no sea el usual de rotación. Sin embargo, el cabezal del árbol puede girar, lo cual permite colocar al árbol que se encuentra en un plano vertical en cualquier posición desde la vertical hasta la horizontal. En esta máquina el árbol tiene un pequeño desplazamiento axial para facilitar el fresado escalonado. Algunas fresadoras verticales están provistas de aditamentos giratorios o mesas de trabajo giratorias para permitir el fresado de ranuras circulares o el fresado continuo de piezas en trabajos de baja producción.

Figura No. 6 Máquina fresadora tipo vertical.

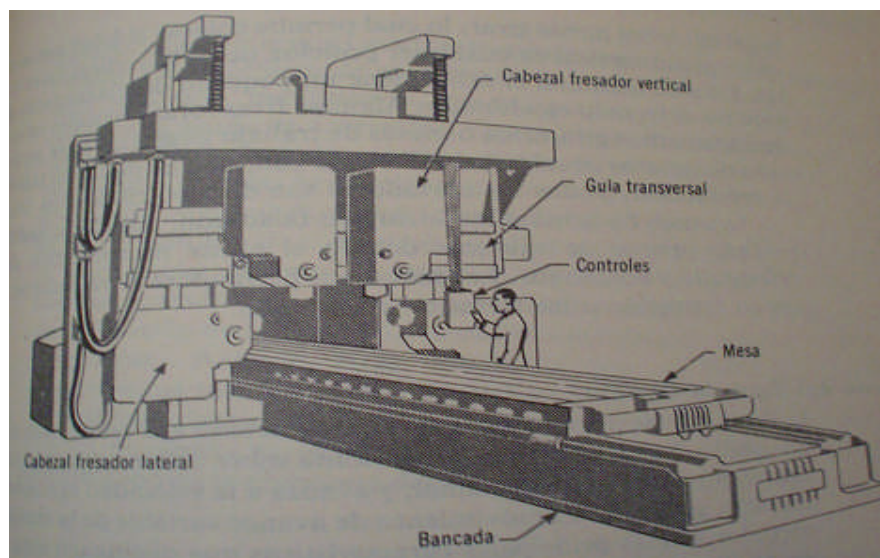


Los usos de la máquina incluyen: taladrado, rimado, mandrinado y espaciado preciso de agujeros debido al ajuste micrométrico de la mesa, refrentado y desahogos. Las máquinas perfiladoras y vaciadoras son similares en operación a las fresadoras verticales.

b) FRESADORA DEL TIPO DE CEPILLO

Este tipo de fresadora recibe su nombre debido a la semejanza que tiene con un cepillo. La pieza a trabajar se monta sobre una mesa larga que tiene solamente movimiento longitudinal, y avanza a la velocidad apropiada contra el cortador giratorio. El movimiento de avance variable de la mesa y el giro del cortador son las principales características que distinguen esta máquina de un cepillo. El árbol del cortador tiene los movimientos vertical y transversal. Estas máquinas han sido diseñadas para el fresado de piezas largas que requieren gran eliminación de material así como para el duplicado preciso de contornos y perfiles. Una unidad de este tipo operada hidráulicamente se muestra en la Fig. 7 mucho trabajo que antes se hacía en un cepillo ahora es hecho en estas máquinas.

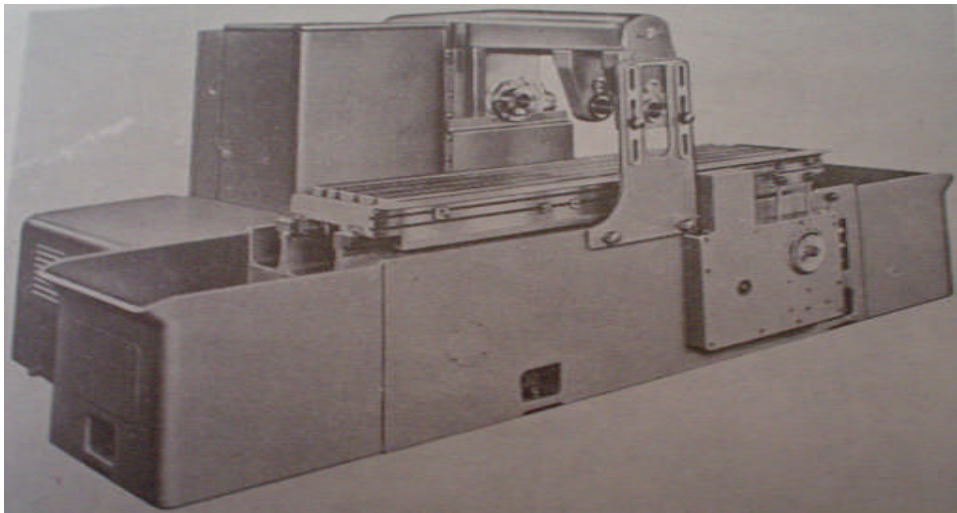
Figura No. 7 Máquina fresadora tipo cepillo.



c) FRESADORA DEL TIPO BANCADA FIJA

Las máquinas de este tipo son de producción y de construcción robusta, la bancada es una pieza fundida, rígida y de gran peso que soporta la mesa de trabajo la cual tiene solamente movimiento longitudinal; el ajuste vertical es suministrado por el cabezal del árbol y el transversal esta interconstruido en el árbol. Las denominaciones de simplex, duplex y triplex indican que la máquina está equipada con uno, dos y tres cabezales (Fig. 8) estas máquinas son capaces de efectuar cortes profundos en trabajos de larga duración y frecuentemente son equipadas con ciclos de mecanizado de control automático.

Figura No. 8 Máquina fresadora tipo bancada fija.



d) CENTRO DE MAQUINADO

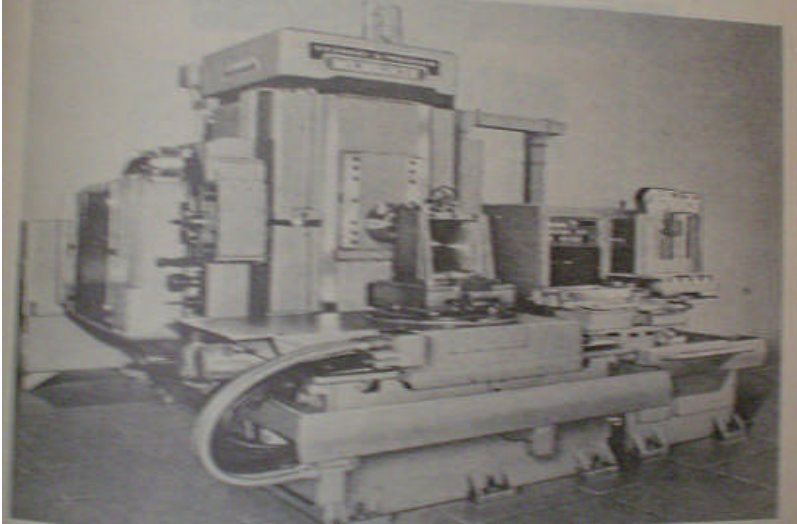
Los centros de maquinado son máquinas de control numérico diseñadas para la producción de lotes pequeños y medianos. El termino centro de maquinado fue desconocido antes del advenimiento del control numérico, un centro de maquinado puede referirse a una o más máquinas de CN que tienen capacidad de maquinado de múltiples propósitos.

Es incorrecto asumir que estas máquinas pueden hacer solamente operaciones de fresado. En los centros de maquinado se pueden hacer operaciones de: fresado, taladrado, mandrinado, rimado y machuelado pudiéndose llevar a cabo con la ayuda de accesorios. Dependiendo del tipo de máquina, en los centros de maquinado la parada y puesta en marcha de la máquina de cambio y selección de las herramientas, el contorneado en dos o tres direcciones empleando interpolación lineal y otro tipo de interpolación técnica, avance en uno o múltiplo de dos o tres ejes (24 a 2400 mm/min), posicionamiento en cualquier eje con desplazamiento rápido alrededor de (10 m/mm), marcha o parada del árbol a una velocidad y sentido de rotación programada, colocación de la mesa a la posición determinada, paro y circulación del refrigerante. Aunque estas máquinas son versátiles, las diferentes características son opcionales dependiendo del costo.

Las máquinas muy costosas pueden sustituirse por otras diferentes. El control numérico ha tenido poco impacto en el maquinado efectivo; su contribución en la economía depende de las funciones auxiliares que lo apoyen, para maximizar toda economía práctica de esta versátil manufactura técnica, la pieza hasta donde sea posible debe quedar completamente maquinada en un solo montaje sin transferirla a otras diferentes máquinas.

Un cambiador automático de herramientas hace el cambio en 4 o más segundos y cortador por cortador el tiempo es de 8 a 10 s. un almacén de herramientas puede tener desde 8 hasta 90 o más herramientas almacenadas permanente o semi-permanentemente según el trabajo lo requiera. Para la precisión deseada en la profundidad, es posible controlarla al hacer tocar por medio de un volante la punta de la herramienta en la superficie de la pieza; esta información es grabada sin la necesidad de la unidad de control de la máquina. Los centros de maquinado de control numérico tienen un conmutador capaz de recibir la programación en pulgadas o en sistema métrico.

Figura No. 9 Centro de maquinado.

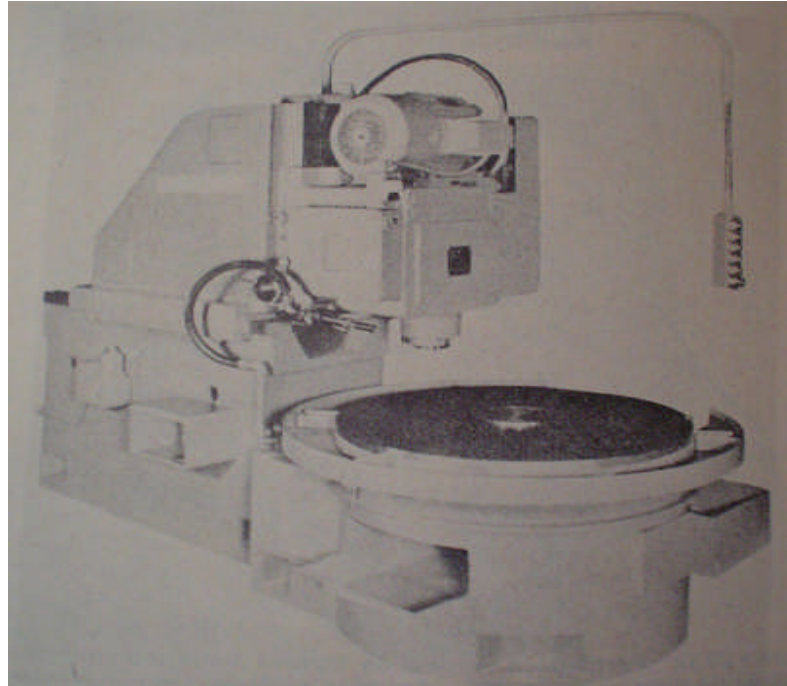


e) FRESADORAS ESPECIALES

1) Fresadora de Mesa Rotatoria

Las máquinas de mesa rotatoria, como la que se muestra en la Fig. 10 son adaptaciones de la máquina fresadora vertical para uso un poco especializado. Otras máquinas pueden utilizar dos árboles cada una equipada con cortador. La operación es continua y queda tiempo suficiente para que el operador cargue o descargue la máquina durante el fresado. Esta máquina es rápida, pero esta limitada para el fresado de superficies planas.

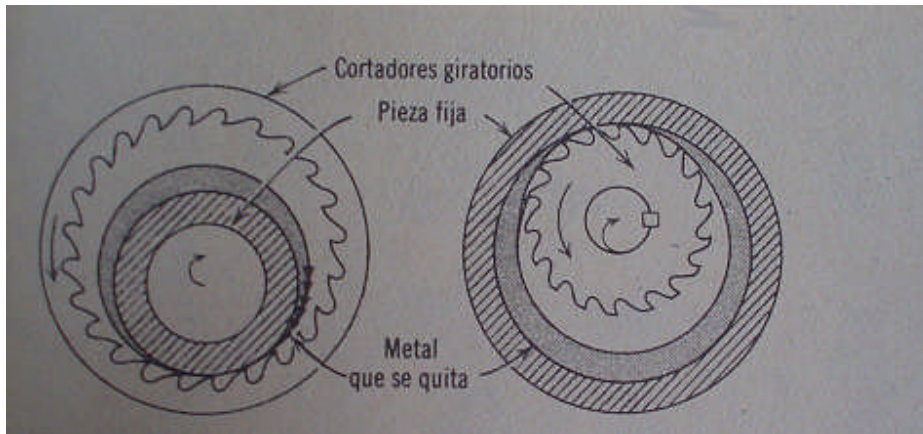
Figura No. 10 Máquina fresadora de mesa rotatoria.



2) Fresadora Planetaria

La fresadora planetaria es usada para el fresado interior o exterior de roscas cortas y superficies; la pieza es estacionaria y todos los movimientos necesarios para el corte son hechos por el cortador, al iniciar un trabajo, el cortador se encuentra en una posición central o neutra. Primero se alimenta radialmente hasta la profundidad correcta, aplicándosele luego un movimiento planetario y hacia adentro o alrededor del material. La relación entre la pieza y el cortador se muestra en la Fig. 11 las aplicaciones típicas de esta máquina incluye el fresado de roscas internas y externas en toda clase de superficies cónicas, superficies de rozamiento, agujeros en diferenciales, casquillos y puntas para bomba.

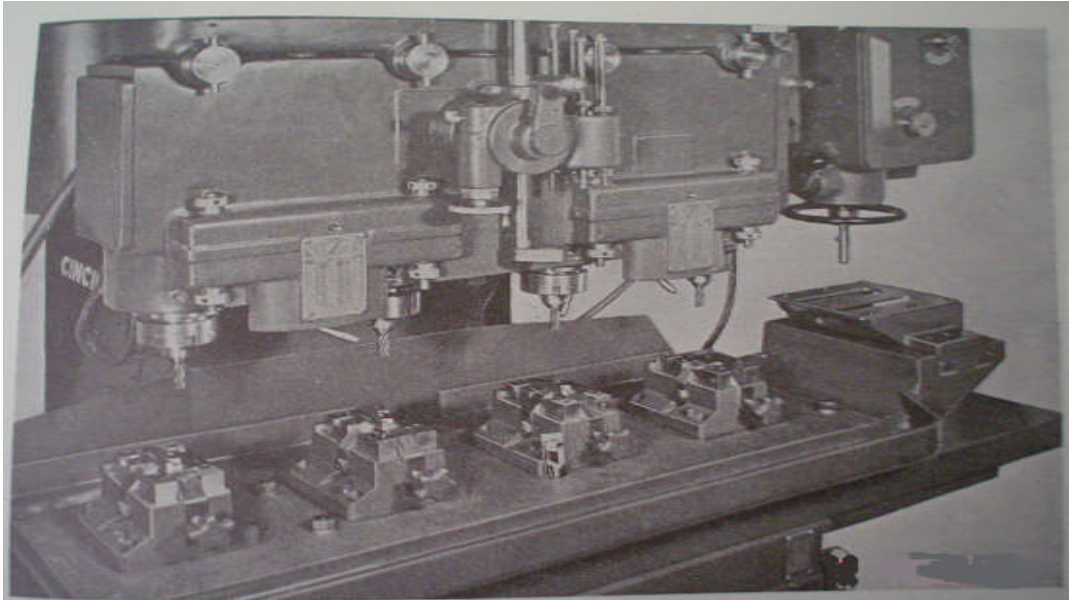
Figura No. 11 montaje de la fresadora planetaria mostrando la acción del cortador en el fresado tanto interno como externo; el de la derecha fresado externo y el de la izquierda fresado interno.



3) Máquinas Perfiladoras

Una gran variedad de máquinas, como duplicadoras, vaciadoras de matrices, pantógrafos y perfiladoras han sido desarrolladas para el corte de matrices y moldes, grabado y perfilado. La mayoría de ellas son una adaptación de la fresadora vertical no obstante que algunas trabajan con el árbol en posición horizontal. Tal vez la máquina perfiladora manual sea la más simple, teniendo un cortador giratorio cuyo movimiento es controlado por el movimiento manual de la mesa. Estos movimientos son guiados moviendo la mesa de manera que el perno guía esté en contacto con alguna forma o planilla. Fig. 12.

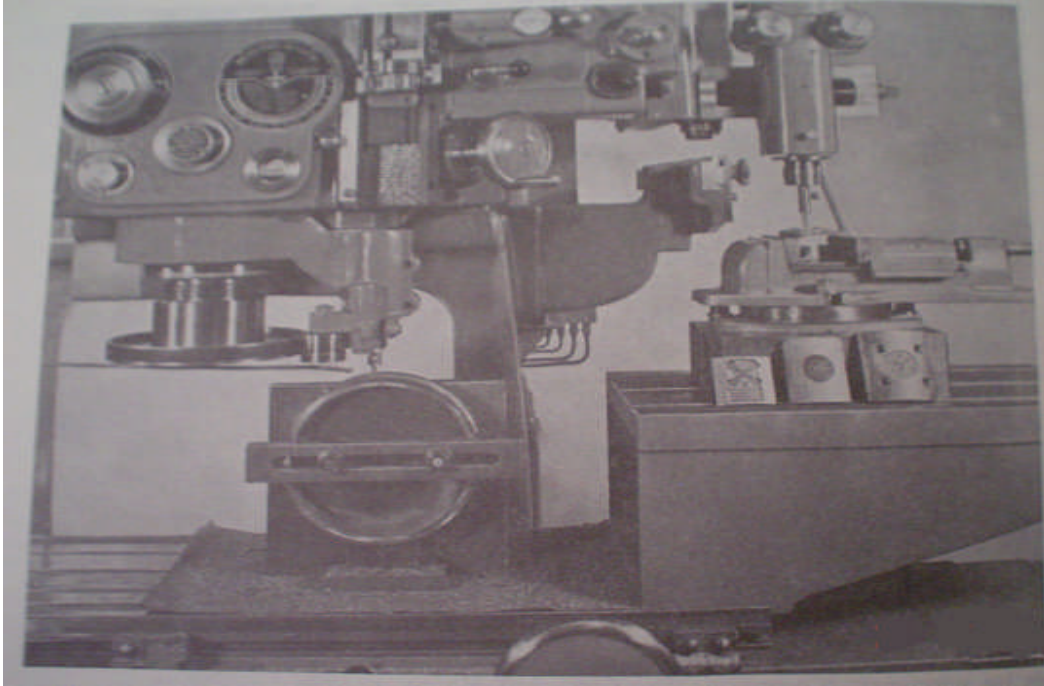
Figura No. 12 Máquina perfiladora.



4) Máquinas Duplicadoras

La producción de matrices formadoras grandes para salpicaderas, tableros, toldos, portezuelas para automóviles, son ejemplos del uso de las máquinas. Esta máquina de gran capacidad se muestra en la Fig. 13 y es conocida como fresadora copiadora; tiene una verdadera reproducción de copiado en un rango de 4.5 x 2.5m. Con una mesa cuyas dimensiones son de 5.5 x 3.2m. El árbol tiene un diámetro de 178 mm. con una gran variedad de velocidades desde 10 hasta 150 rpm. Los modelos o plantillas empleados para este tipo de trabajo son hechos de madera dura, yeso, cera u otros materiales fácilmente trabajados porque las fuerzas son ligeras y el único propósito es guiar al seguidor que controla la posición de la herramienta, el método de corte y operación de la máquina puede ser visto en la figura.

Figura No. 13 Máquina fresadora copiadora.

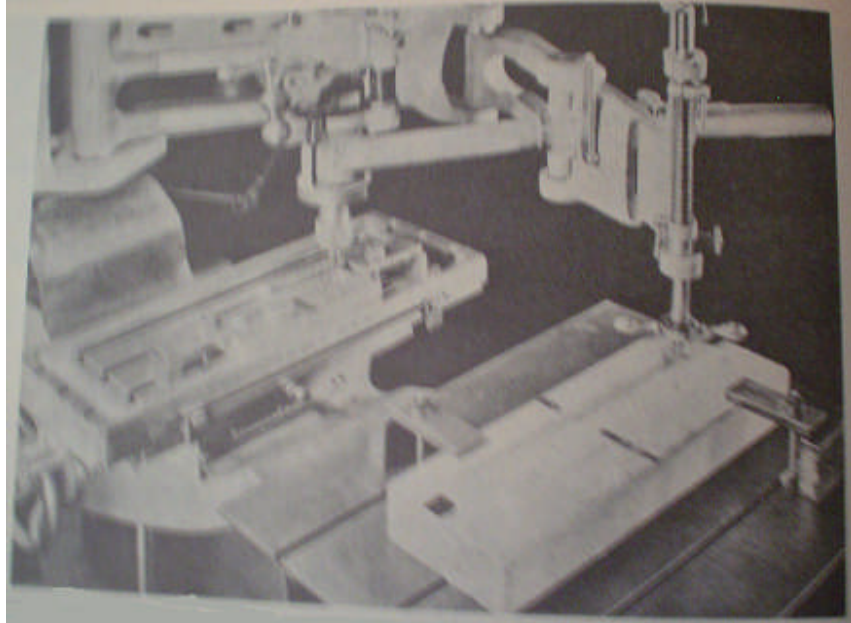


5) Máquinas Pantógrafo para Grabar

Estas máquinas reciben su nombre del mecanismo de pantógrafo que se usa para reproducciones de un modelo a escala ya sea aumentada o reducida cambiando la disposición de los eslabones en el pantógrafo se puede aumentar o reducirse cualquier figura o diseño de acuerdo a las proporciones requeridas. Las máquinas de este diseño general se usan también para grabar plata y para matrices para piezas de metal delgado.

Existe una máquina tridimensional para el maquinado de piezas de cualquier forma o contorno equipadas con un mecanismo de pantógrafo por el que puede obtenerse un aumento o reducción del tamaño. Fig. 14

Figura No. 14 Máquina pantógrafo para grabar.



CABEZAL DIVISOR

El cabezal divisor universal es el accesorio más importante usado en las máquinas fresadoras. Sirve para dividir un círculo en partes iguales, su función principal es soportar la pieza y proveer por medio de un disco divisor cualquier ángulo de rotación deseado. Los rasgos generales de un cabezal divisor universal son mostrados en la Fig. 15 es esencialmente una unidad de reducción, tipo engranaje para tornillo sin fin muy preciso, que reduce 40:1. El husillo gira una vuelta girando la manivela 40 vueltas y es guiado en un bloque pivotante de modo que puede ser inclinado desde 5° debajo de la horizontal hasta más allá de la posición vertical.

Combinando la relación de multiplicación 40:1 y el adecuado agujero del círculo del disco divisor, el husillo puede ser girado una cantidad precisa siguiendo cualquiera de estas dos reglas:

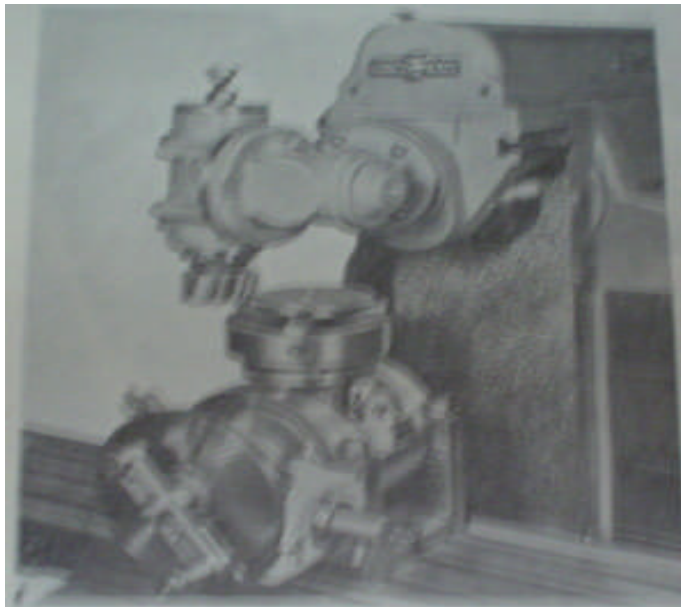
(a) Número de vueltas de la manivela =

$$\frac{\text{Cortes por revolución de la pieza}}{40}$$

(b) Agujeros para ser marcados =

$$\frac{40 \times \text{agujeros en el círculo usado}}{\text{Cortes por revolución de la pieza}}$$

Figura No. 15 Cabezal divisor.



VELOCIDAD AVANCE Y PROFUNDIDAD

Las velocidades necesarias para que los cortadores de fresado resulten económicos en su operación quedan determinadas fundamentalmente por los mismos factores que rigen la operación de las herramientas de punta sencilla.

La velocidad de corte es la velocidad en la periferia del cortador. Las revoluciones por minuto del cortador. Se calculan de la misma manera como en el caso de la pieza de trabajo en el torneado.

El avance de fresado básico equivale a la distancia que adelanta la pieza de trabajo en el tiempo transcurrido entre la aplicación de esfuerzo por dos dientes sucesivos. Este se conoce como el avance por diente en unidades de pulgadas por diente (o *ipt* – *inches per tooth*). Sin embargo, la tasa de avance de la máquina se indica en pulgadas por minuto y es igual al avance en “*ipt*” pulgadas por diente en el cortador multiplicando por el número de revoluciones por minuto del cortador.

El avance real o espesor de viruta máximo obtenido al fracasar es considerablemente inferior al avance normal por diente correspondientemente a cortes poco profundos, los dos componentes del avance son iguales solamente cuando la profundidad de corte es igual, por lo menos, al radio del cortador. De esta manera, para el caso de una misma carga ejercida sobre un diente puede tenerse un avance más intenso cuando el corte es poco profundo que cuando es profundo.

1.2. INFORMACIÓN TÉCNICA DE LAS MÁQUINAS

1.2.1. Especificaciones y características de la fresadora No. 1, tipo vertical, tamaño #2 marca INDUMA

Ésta es una máquina fresadora de construcción italiana, con un motor trifásico, de servicio continuo tiene una mesa longitudinal de 250 x 1100 mm. y una altura de 2000 mm. la mesa vertical corre una distancia de 500 mm. y la mesa transversal corre una distancia de 300 mm. usada para fabricar piezas pequeñas y acabados finos.

1.2.1.1. Manejo de las partes de la máquina

Figura No. 16 Máquina fresadora INDUMA



1. CABEZAL SUPERIOR

El husillo del cabezal superior es la parte de la máquina donde se coloca la herramienta de corte, este husillo se puede mover por medio de una palanca. Arriba del cabezal se encuentra la faja, que es la que conecta el cabezal con el motor, es accionado cuando se enciende el motor por medio de un *switch*.

2. MESA VERTICAL

Ésta es la que soporta las otras dos mesas, nos sirve en algunos casos para darle profundidad de corte a las piezas de trabajo, tiene una manivela graduada en milímetros. Para mayor exactitud en las profundidades, es accionada por medio de una manivela situada enfrente de la máquina, tiene unas medidas de 300 x 600 mm. y recorre una distancia útil de trabajo de 510 mm. aproximadamente.

3. MESA TRANSVERSAL

Ésta mesa se utiliza para darle movimiento sobre el eje "Y" cuando se esta fresando una pieza de trabajo, tiene una manivela graduada en milímetros para mayor facilidad, es accionada por una manivela situada en la parte de enfrente de la máquina, tiene las siguientes medidas de 600 x 250 mm. con lo cuál recorre una distancia útil de trabajo de 310 mm. aproximadamente.

4. MESA LONGITUDINAL

Ésta mesa se utiliza para darle movimiento de izquierda a derecha o viceversa sobre el eje "X", cuando se esta maquinando la pieza de trabajo, tiene las siguientes medidas de 250 x 1100 mm. con lo cuál logra una distancia útil de trabajo de 620 mm. tiene 2 manivelas situadas en los extremos de la misma con graduaciones en milímetros, es utilizada frecuentemente para darle movimiento de corte a las piezas.

1.2.1.2. Sistema de lubricación

La lubricación es esencial para el funcionamiento de la máquina y de ella depende el buen funcionamiento de la misma, por consiguiente antes de poner en funcionamiento la máquina lubricar todas las guías, las mesas y llenar de aceite los depósitos, también engrasar todos los tornillos de las mesas.

1.2.1.3. Caja de engranajes o fajas

Ésta máquina dispone de un mecanismo de una faja que es la que le da el movimiento al husillo del cabezal por medio de un motor.

1.2.1.4. Lista de partes

- a) Motor
- b) Cabezal superior
- c) Husillo para portaherramientas
- d) Mesa vertical
- e) Mesa transversal
- f) Mesa longitudinal
- g) Manivelas
- h) Bomba de lubricación

1.2.1.5. Comentario

Ésta máquina no dispone de palancas de accionamiento automático para los movimientos verticales, transversales y longitudinales, solo dispone de un mecanismo de tipo automático para el husillo portaherramientas, la máquina se encuentra en perfecto estado.

1.2.2. Especificaciones y características de la fresadora No. 2 tipo vertical, tamaño # 1 marca RIGIVA

Ésta es una máquina fresadora vertical tamaño #1 de manufactura italiana, con un motor eléctrico trifásico marca CIEM de manufactura italiana, ésta fresadora tiene una mesa o bancada longitudinal de 200 x 850 mm. con la cual logra una carrera de 520 mm. por medio de un par de manivelas situadas en los extremos de la mesa longitudinal, esta máquina es muy utilizada para hacer trabajos pequeños que requieren gran exactitud.

1.2.2.1. Manejo de las partes de la máquina

Figura No. 17 Máquina fresadora RIGIVA



1. CABEZAL SUPERIOR

Este es accionado por un motor conectado al mismo por medio de un mecanismo de faja, tiene revoluciones lentas y altas dependiendo de las piezas de trabajo. En el cabezal se encuentra el husillo portaherramientas que es la parte donde se coloca la herramienta de corte.

2. MESA VERTICAL

Ésta mesa es donde van montadas las otras dos mesas, tiene las siguientes medidas de 200 x 500 mm. y se desplaza de arriba hacia abajo y viceversa sobre el eje "Z" una distancia útil de 300 mm. esta se puede usar para darle profundidad a la herramienta cortante, dependiendo la posición que se este trabajando la pieza, se le da movimiento por una manivela situada enfrente de la máquina con una escala graduada en milímetros.

3. MESA TRANSVERSAL

Ésta es la mesa que esta en medio de las otras dos mesas, tiene unas medidas de 40 x 23 cm. con las cuales logra un movimiento de adentro hacia fuera una distancia útil de trabajo de 17 cm. aproximadamente, por medio de una manivela graduada en milímetros, usada frecuentemente para el centrado de las piezas.

4. MESA LONGITUDINAL

Ésta mesa se encuentra en la parte superior de las otras dos mesas, tiene unas medidas de 200 x 900 mm. y recorre una distancia útil de trabajo de 510 mm. de izquierda a derecha, por medio de dos manivelas situadas en los extremos de la mesa graduadas en milímetros, es la más usada de las otras dos mesas, con ésta mesa se le da el avance de corte a la mayoría de las piezas de trabajo.

1.2.2.2. Sistema de lubricación

El sistema de lubricación en ésta máquina es manual con una engrasadora para las guías, cabezal superior, manivelas y tornillos principales, la lubricación es muy importante y esencial para tomar en cuenta en el uso de máquinas fresadoras.

1.2.2.3. Caja de engranajes o fajas

En está máquina el movimiento entre el motor y el husillo es por medio de un mecanismo de faja, que es la que conecta el husillo con el motor.

1.2.2.4. Lista de partes

- a) Motor
- b) Cabezal superior
- c) Husillo para portaherramientas
- d) Mesa vertical
- e) Mesa transversal
- f) Mesa longitudinal
- g) Manivelas
- h) Palancas de automáticos

1.2.2.5. Comentario

La máquina se encuentra en perfecto estado, todos sus componentes le sirven a la perfección.

1.2.5. Especificaciones y características de la fresadora No.3, tipo vertical, tamaño # 1 taladro fresador marca RONG FU

Este es un taladro fresador tamaño # 1 de fabricación taiwanesa, utilizado para perforar agujeros a piezas pequeñas con gran precisión, cuenta con un motor eléctrico.

1.2.3.1. Manejo de las partes de la maquina

Figura No. 18 Máquina fresadora RONG FU



1. CABEZAL SUPERIOR

Éste esta movido por un motor que conecta al mismo por medio de un mecanismo de faja, dispone de revoluciones altas y bajas, en esta máquina el corte se le da por medio del cabezal superior ya que es usado casi exclusivamente para taladrar agujeros.

2. MESA VERTICAL

No cuenta con una mesa vertical.

3. MESA TRASVERSAL

Ésta es la mesa utilizada para darle movimiento de adentro hacia fuera y viceversa sobre el eje "Y", por medio de una manivela graduada en milímetros, situada enfrente de la máquina, la cuál se mueve una distancia útil de trabajo de 130 mm. y cuenta con unas medidas de 400 x 300 mm. ésta mesa es usada para centrar las piezas de trabajo.

4. MESA LONGITUDINAL

Ésta es la mesa mas larga con unas dimensiones de 800 x 200 mm. con lo cuál logra moverse una distancia útil de trabajo de 560 mm. de izquierda a derecha y viceversa sobre el eje "X", por medio de un dos manivelas situadas en los extremos de la mesa, está mesa es utilizada para el centrado de piezas ya que la máquina se usa casi solamente para taladrar agujeros.

1.2.3.2. Sistema de lubricación

Está máquina no cuenta con una bomba de lubricación, por lo tanto la lubricación se hace manual en las manivelas y guías con aceite de lubricación y en los tornillos principales de las mesas con grasa de base de molibdeno, mensualmente.

1.2.3.3. Caja de engranajes o fajas

Ésta máquina cuenta con una faja que es la que le da el movimiento al husillo portaherramientas del cabezal vertical.

1.2.3.4. Lista de partes

- a) Motor
- b) Cabezal superior
- c) Husillo portaherramientas
- d) Palanca del husillo portaherramientas
- e) Mesa transversal
- f) Mesa longitudinal
- g) Manivelas

1.2.3.5. Comentario

La máquina se encuentra en buen estado. Trabajando de una manera eficiente.

1.2.4. Especificaciones y características de la fresadora No. 4, tipo universal, tamaño # 2 marca VIBOS

Ésta es una máquina de manufactura italiana, tiene una mesa de trabajo de 250 x 1100 mm. con una carrera útil de trabajo de 850 mm. aproximadamente, está máquina es muy utilizada casi para la fabricación de engranajes, ya que se le puede colocar tanto un cabezal vertical como un brazo horizontal, para la fabricación de cualquier tipo de engranaje.

1.2.4.1. Manejo de las partes de la máquina

Figura No. 19 Máquina fresadora VIBOS



1. CABEZAL SUPERIOR

Éste se puede colocar vertical u horizontal, por medio de un soporte que se le coloca en el brazo para soportar el eje horizontal en el cabezal es donde se coloca la herramienta de corte, en esta máquina se le puede colocar la herramienta tanto horizontal como vertical dependiendo el tipo de engranaje que se vaya a maquinar.

2. MESA VERTICAL

En ésta mesa es donde van montadas las otras dos mesas esta es usada para centrar las masas para la fabricación de engranajes, cuenta con unas medidas de 450 x 700 mm. con las cuales logra desplazarse una distancia útil de trabajo de 180 mm. aproximadamente.

3. MESA TRANSVERSAL

Ésta mesa se encuentra en medio de las mesas y es por la cuál de le da profundidad al corte de los dientes del engranaje, por medio de una manivela situada en frente de la máquina, cuenta con unas medidas de 650 x 300 mm. con las cuales logra desplazarse una distancia útil de trabajo de 200 mm. aproximadamente.

4. MESA LONGITUDINAL

Ésta es la mesa superior donde va montado el cabezal divisor, el cabezal divisor es el que se utiliza para darle el numero de dientes requerido al engranaje, está mesa se utiliza para darle avance al corte cuando se están fresando los engranajes, cuenta con unas medidas de 250 x 1100 mm. con las cuales logra moverse una distancia útil de trabajo de 850 mm. aproximadamente.

1.2.4.2. Sistema de lubricación

Se hace por medio de una bomba lubricante, la cuál le manda lubricación a las guías de la mesa, a los ejes de las poleas de la faja. El cabezal vertical la lubricación es por medio de grasa, en las manivelas la lubricación debe hacerse manual.

1.2.4.3. Caja de engranajes o fajas

Está máquina lleva fajas del motor al husillo horizontal, donde transmite el movimiento y lleva engranajes en el cabezal vertical, tipo helicoidales que son los que le cambian el movimiento horizontal a vertical.

1.2.4.4. Lista de partes

- a) Motor
- b) Cabezal superior
- c) Husillo portaherramientas
- d) Mesa vertical
- e) Mesa transversal
- f) Mesa longitudinal
- g) Manivelas
- h) Palancas de automáticos
- i) Bomba lubricante

1.2.4.5. Comentario

Está máquina se encuentra en perfecto estado, todos sus componentes le funcionan correctamente.

1.2.5. Especificaciones y características de la fresadora No. 5, tipo vertical tamaño # 2 marca BRIDGEPORT

Ésta es una fresadora tipo vertical de mediano tamaño.

No. de serie 9316K

Manufactura italiana

No. de orden 39233/3

No. de matricula JB6121

Es muy utilizada frecuentemente para la rectificación de piezas de mediano tamaño.

1.2.5.1. Manejo de las partes de la máquina

Figura No. 20 Máquina fresadora BRIDGEPORT



1. CABEZAL SUPERIOR

Éste es movido por un motor conectado al mismo por un mecanismo de faja, es aquí donde se coloca la herramienta de corte, es utilizado muy frecuentemente para el perforado de agujeros por medio de una palanca del lado derecho del cabezal.

2. MESA VERTICAL

Ésta es la mesa que soporta las otras dos mesas, tiene un movimiento de arriba hacia abajo y viceversa sobre el eje "Z", cuenta con unas medidas de 650 x 500 mm. y tiene una distancia útil de trabajo de 360 mm. aproximadamente, movida por una manivela situada en la parte de enfrente de la máquina, graduada en milímetros.

3. MESA TRANSVERSAL

Ésta mesa se encuentra en medio de las otras dos mesas, tiene un movimiento de adentro hacia fuera y viceversa sobre el eje "Y", tiene las siguientes medidas de 500 x 300 mm. y una distancia útil de trabajo de 390 mm. aproximadamente, esta mesa obtiene su movimiento por medio de una manivela situada en la parte de enfrente de la mesa graduada en milímetros.

4. MESA LONGITUDINAL

Ésta mesa se encuentra en la parte superior de las mesas, tiene un movimiento de izquierda a derecha y viceversa sobre el eje "X", tiene las siguientes medidas de 250 x 1100 mm. con las cuales logra moverse una distancia útil de trabajo de 850 mm. por medio de dos manivelas situadas en los extremos de la mesa, está mesa es utilizada frecuentemente para darle el avance de corte a la pieza de trabajo.

1.2.5.2. Sistema de lubricación

En ésta máquina el sistema de lubricación es manual, debido a que no cuenta con una bomba de lubricación, la lubricación debe hacerse en el cabezal superior, en las guías de la mesa y tornillos principales de movimiento.

1.2.5.3. Caja de engranajes o fajas

Esta máquina tiene un mecanismo de faja que es la que le da el movimiento al husillo portaherramientas, la faja es la que conecta al motor con el husillo.

1.2.5.4. Lista de partes

- a) Motor
- b) Cabezal superior
- c) Husillo portaherramientas
- d) Palanca del husillo portaherramientas
- e) Mesa vertical
- f) Mesa transversal
- g) Mesa longitudinal
- h) Manivelas
- i) Palancas de automáticos

1.2.5.5. Comentario

Esta máquina está funcionando bien, todos sus componentes le funcionan correctamente.

**1.2.6. Especificaciones y características de la fresadora
No. 6, tipo vertical, tamaño # 3, marca DART DL 3_F**

Ésta es una fresadora de manufactura taiwanesa, tamaño # 3, del tipo vertical.

- No. de serie 890252
- Modelo 3KW1

Cuenta con un motor eléctrico JINCHIN de manufactura taiwanesa el cuál es el que le provee el movimiento al husillo portaherramientas, esta fresadora es muy utilizada para la fabricación de piezas de mediano tamaño.

1.2.6.1. Manejo de las partes de la máquina

Figura No. 21 Máquina fresadora DART DL 3_F



1. CABEZAL SUPERIOR

Éste se encuentra en la parte de arriba de la máquina y es movido por un motor eléctrico conectado al mismo por una faja, en el cabezal superior es donde se encuentra el husillo portaherramientas, que es donde se coloca la herramienta de corte se puede bajar o subir por medio de una palanca que se encuentra del lado derecho del cabezal.

2. MESA VERTICAL

Ésta mesa es la que soporta las otras dos mesas tiene las siguientes medidas de 800 x 500 mm. con las cuales logra subir y bajar y viceversa sobre el eje "Z" una distancia útil de trabajo 330 mm. aproximadamente por medio de una manivela situada enfrente de la máquina con una escala graduada en milímetros, es muy usada par centrar piezas y en ocasiones darle profundidad de corte.

3. MESA TRANSVERSAL

Ésta se encuentra en medio de las otras dos mesas tiene las siguientes medidas de 300 x 180 mm. con las cuales logra moverse de adentro para fuera y viceversa sobre el eje "Y" una distancia útil de trabajo de 420 mm. aproximadamente, por medio de una manivela en la parte de enfrente de la máquina graduada en milímetros.

4. MESA LONGITUDINAL

Ésta se encuentra en la parte superior de las mesas cuenta con unas medidas de 250 x 1300 mm. con las cuales logra moverse de izquierda a derecha y viceversa sobre el eje "X" una distancia útil de trabajo de 800 mm. aproximadamente, por medio de dos manivelas situadas en los extremos de la mesa, muy usada frecuentemente para darle avance de corte a las piezas de trabajo.

1.2.6.2. Sistema de lubricación

El sistema de lubricación para esta máquina es por medio de bomba de tipo manual, para las partes de difícil acceso y manual con aceite y grasa para las partes accesibles, como manivelas guías y tornillo principales de avance.

1.2.6.3. Caja de engranajes o fajas

Esta máquina tiene un mecanismo de faja, que es la que le transmite el movimiento del motor eléctrico hacia el husillo portaherramientas.

1.2.6.4. Lista de partes

- a) Motor eléctrico
- b) Cabezal superior
- c) Husillo portaherramientas
- d) Palanca del husillo portaherramientas
- e) Mesa vertical
- f) Mesa transversal
- g) Mesa longitudinal
- h) Manivelas
- i) Palanca de automáticos
- j) Bomba de lubricación

1.2.6.5. Comentario

La máquina es muy usada para fabricar trabajos de mediano tamaño, la manivela izquierda de la mesa longitudinal esta fracturada de la palanca.

1.2.7. Especificaciones y características de la fresadora No 7, tipo vertical, tamaño # 2, marca ROSSI-VO

Ésta es una máquina de mediano tamaño para la fabricación de piezas pequeñas, construida en el año 1961.

- No. de serie 1176

Es de manufactura italiana, cuenta con un motor eléctrico marca SICEI.

1.2.7.1 Manejo de las partes de la máquina

Figura No. 22 Máquina fresadora ROSSI-VO



1. CABEZAL SUPERIOR

Es la parte que se encuentra arriba de la máquina donde va el husillo portaherramientas, donde a su vez se conecta la herramienta de corte, este cabezal cuenta con una palanca para bajar o subir cuando se va a taladrar, es movido por medio de un motor conectado al mismo por una faja.

2. MESA VERTICAL

Ésta es la que soporta las otras dos mesas tiene las siguientes medidas de 500 x 350 mm. lo cuál le permite subir y bajar y viceversa sobre el eje "Z", una distancia útil de trabajo de 350 mm. aproximadamente, por medio de una manivela situada enfrente de la máquina, graduada en milímetros.

3. MESA TRANSVERSAL

Ésta se encuentra en medio de las otras dos mesas, tiene las siguientes medidas de 800 x 250 mm. y logra ir de adentro hacia fuera y viceversa sobre el eje "Y" una distancia útil de trabajo de 210 mm. aproximadamente, por medio de una manivela situada en la parte de enfrente de la máquina, graduada en milímetros.

4. MESA LONGITUDINAL

Ésta se encuentra en la parte de arriba de las mesas, tiene las siguientes medidas de 1200 x 300 mm. y recorre de izquierda a derecha sobre el eje "X", una distancia útil de trabajo de 810 mm. aproximadamente, por medio de dos manivelas que se encuentran en los extremos de la mesa, graduadas en milímetros, utilizada para otorgarle avance de corte a la pieza que se esta maquinando.

1.2.7.2. Sistema de lubricación

La lubricación se hará por medio de bomba de lubricación en los puntos inaccesibles de la máquina y manual con aceite y grasa para los puntos accesibles, como manivelas, guías, tornillos principales de avance.

1.2.7.3. Caja de engranajes o fajas

Esta máquina tiene un mecanismo de faja, que es el que le transmite el movimiento desde el motor hacia el husillo portaherramientas.

1.2.7.4. Lista de partes

- a) Motor
- b) Cabezal superior
- c) Husillo portaherramientas
- d) Palanca del husillo portaherramientas
- e) Mesa vertical
- f) Mesa transversal
- g) Mesa longitudinal
- h) Bomba de lubricación
- i) Palanca de automáticos
- j) Manivelas

1.2.7.5. Comentario

La máquina se encuentra trabajando bien, y esta en buenas condiciones.

1.2.8. Especificaciones y características de la fresadora No 8, tipo copiadora, marca DECKEL KF1

Está máquina tipo pantógrafo para copiar piezas, cuenta con un motor SIEMENS conectado al cabezal vertical por medio de una faja, la cual esta en buen estado, esta copiadora no es muy usada, ya que se usa solo cuando son piezas difíciles de hacer, por tal motivo se usa una copiadora de este tipo.

1.2.8.1. Manejo de las partes de la máquina

Figura No. 23 Máquina fresadora DECKEL KF1



1. CABEZAL SUPERIOR

Ésta máquina cuenta con dos cabezales, uno para guía y el otro para cortar, este último es conectado al motor por medio de un mecanismo de faja.

2. MESAS

Cuenta con dos mesas, una mesa para la pieza que se quiere copiar y la otra mesa para la pieza que se desea fabricar, las mesas son de tipo vertical, estas mesas cuentan con los tres movimientos, los de eje "Z", eje "Y" y eje "X",

1.2.8.2. Sistema de lubricación

La lubricación es manual en las partes como las manivelas, guías y tornillos de avance, así como también en las partes de movimiento de toda la máquina.

1.2.8.3. Caja de engranajes o fajas

Esta máquina copidora cuenta con un mecanismo de faja que es la que conecta el motor con el husillo principal del cabezal.

1.2.8.4. Lista de partes

- a) Motor
- b) Cabezal del husillo principal
- c) Cabezal para copiar
- d) Mesa para copiar
- e) Mesa para la pieza en bruto
- f) Palanca del cabezal para copiar

g) Manivelas

1.2.8.5. Comentario

La máquina esta en excelentes condiciones, todos sus componentes están en buen estado, funcionando perfectamente.

1.2.9. Especificaciones y características de la fresador No. 9, tipo universal, tamaño # 3, marca PASQUINO

Ésta es una fresadora universal de tamaño # 3, frecuentemente usada para la rectificación de placas de mediano tamaño, utilizando solo el husillo con su herramienta de corte, en este caso un planeador utilizado para la rectificación de placas.

1.2.9.1. Manejo de las partes de la máquina

Figura No 24 Máquina fresadora PASQUINO



1. HUSILLO PRICIPAL

Esta máquina en su mayoría de veces se usa sin ningún tipo de cabezal, ya que se le coloca la herramienta de corte directamente en el husillo horizontal.

2. MESA VERTICAL

Esta mesa tiene las siguientes medidas de 800 x 450 mm. y logra moverse una distancia útil de trabajo de abajo hacia arriba y viceversa sobre el eje "Z" una distancia de 580 mm. aproximadamente, por medio de una manivela situada en la parte de enfrente de la máquina graduada en milímetros.

3. MESA TRANSVERSAL

Esta mesa tiene las siguientes medidas de 450 x 400 mm. con las cuales logra moverse una distancia útil de adentro hacia fuera y viceversa sobre el eje "Y" de 200 mm. aproximadamente, por medio de una manivela situada en la parte de enfrente de la máquina graduada en milímetros, esta mesa es muy usada para darle profundidad de corte, cuando se trabajan placas de acero.

4. MESA LONGITUDINAL

Esta mesa tiene unas medidas de 350 x 1400 mm. y logra moverse una distancia útil de trabajo de izquierda a derecha y viceversa sobre el eje "X" de 600 mm. aproximadamente, por medio de dos manivelas que tiene en los extremos de la mesa, esta mesa es muy usada para darle avance de corte cuando se trabajan piezas largas.

1.2.9.2. Sistema de lubricación

La lubricación en esta máquina es por medio de una bomba lubricante en las partes de difícil acceso, como el brazo y dentro de las mesas, y manual en las manivelas y guías con aceite y grasa en los tornillos principales de avance.

1.2.9.3. Caja de engranajes o fajas

Ésta máquina cuenta con fajas que van del motor hacia el husillo del portaherramientas, pero también cuando se usa con el cabezal vertical este en su interior tiene un juego de engranajes helicoidales que son los encargados de cambiarle el movimiento horizontal por vertical.

1.2.9.4. Lista de partes

- a) Motor
- b) Husillo portaherramientas
- c) Mesa vertical
- d) Mesa transversal
- e) Mesa longitudinal
- f) Palancas de automáticos
- g) Palanca de arranque
- h) Bomba de lubricación
- i) Manivelas

1.2.9.5. Comentario

La máquina se encuentra en buen estado, todos sus componentes le funcionan bien.

1.3. DIAGNÓSTICO DE LAS MÁQUINAS FRESADORAS

1.3.1. Máquina Fresadora No. 1, tipo vertical, tamaño # 2, marca INDUMA, procedencia Italia.

1.3.1.1. Motor Eléctrico

Motor eléctrico trifásico

Modelo: 6B474

No. De Serie: 70222/69877

Frecuencia: 50 Hz

Amperaje: 4.8 – 2.8 amp.

Voltaje: 220 – 380 volt

Revoluciones: 1400 rpm

Potencia: 1.5 Hp

- a) Observaciones: el motor funciona correctamente la faja se encuentra en mal estado.

1.3.1.2. Cabezal Superior

Se encuentra en buen estado, funciona su mecanismo de movimiento automático.

- a) Lubricación: rellenar el depósito de aceite del movimiento de las poleas cuando le haga falta.
- b) Observaciones: el automático y las palancas de movimiento le funcionan correctamente.

1.3.1.3. Mesa Vertical

Se encuentra en buen estado. Las guías la manivela y el tornillo principal de avance le funcionan bien.

- b) Lubricación: se hace por medio de una aceitera en las manivelas y guías de la mesa en unos depósitos que cuenta la máquina y se le agrega grasa al tornillo principal de movimiento.
- b) Observaciones: esta mesa es de accionamiento manual.

1.3.1.4. Mesa Transversal

Se encuentra en buen estado. Las guías la manivela y el tornillo principal de movimiento le funcionan correctamente.

- a) Lubricación: se le agrega aceite a la manivela y guías y grasa al tornillo principal.
- b) Observaciones: esta mesa es de accionamiento manual.

1.3.1.5. Mesa Longitudinal

Se encuentra en buen estado. Las guías la manivela y el tornillo principal de movimiento le funcionan correctamente

- a) Lubricación: se le agrega aceite en las manivelas y guías y grasa al tornillo principal, en forma manual.
- b) Observaciones: esta mesa es de accionamiento manual.

1.3.1.6. Bomba de Lubricación

No se encuentra funcionando debido a que los conductos de lubricación se encuentran tapados.

1.3.1.7. Apariencia Física de la Máquina

Esta en buenas condiciones tiene buena la pintura, esta bien nivelada, las manivelas, mesas y guías se encuentran en buen estado.

1.3.1.8. Vibraciones

Esta máquina no tiene vibraciones.

1.3.1.9. Acometidas Eléctricas

Las acometidas eléctricas se encuentran en perfecto estado y bien aisladas, carece de cables con exposición del alambre conductor y conexiones en mal estado.

1.3.1.10. Iluminación de la Máquina

La iluminación por parte del taller que se proyecta sobre la máquina, es de buena calidad, ya que permite ver adecuadamente las escalas de las manivelas, el cabezal superior y tomar lectura con los instrumentos de medición.

**1.3.2. Máquina Fresadora No. 2 tipo vertical tamaño #1,
marca RIGIVA, procedencia Italia.**

1.3.2.1. Motor Eléctrico

Motor eléctrico trifásico marca CIEM

Modelo: CR90LN/2/4

No. De Serie: 157789

Frecuencia: 50 Hz

Amperaje: 3.1 amperios

Voltaje: 380 voltios

Revoluciones: 1400 rpm

Potencia: 1 Hp

Fajas: A33

- a) Observaciones: el motor eléctrico y la faja se encuentran en buenas condiciones.

1.3.2.2. Cabezal Superior

Se encuentra en perfecto estado.

- a) Lubricación: la lubricación es manual, se hace por medio de una engrasadora en dos puntos del cabezal, del lado izquierdo.
- b) Observaciones: sus componentes le funcionan correctamente.

1.3.2.3. Mesa Vertical

Se encuentra en buen estado. Las guías la manivela y el tornillo principal de avance le funcionan bien.

a) Lubricación: es manual con engrasadora en las guías, manivelas y tornillo de avance.

b) Observaciones: todos sus dispositivos le funcionan correctamente.

1.3.2.4. Mesa Transversal

Se encuentra en buen estado. Las guías la manivela y el tornillo principal de avance le funcionan bien.

a) Lubricación: es manual con engrasadora en las guías, manivelas y tornillo principal de avance.

b) Observaciones: todos sus dispositivos le funcionan correctamente.

1.3.2.5. Mesa Longitudinal

Se encuentra en buen estado. Las guías, las manivelas y el tornillo principal de avance están funcionando bien.

a) Lubricación: es manual por medio de engrasadora en las guías, manivelas y tornillo principal de avance.

b) Observaciones: todos sus dispositivos le funcionan correctamente.

1.3.2.6. Bomba de Lubricación

Está máquina fresadora con cuenta con bomba de lubricación.

1.3.2.7. Apariencia Física de la Máquina

La máquina se observa en buenas condiciones, le falta un retoque de pintura.

1.3.2.8. Vibraciones

Esta máquina no tiene vibraciones.

1.3.2.9. Acometidas Eléctricas

Las acometidas y conexiones se encuentran bien, solo la conexión de la luz de la máquina se encuentra desconectada.

1.3.2.10. Iluminación de la Máquina

La iluminación proporcionada por el taller no está específicamente proyectada sobre la máquina, la máquina se encuentra en medio de dos lámparas, cuando se quiere trabajar en esta máquina es necesario encender las dos lámparas para tener una mejor visibilidad.

1.3.3. Máquina Fresadora No. 3, tipo vertical, tamaño # 1, taladro fresador, marca RONG FU, procedencia Taiwan

1.3.3.1. Motor Eléctrico

Motor eléctrico de inducción

Modelo:

No. De Serie JDO71174

Frecuencia: 60 Hz

Amperaje: 22/11 amperios

Voltaje: 115/230 voltios

Revoluciones: 1720 rpm

Potencia: 2 Hp

- a) Observaciones: el motor se encuentra en buen estado, se le empieza a oír un ruido extraño como de rodamiento, probablemente sea el cojinete, tomar nota y cambiarlo, la faja se encuentra en regular estado, revisarla cada mes dependiendo del uso y cuando ya no este en buen estado cambiarla.

1.3.3.2. Cabezal Superior

Se encuentra en buenas condiciones, todos sus mecanismos.

- a) Lubricación: a lubricación es manual por medio de aceitera, usa grasa en el husillo también en un tornillo guía que tiene una escala graduada en mm. y también en la guía del poste del cabezal.
- b) Observaciones: en está fresadora el movimiento vertical lo da el cabezal superior por tratarse de un taladro fresador se le cambio el encendido y apagado por el original.

1.3.3.3. Mesa Vertical

No cuenta con mesa vertical.

1.3.3.4. Mesa Transversal

Se encuentra en buenas condiciones tanto manivela como guías y el tornillo principal de avance.

- a) Lubricación: se le debe agregar aceite a las guías, la manivela y grasa al tornillo principal de avance, en forma manual.
- b) Observaciones: la mesa cuenta con dos dispositivos tipo manecillas que son las que le accionan un freno al movimiento transversal, está mesa es de accionamiento manual.

1.3.3.5. Mesa Longitudinal

Está mesa se encuentra en perfecto estado, tanto las manivelas como el tornillo principal de avance.

- a) Lubricación: la lubricación es manual, por medio de aceite a las manivelas y las guías de la máquina y con grasa en el tornillo principal de movimiento.
- b) Observaciones: está mesa cuenta con dos dispositivos que accionan un freno en la mesa, está mesa es de accionamiento manual.

1.3.3.6. Bomba de Lubricación

Está máquina no tiene bomba de lubricación.

1.3.3.7. Apariencia Física de la Máquina

La máquina se ve en buenas condiciones, bien cimentada, es necesaria una aplicación de pintura.

1.3.3.8. Vibraciones

Está máquina fresadora no tiene vibraciones.

1.3.3.9. Acometidas Eléctricas

Se encuentran en buenas condiciones. Solo sería necesario forrar dos cables eléctricos que se encuentran separados.

1.3.3.10. Iluminación de la Máquina

La iluminación proporcionada por las instalaciones del taller, se encuentra en buena ubicación, de manera que se ven bien las escalas de las manivelas, y permite obtener de buena manera las lecturas de los instrumentos de medición.

1.3.4. Máquina Fresadora No 4, tipo universal, tamaño # 2, Marca VIBOS, procedencia Italia.

1.3.4.1. Motor Eléctrico

Motor eléctrico marca BALDOR

Modelo: 36E02 - 2759

No. De Serie: F1195

Frecuencia: 60 Hz

Amperaje: 32/16.8 – 16 amperios

Voltaje: 115/208 – 230 voltios

Revoluciones: 1725 rpm

Potencia: 3 Hp

- a) Observaciones: el motor está en buen estado.

1.3.4.2. Cabezal Superior

Cuenta con un sistema de brazo, esto es para cuando se requiera trabajar en forma horizontal y en forma vertical. El sistema se encuentra en perfecto estado.

- a) Lubricación: es manual por medio de grasa, cuando se usa el cabezal vertical, este se llena con grasa en su parte interior.

- b) Observaciones: este se encuentra funcionando bien.

1.3.4.3. Mesa Vertical

Se encuentra en perfecto estado, todos sus accesorios le funcionan correctamente, la manivela, las guías y el tornillo principal de avance funcionan bien.

- a) Lubricación: está máquina lleva aceite en la manivela y guías así como también grasa en el tornillo principal de avance.

- b) Observaciones: todos sus componentes le funcionan bien.

1.3.4.4. Mesa Transversal

Está mesa se encuentra en buen estado, todos sus componentes como guías, la manivela y el tornillo principal de avance funcionan bien.

- a) Lubricación: está máquina lleva aceite en la manivela y las guías y grasa en el tornillo principal de avance.

- b) Observaciones: todos sus componentes le funcionan bien.

1.3.4.5. Mesa Longitudinal

Se encuentra en buen estado, las manivelas, las guías y el tornillo principal de avance le funcionan bien.

- a) Lubricación: lleva grasa en el tornillo principal de avance y aceite en las manivelas y las guías.
- b) Observaciones: todos los componentes le funcionan bien, el único inconveniente es la manguera que se usa para el retorno de aceite refrigerante que se encuentra en mal estado, es necesaria cambiarla por una nueva.

1.3.4.6. Bomba de Lubricación

Se encuentra en buen estado.

1.3.4.7. Apariencia Física de la Máquina

La pintura se encuentra en buen estado, todas las partes funcionan correctamente, las tuercas del cabezal vertical se encuentran un poco desgastadas, tomar nota y cambiarlas.

1.3.4.8. Vibraciones

La máquina no tiene vibraciones.

1.3.4.9. Acometidas Eléctricas

Se encuentran en buen estado, no se le ven cables con exposición del alambre conductor, tampoco conexiones en mal estado.

1.3.4.10. Iluminación de la Máquina

La máquina se encuentra en medio de dos lámparas es necesario encender las dos lámparas para tener una buena iluminación y así poder ver bien las escalas de las manivelas.

1.3.5. Máquina Fresadora No. 5, tipo vertical, tamaño # 2, marca BRIDGEPORT, procedencia Inglesa.

1.3.5.1. Motor Eléctrico

Motor eléctrico marca SACEMI

Modelo: IMM 56A

No. De Serie: F1195

Frecuencia: 50 Hz

Amperaje: 0.7 Δ, 0.4Υ amperios

Voltaje: 220 – 240Δ voltios

Revoluciones: 2800 rpm

Potencia:

- a) Observaciones: el motor y su faja se encuentra en buen estado.

1.3.5.2. Cabezal Superior

Se encuentra en buen estado, todos sus componentes le funcionan bien.

- a) Lubricación: la lubricación es manual por medio de una aceitera en los depósitos del cabezal.
- b) Observaciones: el cabezal se encuentra funcionando bien.

1.3.5.3. Mesa Vertical

Se encuentra en buenas condiciones todos sus componentes le funcionan correctamente, las guías, la manivela y el tornillo principal de avance.

- a) Lubricación: la lubricación es manual por medio de una aceitera en las guías y la manivela de la máquina y con grasa en el tornillo principal de avance.
- b) Observaciones: todos sus dispositivos se encuentran en buen estado.

1.3.5.4. Mesa Transversal

Se encuentra en buenas condiciones, todos sus componentes le funcionan correctamente.

- a) Lubricación: la lubricación es manual por medio de una aceitera en las guías y la manivela de la máquina y con grasa en el tornillo principal de avance.
- b) Observaciones: todos sus dispositivos se encuentran en buen estado.

1.3.5.5. Mesa Longitudinal

Está mesa se encuentra en buenas condiciones, todos sus componentes le funcionan bien, tanto las manivelas, las guías y el tornillo principal de avance.

- a) Lubricación: la lubricación es manual por medio de aceitera en las guías y en las manivelas, y con grasa en el tornillo principal de avance.

b) Observaciones: todos sus dispositivos se encuentran en buen estado.

1.3.5.6. Bomba de Lubricación

Esta máquina no tiene bomba de lubricación.

1.3.5.7. Apariencia Física de la Máquina

La máquina se ve en buenas condiciones, tanto la pintura como todas sus partes están en buen estado.

1.3.5.8. Vibraciones

La máquina no tiene vibraciones.

1.3.5.9. Acometidas Eléctricas

Todas sus conexiones se encuentran bien, carece con cables con exposición del alambre conductor y no tiene cables con fractura.

1.3.5.10. Iluminación de la Máquina

La iluminación proporcionada por las instalaciones del taller esta bien, ya que es posible ver de forma correcta y clara las escalas de las manivelas y tomar lecturas con los instrumentos de medición.

1.3.6. Máquina Fresadora No. 6, tipo vertical, tamaño # 3, marca DART DL 3_F, procedencia Taiwán.

1.3.6.1. Motor Eléctrico

Motor eléctrico marca JINCHIN

Modelo:

No. De Serie:

Frecuencia: 50 Hz

Amperaje: 14.3 – 8.3 amperios

Voltaje: 220 – 380 voltios

Revoluciones: 1430 rpm

Potencia: 5 Hp

- a) Observaciones: los cojinetes del motor son 6204 y 6203, se encuentran en buen estado.

1.3.6.2. Cabezal Superior

Se encuentra en buenas condiciones y funcionando correctamente.

- a) Lubricación: es por medio de bomba y manual en el husillo principal.
- b) Observaciones: todos sus dispositivos están funcionando bien.

1.3.6.3. Mesa Vertical

Se encuentra en buenas condiciones, tanto su manivela, sus guías y el tornillo principal de avance funcionan bien.

- a) Lubricación: es por medio de aceite en las guías y la manivela, así también con grasa en el tornillo principal de avance.
- b) Observaciones: todos sus dispositivos le funcionan correctamente.

1.3.6.4. Mesa Transversal

Se encuentra en buenas condiciones, las guías, la manivela y el tornillo principal de avance se encuentran funcionando correctamente.

- a) Lubricación: por medio de aceite en las guías y la manivela y con grasa en el tornillo principal de avance.
- b) Observaciones: todos sus dispositivos funcionan correctamente.

1.3.6.5. Mesa Longitudinal

Esta mesa se encuentra en buen estado, sus guías, sus manivelas y el tornillo principal de avance está funcionando bien.

- a) Lubricación: por medio de aceite en las guías y las manivelas y con grasa en el tornillo principal de avance.
- b) Observaciones: todos sus dispositivos funcionan correctamente, solo la manivela del lado izquierda se encuentra fracturada.

1.3.6.6. Bomba de Lubricación

La bomba de lubricación es manual y se encuentra en buen estado

1.3.6.7. Apariencia Física de la Máquina

La máquina se ve en buenas condiciones, ya que acaba de ser pintada, todos sus mecanismos se ven en buen estado y se encuentra bien nivelada.

1.3.6.8. Vibraciones

La máquina no tiene vibraciones.

1.3.6.9. Acometidas Eléctricas

Las acometidas se encuentran bien, no tiene cables con exposición del alambre conductor, y no tiene conexiones en mal estado.

1.3.6.10. Iluminación de la Máquina

La iluminación proporcionada por el taller está un poco mala ya que las lámparas no se encuentran proyectadas sobre la máquina, pero si se logra visualizar las escalas de las manivelas.

1.3.7. Máquina Fresadora No 7, tipo vertical, tamaño # 2 Marca ROSSI-VO, procedencia Italia.

1.3.7.1. Motor Eléctrico

Motor eléctrico trifásico marca SICEI

Modelo: 5B48-4

No. De Serie: 48411D

Frecuencia: 50 Hz

Amperaje: 5 – 2.8 amperios

Voltaje: 260 – 450 voltios

Revoluciones: 1420 rpm

Potencia: 2 Hp

- a) Observaciones: el motor se arruino recientemente, está en reparación, las fajas se encuentran en mal estado, es necesario cambiarlas.

1.3.7.2. Cabezal Superior

Se encuentra en buen estado, todos sus componentes se ven en buen estado.

- a) Lubricación: con aceite en el husillo y el cabezal vertical.
- b) Observaciones: todos sus dispositivos se encuentran en buen estado.

1.3.7.3. Mesa Vertical

Se encuentran en buenas condiciones, sus componentes se ven en buen estado.

- a) Lubricación: con aceite en las guías y la manivela y grasa en el tornillo principal de avance.
- b) Observaciones: todos sus dispositivos funcionan bien.

1.3.7.4. Mesa Transversal

Se encuentra en buen estado, sus guías, su manivela y su tornillo principal de avance funcionan bien.

- a) Lubricación: es con aceite en las guías y la manivela de movimiento, y con grasa en el tornillo principal de avance.
- b) Observaciones: todos sus dispositivos se encuentran funcionando bien.

1.3.7.5. Mesa Longitudinal

Está mesa se encuentra en buen estado, sus guías, sus manivelas y el tornillo principal de movimiento se encuentran bien.

- a) Lubricación: con aceite en las guías y las manivelas y con grasa en el tornillo principal de movimiento.
- b) Observaciones: todos sus dispositivos funcionan bien, no tiene la manivela del lado derecho.

1.3.7.6. Bomba de Lubricación

La bomba de lubricación se encuentra en buen estado.

1.3.7.7. Apariencia Física de la Máquina

La máquina tiene una buena apariencia ya que se pinto, todos sus mecanismos se ven bien y se encuentra bien nivelada.

1.3.7.8. Vibraciones

La máquina no tiene vibraciones.

1.3.7.9. Acometidas Eléctricas

Las acometidas eléctricas están en perfecto estado, no tiene conexiones en mal estado, y no tiene cables con exposición del alambre conductor.

1.3.7.10. Iluminación de la Máquina

La iluminación proporcionada por el taller es de mediana calidad ya que las lámparas no están proyectadas directamente arriba de la máquina, si no que se encuentra en el lado derecho, si se logra ver las escalas de las manivelas, pero se tiene que encender las lámparas que se encuentran del lado izquierdo.

1.3.8. Máquina Fresadora No. 8, tipo copiadora, KF 1 marca DECKEL, procedencia Alemania.

1.3.8.1. Motor Eléctrico

Motor eléctrico marca SIEMENS

Modelo:

No. De Serie: 38488

Frecuencia:

Amperaje:

Voltaje:

Revoluciones:

Potencia:

- a) Observaciones: el motor se encuentra funcionando bien, el motor no tiene placa de identificación.

1.3.8.2. Cabezal Superior

Esta máquina cuenta con dos cabezales, los cuales se encuentran en buen estado y funcionando perfectamente.

- a) Lubricación: con aceite en el husillo principal, y los cabezales verticales.

- b) Observaciones: todos los mecanismos de los cabezales están funcionando bien.

1.3.8.3. Mesas

Está máquina cuenta con dos mesas, que podríamos decir que son verticales que a la vez son transversales y longitudinales, ya que una de las mesas es donde se coloca la pieza que se quiere copiar, y en la otra mesa se coloca la pieza que se quiere fabricar.

- a) Lubricación: la lubricación es con aceite en las manivelas y las guías y con grasa en el tornillo principal de avance.
- b) Observaciones: todos los dispositivos de la máquina funcionan bien.

1.3.8.4. Bomba de Lubricación

Está máquina no tiene bomba de lubricación.

1.3.8.5. Apariencia Física de la Máquina

La máquina necesita ser pintada, ya que se encuentra descarada y sucia, se ve bien nivelada y bien cimentada.

1.3.8.6. Vibraciones

La máquina no tiene vibraciones.

1.3.8.7. Acometidas Eléctricas

Las conexiones se encuentran bien, no tiene cables con exposición del alambre conductor y no tiene cables en mal estado.

1.3.8.8. Iluminación de la Máquina

La iluminación proporcionada por el taller se encuentra en buen lugar, ya que facilita ver en buena forma las escalas de las manivelas.

1.3.9. Máquina Fresadora No 9, tipo universal, tamaño # 3 marca PASQUINO, procedencia Italia.

1.3.9.1. Motor Eléctrico

Motor eléctrico marca POZZI

Modelo:

No. De Serie:

Frecuencia:

Amperaje:

Voltaje:

Revoluciones:

Potencia:

- a) Observaciones: el motor se encuentra funcionando bien, no tiene la placa en lugar visible por lo tanto no se le pueden tomar los datos del mismo.

1.3.9.2. Cabezal Superior

Cuenta con un sistema de brazo, esto es para cuando se requiera trabajar en forma horizontal y en forma vertical. El sistema se encuentra en perfecto estado.

- a) Lubricación: por medio de bomba en el brazo y manual en las guías.

- b) Observaciones: en esta máquina solo se usa el husillo del brazo sin ningún tipo de cabezal, ya que en el husillo es donde se coloca la herramienta de corte.

1.3.9.3. Mesa Vertical

Se encuentra en buen estado, la manivela, las guías y el tornillo principal de avance funcionan bien.

- a) Lubricación: por medio de bomba y manual en las guías, la manivela y el tornillo principal de avance.
- b) Observaciones: todos sus mecanismos se encuentran funcionando bien.

1.3.9.4. Mesa Transversal

Se encuentra en buenas condiciones, las guías, la manivela y el tornillo principal de movimiento están funcionando correctamente.

- a) Lubricación: por medio de bomba y manual en las guías, manivela y el tornillo principal de avance.
- b) Observaciones: todos sus mecanismos se encuentran funcionando bien.

1.3.9.5. Mesa Longitudinal

Esta mesa se encuentra en buenas condiciones, funcionando correctamente.

- a) Lubricación: por medio de bomba y manual en las guías, manivelas y tornillos principales de avance.
- b) Observaciones: sus mecanismos funcionan bien, no tiene la manivela del lado derecho de la mesa, tiene una manguera de retorno de aceite refrigerante colgando de la parte derecha de la maquina.

1.3.9.6. Bomba de Lubricación

Se encuentra en buen estado

1.3.9.7. Apariencia Física de la Máquina

La máquina se encuentra un poco sucia y la pintura en mal estado, se encuentra bien cimentada, y todos sus dispositivos se ven bien.

1.3.9.8. Vibraciones

La máquina no tiene vibraciones.

1.3.9.9. Acometidas Eléctricas

Las acometidas se encuentran bien, no cuenta con cables con exposición del alambre conductor, y las conexiones están en buen estado.

1.3.9.10. Iluminación de la Máquina

La iluminación proporcionada por el taller está en buena ubicación ya que se encuentra proyectada directamente a la máquina, y por tal motivo se puede observar en buena forma las escalas de las manivelas, y tomar lecturas de instrumentos de medición en forma clara y precisa.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 MANTENIMIENTO

Se refiere a los trabajos que son necesarios hacer con objeto de proporcionar un servicio de calidad estipulada.

2.1.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.1.1.1. Mantenimiento Correctivo

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada. Este tipo de mantenimiento se divide en dos ramas correctivo contingente y correctivo programable.

- a) **Correctivo Contingente:** Se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata debido a que algún equipo que proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo por cualquier causa, y tenemos que actuar en forma emergente y en el mejor de casos, bajo un plan contingente.
- b) **Correctivo Programable:** Se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos o máquinas que estén proporcionando un servicio trivial y este aunque necesario no es indispensable para dar una buena calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención, por cuestiones económicas.

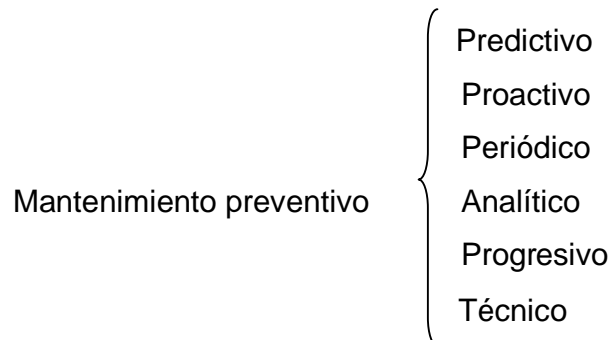
2.1.1.2. Mantenimiento de avería

Es el que se basa en la reparación de fallas hasta que estas ocurren; esto quiere decir que se deja trabajar el equipo hasta que falla. Tener este tipo de mantenimiento de una máquina resulta caro e inapropiado, incluso puede ser hasta peligroso. Cuando en una máquina se deja que una falla llegue hasta el punto en que provoque el paro obligatorio, la pieza que falla en la mayoría de los casos no es la única que resulta dañada; las piezas con las que tiene contacto, que se encuentren cerca o cuando hay desprendimiento de partículas metálicas, desgaste por fricción entre dos piezas a causa de un desajuste o deformaciones plásticas por desalinamientos, fugas de material o de lubricantes, que puedan afectar las condiciones de seguridad del personal; éstos son sólo algunos ejemplos.

2.1.1.3. Mantenimiento Preventivo

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que estos proporcionan, continúe dentro de los límites establecidos.

Tenemos cinco tipos bien definidos los cuales siguen un orden de acuerdo con su grado de fiabilidad, la cual se relaciona en razón directa con su costo.



2.1.1.4. Mantenimiento Predictivo

Se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que este entregando un equipo.

2.1.1.5. Mantenimiento Proactivo

El mantenimiento proactivo utiliza técnicas que monitorean las condiciones de operación de las máquinas y equipos (mantenimiento predictivo) las cuales permiten detectar las causas que dan origen a las fallas, para eliminarlas y prolongar la vida del equipo (mantenimiento preventivo) lo cuál permite además anticipar las fallas antes de que se conviertan en catastróficas. El mantenimiento proactivo se enfoca al monitoreo de las causas que originan la falla.

2.1.1.6. Mantenimiento Periódico

Es un procedimiento de mantenimiento preventivo que, como su nombre lo indica, es de atención periódica, rutinaria, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación.

2.1.1.7. Mantenimiento Analítico

Este se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por catadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importantes de la empresa, de tal manera que por medio de un programa de visitas, pueden ser inspeccionados con la frecuencia necesaria para anotar los datos y las lecturas resultantes las cuales revisa un analista cambiándolas con la información que, para el efecto, tiene en el banco de datos relativos al recurso, tal como el tiempo que ha estado trabajando sin que se produzca una falla.

2.1.1.8. Mantenimiento Progresivo

Este tipo de mantenimiento consiste en atender el recurso por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de este.

2.1.1.9. Mantenimiento Técnico

Este es una combinación de los criterios establecidos para el mantenimiento periódico y para el progresivo; es decir, mientras en el mantenimiento periódico tenemos necesidad de contar con que el recurso tenga un tiempo ocioso suficiente para repararlo, o en su defecto, tener un recurso de reserva; y en el mantenimiento progresivo estamos prácticamente a la expectativa de tiempos ociosos cortos.

2.2. LUBRICACIÓN

La tribología se define como el estudio de la lubricación, la fricción y el desgaste de partes móviles o estacionarias. La lubricación, la fricción y el desgaste tiene una función importante en la vida de los elementos de maquinas. El esfuerzo de diseño no solo debe ser menor que el esfuerzo permisible y la deformación no debe exceder ningún valor máximo sino que la lubricación, la fricción y el desgaste (consideraciones tribologicas) también deben ser apropiadamente comprendidas para que los elementos de maquinas se diseñen con éxito. La interacción de las superficies en movimiento relativo implicada en la tribología no se debe considerar como un tema especial. Como en la resistencia de materiales la tribología es la base para cada diseño de ingeniería de electos de maquinas. Muy pocos elementos de maquinas depende de las consideraciones tribologicas.

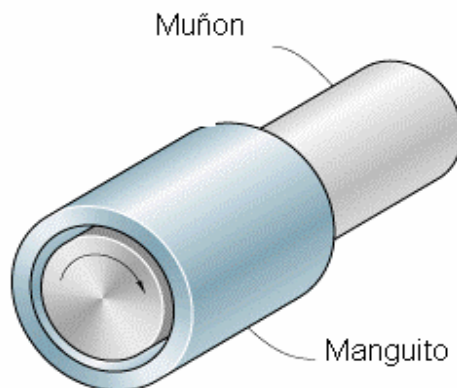
La lubricación por película fluida ocurre cuando dos superficies opuestas se separan completamente por unas películas lubricante y ninguna aspereza esta en contacto. La presión generada dentro del fluido soporta la carga aplicada, la resistencia por fricción al movimiento se origina completamente del cortante del fluido viscoso.

En este capitulo se presenta el análisis de la lubricación y la fricción y el desgaste, el cual tiene importancia en el diseño exitoso de elementos de maquinas. Se incluye el concepto de superficies concordantes y no concordantes, o de conformidad geométrica.

Superficies Concordantes y no Concordantes

Las superficies concordantes se ajustan bastante bien una con otra con un alto grado de conformidad geométrica de manera que la carga se transfiere a un área relativamente grande, por ejemplo, el área de lubricación de una chumacera sería $2\pi r$ por el radio por la longitud, el área de superficie que soporta una carga permanece esencialmente constante mientras la carga se incrementa. Las chumaceras de película fluida (Fig. 25) y los cojinetes deslizantes tienen superficies concordantes. En las chumaceras la holgura radial entre el cojinete y el manguito es comúnmente un milésimo de diámetro de cojinete; en los cojinetes deslizables la inclinación de la superficie de estas respecto al rodillo de rodadura suele ser muy rara. Otro ejemplo de superficies no concordantes es la junta de la cadera de un ser humano.

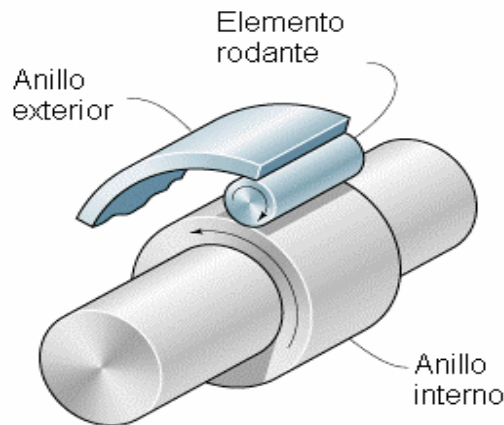
Figura No. 25 Superficies concordantes.



Muchos elementos de maquinas lubricada por una película fluida tiene superficies que no concuerdan entre sí. Entonces un área pequeña de lubricación debe soportar todo el peso de la carga. El área de lubricación de una conjunción no concordante es comúnmente tres órdenes de magnitud menor que la de una superficie concordante es comúnmente tres órdenes de magnitud menor que la de una superficie concordante.

En general, el área de lubricación entre superficies no concordantes se agranda bastante con el incremento de la carga; pero aun es más pequeña que el área de lubricación entre superficies concordantes. Algunos ejemplos de superficies no concordantes son el acoplamiento de los dientes de un engranaje, levas sus seguidores, y los cojinetes elementos rodantes (Fig. 26)

Figura No. 26 Superficies no concordantes.



2.2.1. Lubricación hidrodinámica

La lubricación hidrodinámica (HL por sus siglas en ingles) se caracteriza por superficies concordantes con una lubricación por película fluida. Una presión positiva se desarrolla en una chumacera o en un cojinete de empuje lubricados hidrodinámicamente, porque las superficies del cojinete convergen, y su movimiento relativo y la viscosidad del fluido separan las superficies. La existencia de dicha presión positiva implica que se soporta la aplicación de una carga normal. Por lo general la magnitud de la presión que se desarrolla (casi siempre menor que 5 MPa) no es lo suficiente grande para causar una deformación elástica significativa en las superficies.

En un cojinete lubricado hidrodinámicamente el espesor mínimo de la película es una función de la carga normal que se aplica W , de la velocidad u_b , de la viscosidad absoluta del lubricante η_0 , y de la geometría (R_x y R_y). En la figura 27 se presentan algunas de las características de la lubricación hidrodinámica. El espesor mínimo de la película h_{\min} , como una función de u_b y W para el movimiento deslizante se obtiene por medio de la ecuación.

$$(h_{\min})_{HL} \propto \left(\frac{u_b}{W} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

h_{\min} : espesor mínimo de la película

HL: lubricación hidrodinámica

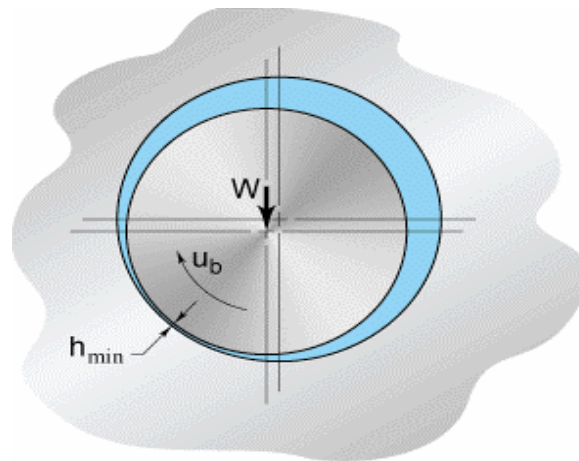
u_b : velocidad

W : carga normal

El espesor mínimo de la película normalmente excede 1 μm .

En general, en la lubricación hidrodinámica las películas son gruesas, de manera que se previene que las superficies sólidas opuestas entren en contacto. Con frecuencia a esta condición se le denomina la formación ideal de lubricación, porque proporciona fricción baja y resistencia alta al desgaste. La lubricación de las superficies sólidas se rige por las propiedades físicas del volumen de lubricante, especialmente por la viscosidad; por su parte, las características de fricción se originan puramente del cortante del lubricante viscoso.

Figura No. 27 características de la lubricación hidrodinámica



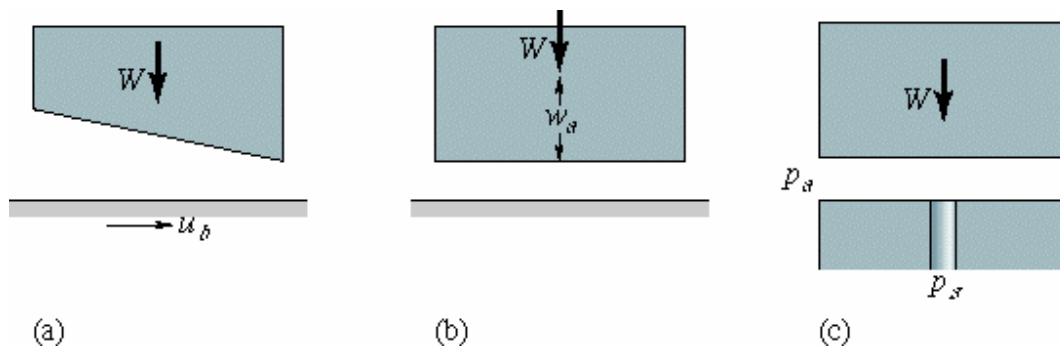
Para que un cojinete soporte una carga normal se deben desarrollar perfiles de presión positiva sobre la longitud del cojinete. En la figura 28 se ilustran tres formas del desarrollo de la presión positiva cojinetes lubricados hidrodinámicamente. Para que en un cojinete deslizante se desarrolle una presión positiva (Fig. 28a), se debe disminuir el espesor de la película del lubricante en la dirección del deslizamiento. En un cojinete de película variable (Fig. 28b) las superficies del cojinete se aproximan mutuamente con una velocidad w_a , ofreciendo un valioso efecto de amortiguamiento; las presiones positivas se generaran sólo cuando el espesor de la película disminuya.

En un cojinete presurizado externamente, algunas veces denominado cojinete hidrostático (Fig. 28c), la calidad de presión en el cojinete soporta la carga. La capacidad de soporte de carga es independiente del movimiento del cojinete y de la viscosidad del lubricante. No existe desgaste por contacto superficial al arrancar ni al detenerse, como el que existe con el cojinete deslizante.

2.2.2. Lubricación elastohidrodinámica

La lubricación elastohidrodinámica (EHL por sus siglas en inglés) es una forma de lubricación hidrodinámica, cuya deformación elástica de las superficies lubricada resulta significativa. Aquí también son importantes las características cojinete deslizante hidrodinámicamente (Fig. 28a) el espesor convergente de la película, el movimiento deslizante y el fluido viscoso entre las superficies. Normalmente la lubricación elastohidrodinámica se asocia con superficies no concordantes y con la lubricación por película fluida. Existen dos formas de EHL, que son: lubricación elastohidrodinámica dura (EHL dura) y lubricación elastohidrodinámica suave (EHL suave).

Figura No. 28 Mecanismo del desarrollo de la presión para la lubricación hidrodinámica a) cojinete deslizante b) cojinete de película variable c) cojinete presurizado externamente.



2.2.2.1. Lubricación elastohidrodinámica dura (EHL Dura)

La EHL dura se relaciona con materiales de modulo de elasticidad alto, como los metales. La deformación elástica y los efectos de la presión-viscosidad son igualmente importantes en esta forma de lubricación. En la figura 29 se proporcionan las características de las conjunciones duras lubricadas elastohidrodinamicamente. Es común que la presión máxima esté entre 0.5 y 4GPa; normalmente el espesor mínimo de la película excede 0.1 μm . Estado condiciones son notoriamente diferentes de las de las conjunciones lubricadas hidrodinamicamente (Fig. 27). Las deformaciones elásticas de los elementos de maquinas no concordantes debida a cargas normales son dos ordenes de magnitud mayores que el espesor mínimo de la película. Además, la viscosidad del lubricante puede variar hasta por 20 órdenes de magnitud dentro de la conjunción lubricada. El espesor mínimo de la película es una función de los mismos parámetros de la lubricación hidrodinámica (Fig. 27); pero con las adiciones del módulo de elasticidad efectivo E' y del coeficiente presión-viscosidad ξ del lubricante. El modulo de elasticidad efectivo es:

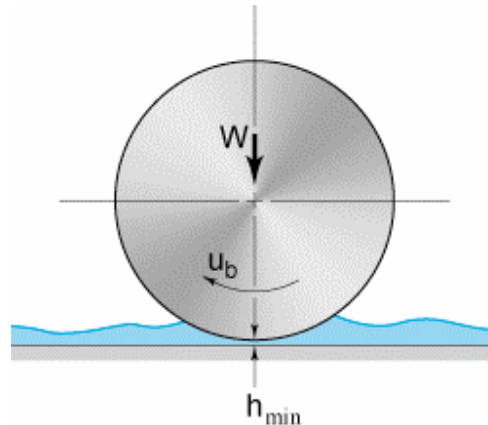
$$E' = \frac{2}{\frac{1 - \nu_a^2}{E_a} + \frac{1 - \nu_b^2}{E_b}}$$

Donde

ν = razón de poisson

E = módulo de elasticidad. Pa

Figura No. 29 Características de la lubricación Elastohidrodinámica dura (superficies no concordantes material con modulo de elasticidad alto ejemplo acero)



Comparando los resultados para la EHL dura con los de la lubricación hidrodinámica se obtiene las siguientes conclusiones:

1. el exponente de la carga normal aplicada es casi siete veces mayor en la lubricación hidrodinámica que en la EHL dura. Esta diferencia implica que el espesor de la película se afecta sólo ligeramente en la carga para la EHL dura; pero se afecta notablemente en la lubricación hidrodinámica.
2. El exponente de la velocidad media es ligeramente más alto para la EHL dura que para la lubricación hidrodinámica.

Entre las aplicaciones de ingeniería en las cuales es importante la lubricación elastohidrodinámica para materiales de módulos de elasticidad altos, se incluyen los engranajes, los cojinetes de elementos rodantes y las levas.

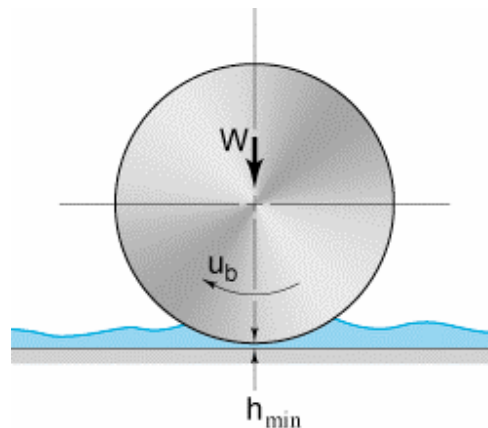
2.2.2.2. Lubricación elastohidrodinámica suave (EHL Suave)

La EHL suave se relaciona con los materiales de módulos de elasticidad bajos, como el caucho. En las figura 30 se muestran las características de materiales de EHL suave. En ésta las distorsiones elásticas son grandes, aun con cargas ligeras. Para una EHL suave la presión máxima es de 0.5 a 4 MPa (comúnmente 1 MPa), en contraste con 0.5 a 4 GPa (comúnmente 1 GPa) para la EHL dura (figura 29). Esta presión baja tiene un efecto insignificante sobre la variación de la viscosidad en la conjunción.

El espesor mínimo de la película es aun función de los mismos parámetros que en la lubricaron hidrodinámica, con la adición del modulo de elasticidad efectivo. Para la EHL suave el espesor mínimo de la película en general 1 μm . Entre la aplicaciones de la ingeniería para materiales de módulos de elasticidad bajos en las cuales resulta importante la lubricación elastohidrodinámica, se incluyen sellos, las juntas de los huesos en el cuerpo humano, en las llantas y en una variedad de elementos de máquinas lubricados en los que se usa el caucho.

Las características comunes de la EHL dura y suave son que la deformación elástica local de los sólidos proporciona películas fluidas coherentes y que previenen en gran medidas la interacción de las asperezas. La falta de la interacción de las aderezas implica que la resistencia al movimiento por fricción se debe al cortante del lubricante.

Figura No. 30 Características de la lubricación elastohidrodinámica suave (superficies no concordantes por ejemplo caucho nitrurizado).

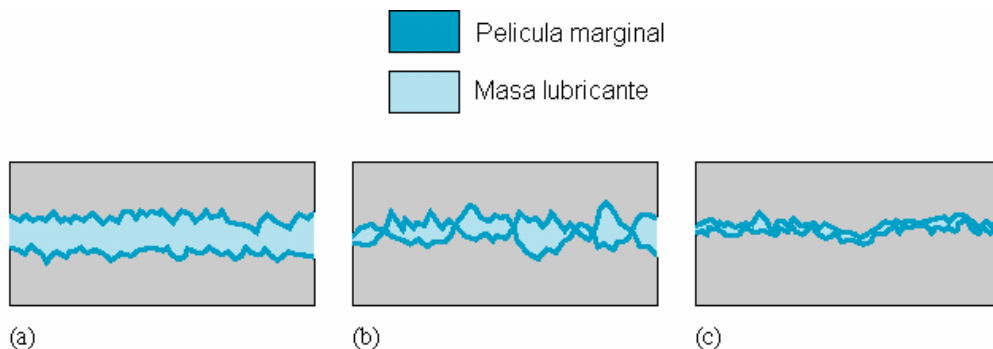


2.2.3. Lubricación Marginal

Como en la lubricación marginal los sólidos no están separados por el lubricante, los efectos de la película fluida son insignificantes y existe un contacto de las asperezas importante. El mecanismo de lubricación por contacto se rige por las propiedades físicas y químicas de las películas delgadas de superficie de proporciones moleculares. Las propiedades volumétricas del lubricante tienen menor importancia y el coeficiente de fricción es esencialmente independiente de la viscosidad del fluido. Las propiedades de los sólidos y la película del lubricante en las interfaces comunes determinan las características de la fricción. El espesor de las películas de superficie varía de 1 a 10 nm, dependiendo del tamaño molecular.

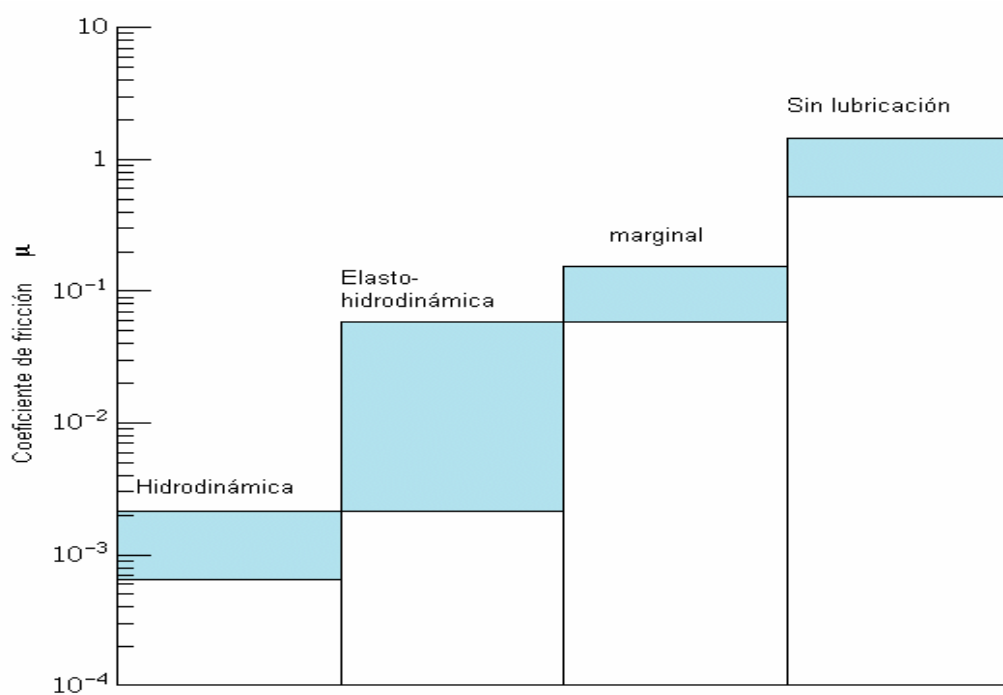
En la figura 31 se ilustran las condiciones en una película fluida y en la lubricación marginal. Con propósitos de ilustración, las pendientes de la superficie y los espesores de la película en esta figura se encuentran muy distorsionados. A escala, las superficies reales aparecerían como colinas redondas en vez de picos agudos. Las asperezas de la superficie no se encuentran en contacto por medio de lubricación marginal.

Figura No. 31 Condiciones de película que se requieren para la lubricación, a) lubricación por película fluida: superficies separadas por la masa principal de la película lubricante; b) lubricación parcial: tanto la masa principal del lubricante como la película marginal tienen una función; c) lubricación marginal: el desempeño depende esencialmente de la película marginal.



En la figura 32 se indica el comportamiento del coeficiente de fricción en los diferentes regímenes de lubricación. En la lubricación marginal, aunque la fricción es bastante mayor que en el régimen hidrodinámico, aun resulta mucho más lenta que para las superficies no lubricadas. El coeficiente de fricción medio se incrementa hasta un total de tres órdenes de magnitud al pasar del régimen hidrodinámico, al elastohidrodinámico, al marginal y al no lubricado.

Figura No. 32 Diagrama de barras que muestra los coeficientes de fricción para varias condiciones de lubricación.



En la figura 33 se muestra la tasa de desgaste en los varios regímenes de lubricación determinada por la carga de operación. En los regimenes hidrodinámicos y elastohidrodinámico existe poco o ningún desgaste pues no hay contacto de asperezas. En el régimen de lubricación marginal, el grado de interacción de asperezas y la tasa de desgaste se incrementan a medida que la carga aumenta. La transición de la lubricación marginal a una condición no lubricada se distingue por un cambio drástico en la tasa de desgaste.

A medida que se incrementa la carga relativa en el régimen lubricado, la tasa de desgaste se incrementa hasta que se presentas estrías o cuando

ocurre el agarrotamiento y el elemento de máquina ya no opera adecuadamente.

La mayoría de los elementos de maquinas no operan por mucho tiempo sin lubricación en sus superficies. En las figuras 32 y 33 se muestra que la fricción y el desgaste de las superficies de un elemento de máquinas sin lubricación disminuyen en gran medida la lubricación marginal.

La lubricación marginal se utiliza en los elementos de maquinas con cargas pesadas y bajas velocidades de operación, donde es difícil obtener una lubricación por película fluida. Los mecanismos como las bisagras de las puertas operan en condiciones de lubricación marginal. En otras aplicaciones para las cuales el bajo costo es de primordial importancia se recomienda la lubricación marginal, como en el caso de los cojinetes de manguito de fricción.

Figura No. 33 Rapidez de desgaste para varios regímenes de lubricación.



2.2.4. Lubricación Parcial

Si las presiones en los elementos de maquinas lubricados elastohidrodinamicamente resultan demasiado altas o las velocidades de operaci3n son demasiado bajas, la pel3cula de lubricante dispersa; habr3 alg3n contacto entre las asperezas, y entonces ocurrir3 la lubricaci3n parcial (algunas veces se le denomina lubricaci3n mixta). El comportamiento de la conjunci3n en un r3gimen de lubricaci3n parcial se rigen por una combinaci3n des efectos marginales y de pel3cula de lubricaci3n marginal. La acci3n parcial la lubricaci3n de pel3cula fluida se desarrolla en el volumen del espacio entre los s3lidos. El espesor promedio de la pel3cula en una conjunci3n de lubricaci3n parcial es menor que $1\mu\text{m}$ y mayor que $0.01\ \mu\text{m}$.

Es importante reconocer que la transici3n de la lubricaci3n elastohidrodin3mica a la parcial no ocurre instant3neamente a medidas que la severidad de la carga se incrementa sino que las presiones dentro del fluido que llena al espacio entre los s3lidos opuestos soportan una proporci3n decreciente de la carga. A medida que 3sta se incrementa, la mayor parte la soporta la presi3n de contacto entre las asperezas de s3lidos. Adem3s, el r3gimen de la lubricaci3n para superficies concordantes va directamente de la lubricaci3n hidrodin3mica a la parcial.

2.3. Desarrollo del programa de mantenimiento para las máquinas fresadoras de la empresa Maquinados Precisos

Con la venida del Tratado de Libre Comercio (TLC), se ve la necesidad de implementar un programa de mantenimiento preventivo para las máquinas fresadoras de la empresa Maquinados Precisos, con fin de mejorar el funcionamiento de las máquinas, con el propósito de no obtener paros inesperados, y así tener una eficiencia de producción alta en las piezas a realizar.

Así como también poder competir con empresas de igual clase, y no quedarse rezagados con todas las actualizaciones que requiere una empresa de elaboración de piezas para la industria, como esta, e introducirse de lleno con los temas de TLC.

2.3.1. Definición de Rutinas a Utilizar

Las rutinas recomendadas para el programa de mantenimiento de la empresa Maquinados Precisos, serán las siguientes: rutina diaria, rutina semanal, rutina mensual, rutina trimestral, y rutina anual. Las cuales serán detalladas a continuación. En algunas rutinas se vera la necesidad de crear fichas de inspección según lo requerido.

2.3.1.1. Rutina Diaria

Esta rutina es muy importante, porque es en está rutina donde empieza el seguimiento del plan de mantenimiento propuesto, nos servirá para tener

nuestro lugar de trabajo limpio y ordenado. No es necesaria una ficha de inspección.

2.3.1.2. Rutina Semanal

Ésta más que todo consistirá en darle una limpieza profunda a la maquina utilizada en el transcurso de la semana, y rellenar depósitos ya sea de aceite o de grasa que les haga falta. En esta rutina es necesaria una ficha de inspección.

2.3.1.3. Rutina Mensual

Ésta nos servirá par llevar un control de las actividades del mantenimiento preventivo propuesto, debido que sus actividades se realizaran mensualmente, esto nos garantiza el tener en óptimas condiciones las máquinas. En ésta rutina es necesaria una ficha de inspección.

2.3.1.4. Rutina Trimestral

Ésta es una rutina en la cual veremos un poco mas detallada la máquina, para ver que componentes necesitan una reparación urgente, o simplemente, observar que todas sus conexiones se encuentren en buen estado. En esta rutina es necesaria una ficha de inspección.

2.31.5. Rutina Anual

De ésta rutina dependerá el buen funcionamiento de las máquinas durante todo el año, ya que ésta rutina se hará de forma minuciosa, observando

todos los componentes de la máquina, tanto como motor, conexiones eléctricas, bombas de lubricación, etc. En esta rutina es necesaria una ficha de inspección.

2.3.2. Recursos a emplear

2.3.2.1. Recursos Humanos

Para los recursos humanos a emplear serán los operadores de las máquinas, los que realicen las distintas actividades del mantenimiento propuesto, por tal motivo no se ve la necesidad de contratar una persona adicional para la realización de las actividades de mantenimiento.

2.3.2.2. Recursos de Tiempo

El costo adicional para el programa de mantenimiento será insignificante con tal de que las maquinas no sufran ningún tipo de problema, ya que el mismo operario realizara las actividades, y siempre con el mismo sueldo que devenga, el tiempo para este mantenimiento es mínimo que no refleja perdida de trabajo del operador en sus labores diarias.

2.3.3. Costos de implementación del programa

Los costos para implementar el programa de mantenimiento, no serán grandes ya que el programa de mantenimiento esta siendo creado por alumnos de la Facultad de Ingeniería, de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como realización del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.)

2.3.3.1. Costo horas – hombre

El costo relacionado con horas hombre no es muy significativo, debido que el programa de mantenimiento de darán seguimiento los mismos operadores de la empresa, de tal forma que el único costo horas – hombre seria el que se perdieran cuando se les este dando la debida capacitación.

2.3.3.2. Insumos varios

Los insumos a utilizar en el programa de mantenimiento serán: mano de obra, lubricantes, *wipe*, diesel, pintura, jabón, todo esto representado en un análisis de costos para los diferentes planes de mantenimiento propuesto en el programa de mantenimiento preventivo para las máquinas fresadoras de la empresa, tomando en cuenta que se cuenta con 9 máquinas fresadoras detallados de la siguiente forma:

1) Mantenimiento diario

a) Mano de obra

$$\text{costo/hora} = \text{Q}5.80$$

$$\text{horas de trabajo} = 10 \text{ minutos} = 0.1666667 \text{ horas}$$

$$\text{costo mano de obra} = 5.80 \times 0.166666667 = 0.9666667$$

$$\text{costo mano de obra de 9 fresadoras} = 0.96666667 \times 9 = 8.70$$

$$\text{costo total mano de obra} = \text{Q}8.70$$

b) Lubricantes

Aceite

$$\text{costo/litro} = \text{Q}19.15$$

$$\text{consumo} = 0.02 \text{ lt.}$$

$$\text{costo aceite} = 19.15 \times 0.02 = 0.383$$

$$\text{costo aceite de 9 fresadoras} = 0.383 \times 9 = 3.45$$

$$\text{costo total de lubricante} = \text{Q}3.45$$

c) *Wipe*

$$\text{costo/libra} = \text{Q}5.00$$

consumo = 0.125 lb.

costo *wipe* = $5.00 \times 0.125 = 0.625$

costo *wipe* por 9 fresadoras = $0.625 \times 9 = 5.63$

costo total *wipe* = Q5.63

Costo total del mantenimiento diario Q17.81

2) Mantenimiento semanal

a) Mano de obra

costo/hora = Q5.80

horas de trabajo = 15 minutos = 0.250 horas

costo mano de obra = $5.80 \times 0.250 = 1.45$

costo mano de obra de 9 fresadoras = $1.45 \times 9 = 13.05$

costo total de mano de obra = Q13.05

b) Lubricantes

Aceite

costo/litro = Q19.15

consumo = 0.05 lt.

costo aceite = $19.15 \times 0.05 = 0.958$

costo aceite de 9 fresadoras = $0.958 \times 9 = 8.62$

costo total de aceite = Q8.62

Grasa

costo/onza = Q1.25

consumo = 0.5 oz.

costo grasa = $1.25 \times 0.5 = 0.625$

costo grasa de 9 fresadoras = $0.625 \times 9 = 5.63$

costo total de grasa = Q5.63

costo total de Lubricante = $8.62 + 5.63 = 14.25$

c) *Wipe*

costo/libra = Q5.00
consumo = 0.25 lb.
costo *wipe* = $5.00 \times 0.25 = 1.25$
costo *wipe* por 9 fresadoras = $1.25 \times 9 = 11.25$
costo total *wipe* = Q11.25

d) Diesel

costo/galón = Q19.45
consumo = 0.11
costo diesel = $19.45 \times 0.11 = 2.16$
costo diesel por 9 fresadoras = $2.16 \times 9 = 19.45$
costo total de diesel = Q19.45

Costo total del mantenimiento semanal Q58.00

3) Mantenimiento mensual

a) Mano de obra

costo/hora = Q5.80
horas de trabajo = 25 minutos = 0.416 horas
costo mano de obra = $5.80 \times 0.416 = 2.416$
costo mano de obra de 9 fresadoras = $2.416 \times 9 = 21.75$
costo total de mano de obra = Q21.75

b) *Wipe*

costo/libra = Q5.00
consumo = 0.5 lb.
costo *wipe* = $5.00 \times 0.5 = 2.50$
costo *wipe* por 9 fresadoras = $2.50 \times 9 = 22.50$
costo total *wipe* = Q22.50

c) Jabón

costo/libra = Q7.88

consumo = 0.250 lb.

costo jabón = $7.88 \times 0.250 = 1.97$

costo jabón por 9 fresadoras = $1.97 \times 9 = 17.73$

costo total de jabón = Q17.73

Costo total del mantenimiento mensual Q61.98

4) Mantenimiento trimestral

a) Mano de obra

costo/hora = Q5.80

horas de trabajo = 30 minutos = 0.5 horas

costo mano de obra = $5.80 \times 0.5 = 2.9$

costo mano de obra de 9 fresadoras = $2.9 \times 9 = 26.10$

costo total de mano de obra = Q26.10

b) Lubricantes

Grasa

costo/onza = Q1.25

consumo = 2 oz.

costo grasa = $1.25 \times 2 = 2.5$

costo grasa de 9 fresadoras = $2.5 \times 9 = 22.50$

costo total de grasa = Q22.50

c) *Wipe*

costo/libra = Q5.00

consumo = 0.375 lb.

costo *wipe* = $5.00 \times 0.375 = 1.875$

costo *wipe* por 9 fresadoras = $1.875 \times 9 = 16.88$

costo total *wipe* = Q16.88

Costo mantenimiento trimestral Q65.48

5) Mantenimiento anual

a) Mano de obra

costo/hora = Q5.80

horas de trabajo = 150 minutos = 2.5 horas

costo mano de obra = $5.80 \times 2.5 = 14.5$

costo mano de obra de 9 fresadoras = $14.5 \times 9 = 130.50$

costo total de mano de obra = Q130.50

b) Lubricantes

Aceite

costo/litro = Q19.15

consumo = 0.750 lt.

costo aceite = $19.15 \times 0.750 = 14.36$

costo aceite de 9 fresadoras = $14.36 \times 9 = 129.26$

costo total de aceite = Q129.26

Grasa

costo/onza = Q1.25

consumo = 8 oz.

costo grasa = $1.25 \times 8 = 10$

costo grasa de 9 fresadoras = $10 \times 9 = 90$

costo total de grasa = Q90.00

costo total de Lubricante = $129.26 + 90.00 = 219.26$

c) *Wipe*

costo/libra = Q5.00

consumo = 0.5 lb.

costo *wipe* = 5.00 X 0.5 = 2.50

costo *wipe* por 9 fresadoras = 2.5 X 9 = 22.5

costo total *wipe* = Q22.50

e) Fajas

costo de las fajas = Q15.00

número de fajas aproximado por maquina = 2

costo de las fajas = 15 X 2 = 30

costo de las fajas por 9 fresadoras = 30 X 9 = 270

costo total de las fajas = Q270.00

f) Pintura

costo/galón = Q110.00

consumo = 0.750 gal.

Costo pintura = 110 X 0.750 = 82.50

Costo pintura por 9 fresadoras = 742.5

Costo total de pintura = Q742.50

Costo total del mantenimiento anual Q1,384.76

Resumen

Mantenimiento diario	Q17.81	X 365 =	Q6,500.65
Mantenimiento semanal	Q58.00	X 52 =	Q3,016.00
Mantenimiento mensual	Q61.98	X 12 =	Q743.76
Mantenimiento trimestral	Q65.48	X 4 =	Q261.92
Mantenimiento anual	Q1,384.76	X 1 =	Q1,384.76

Costo total anual del programa de mantenimiento Q11,907.09

2.3.4. Desarrollo de Rutinas de Mantenimiento

2.3.4.1. Mantenimiento Diario

Éste se efectuará para remover cualquier objeto o sustancia que no pertenezca a la máquina y detectar en la misma algún elemento que necesite una reparación.

• **Fresadora Induma No. 1:** las actividades de mantenimiento diario para ésta fresadora son:

- Limpiar de polvo, aceite, grasa y de todos aquellos elementos que se encuentran en la estructura de la máquina o a su alrededor, al finalizar el turno.
- Verificar los niveles de aceite.
- Verificar la grasa en los tornillos principales de avance.
- Chequear ruidos mecánicos.
- Chequear si tiene vibraciones.
- Chequear condiciones anormales.
- Cualquier anomalía reportarla al jefe de mantenimiento, si es posible solucionarla en el acto.

• **Fresadora Rigiva No. 2:** en ésta fresadora las rutinas de mantenimiento diario son:

- Limpiar de polvo, aceite, grasa y de todos aquellos elementos que se encuentran en la estructura de la máquina o a su alrededor, al finalizar el turno.

- Verificar la grasa en los tornillos principales de avance y verificar las graseras.
 - Chequear ruidos mecánicos.
 - Chequear si tiene vibraciones.
 - Chequear condiciones anormales.
 - Cualquier anomalía reportarla al jefe de mantenimiento, si es posible solucionarla en el acto.
- **Fresadora Rong Fu No. 3:** las actividades de mantenimiento diario para ésta fresadora son:
 - Limpiar de polvo, aceite, grasa y de todos aquellos elementos que se encuentran en la estructura de la máquina o a su alrededor, al finalizar el turno.
 - Verificar la grasa en los tornillos principales de avance y verificar las graseras.
 - Chequear ruidos mecánicos.
 - Chequear si tiene vibraciones.
 - Chequear condiciones anormales.
 - Cualquier anomalía reportarla al jefe de mantenimiento, si es posible solucionarla en el acto.
- **Fresadora Vibos No. 4:** las acciones de mantenimiento diario para ésta fresadora son:

- Limpiar de polvo, aceite, grasa y de todos aquellos elementos que se encuentran en la estructura de la máquina o a su alrededor, al finalizar el turno.
- Verificar la grasa en los tornillos principales de avance.
- Chequear ruidos mecánicos.
- Chequear si tiene vibraciones.
- Chequear condiciones anormales.
- Chequear la manguera de retorno de refrigerante.
- Agregar aceite en cabezal divisor (cuando se fabriquen engranajes).
- Cualquier anomalía reportarla al jefe de mantenimiento, si es posible solucionarla en el acto.

• **Fresadora Bridgeport No. 5:** en ésta fresadora las actividades de mantenimiento diario a efectuar son:

- Limpiar de polvo, aceite, grasa y de todos aquellos elementos que se encuentran en la estructura de la máquina o a su alrededor, al finalizar el turno.
- Verificar la grasa en los tornillos principales de avance.
- Chequear ruidos mecánicos.
- Chequear si tiene vibraciones.
- Chequear condiciones anormales.

- Agregar aceite en la parte de arriba del cabezal superior, en la mañana y en la tarde.
- Cualquier anomalía reportarla al jefe de mantenimiento, si es posible solucionarla en el acto.

• **Fresadora Dart DL 3_F No. 6:** las actividades diarias de mantenimiento para ésta fresadora son:

- Limpiar de polvo, aceite, grasa y de todos aquellos elementos que se encuentran en la estructura de la máquina o a su alrededor, al finalizar el turno.
- Verificar la grasa en los tornillos principales de avance.
- Chequear ruidos mecánicos.
- Chequear si tiene vibraciones.
- Chequear condiciones anormales.
- Bombear la bomba de lubricación manual.
- Cualquier anomalía reportarla al jefe de mantenimiento, si es posible solucionarla en el acto.

• **Fresadora Rossi-vo No. 7:** las actividades diarias de mantenimiento para ésta fresadora son:

- Limpiar de polvo, aceite, grasa y de todos aquellos elementos que se encuentran en la estructura de la máquina o a su alrededor, al finalizar el turno.
- Verificar la grasa en los tornillos principales de avance.

- Chequear ruidos mecánicos.
- Chequear si tiene vibraciones.
- Chequear condiciones anormales.
- Cualquier anomalía reportarla al jefe de mantenimiento, si es posible solucionarla en el acto.

• **Fresadora Deckel No. 8:** ésta máquina fresadora es de muy poco uso por tratarse de una fresadora copiadora por consiguiente las actividades de mantenimiento diario se harán cada vez que se use la máquina.

- Limpiar de polvo, aceite, grasa y de todos aquellos elementos que se encuentran en la estructura de la máquina o a su alrededor, al finalizar el turno.
- Verificar la grasa en los tornillos principales de avance.
- Chequear ruidos mecánicos.
- Chequear si tiene vibraciones.
- Chequear condiciones anormales.
- Verificar las palancas de la mesas.
- Cualquier anomalía reportarla al jefe de mantenimiento, si es posible solucionarla en el acto.

• **Fresadora Pasquino No 9:** las actividades de mantenimiento diario para ésta fresadora son:

- Limpiar de polvo, aceite, grasa y de todos aquellos elementos que se encuentran en la estructura de la máquina o a su alrededor, al finalizar el turno.
- Verificar la grasa en los tornillos principales de avance.
- Chequear ruidos mecánicos.
- Chequear si tiene vibraciones.
- Chequear condiciones anormales.
- Cualquier anomalía reportarla al jefe de mantenimiento, si es posible solucionarla en el acto.

2.3.4.2. Mantenimiento Semanal

Éste consistirá en darle una limpieza profunda a la máquina utilizada en el transcurso de la semana, y rellenar depósitos ya sea de aceite o de grasa que les haga falta.

• **Fresadora Induma No. 1:** las actividades de mantenimiento semanal para ésta fresadora son:

- Remover toda la viruta acumulada en las partes de difícil acceso de la máquina.
- Limpiar con diesel toda la parte externa de la máquina.

- Rellenar de aceite o grasa los depósitos que sea requerido.
- Chequear las manivelas de las mesas.
- Lubricar las mesas de la máquina.
- Chequear el automático del husillo principal.

• **Fresadora Rigiva No. 2:** las actividades de mantenimiento semanal para ésta fresadora son:

- Remover toda la viruta acumulada en las partes de difícil acceso de la máquina.
- Limpiar con diesel toda la parte externa de la máquina.
- Rellenar de aceite o grasa los depósitos que sea requerido.
- Chequear las manivelas de las mesas.
- Lubricar las mesas de la máquina.
- Chequear los automáticos de la máquina.

• **Fresadora Rong Fu No. 3:** las actividades de mantenimiento semanal para ésta fresadora son:

- Remover toda la viruta acumulada en las partes de difícil acceso de la máquina.
- Limpiar con diesel toda la parte externa de la máquina.
- Rellenar de aceite o grasa los depósitos que sea requerido.
- Lubricar la mesa de la máquina.

- Chequear las manivelas de la mesa.
- **Fresadora Vibos No. 4:** las actividades de mantenimiento semanal para ésta fresadora son:
 - Remover toda la viruta acumulada en las partes de difícil acceso de la máquina.
 - Limpiar con diesel toda la parte externa de la máquina.
 - Rellenar de aceite o grasa los depósitos que sea requerido.
 - Chequear las manivelas de las mesas.
 - Lubricar las mesas de la máquina.
 - Chequear los automáticos de la maquina.
- **Fresadora Bridgeport No. 5:** en ésta fresadora las actividades de mantenimiento semanal a efectuar son:
 - Remover toda la viruta acumulada en las partes de difícil acceso de la máquina.
 - Limpiar con diesel toda la parte externa de la máquina.
 - Rellenar de aceite o grasa los depósitos que sea requerido.
 - Chequear las manivelas de las mesas.
 - Lubricar las mesas de la máquina.
 - Chequear los automáticos de la maquina.
 -

• **Fresadora Dart DL 3F No. 6:** las actividades de mantenimiento semanal para ésta fresadora son:

- Remover toda la viruta acumulada en las partes de difícil acceso de la máquina.
- Limpiar con diesel toda la parte externa de la máquina.
- Rellenar de aceite o grasa los depósitos que sea requerido.
- Chequear las manivelas de las mesas.
- Lubricar las mesas de la máquina.
- Chequear los automáticos de la maquina.
- Rellenar de aceite la bomba de lubricación manual.

• **Fresadora Rossi-vo No. 7:** las actividades de mantenimiento semanal para ésta fresadora son:

- Remover toda la viruta acumulada en las partes de difícil acceso de la máquina.
- Limpiar con diesel toda la parte externa de la máquina.
- Rellenar de aceite o grasa los depósitos que sea requerido.
- Chequear las manivelas de las mesas.
- Lubricar las mesas de la máquina.
- Chequear los automáticos de la maquina.
- Rellenar de aceite la bomba de lubricación manual.

• **Fresadora Deckel No. 8:** ésta máquina fresadora es de muy poco uso por tratarse de una fresadora copiadora por consiguiente las actividades de mantenimiento semanal se harán solo si se usa la máquina por tiempo prolongado.

- Remover toda la viruta acumulada en las partes de difícil acceso de la máquina.
- Limpiar con diesel toda la parte externa de la máquina.
- Rellenar de aceite o grasa los depósitos que sea requerido.
- Chequear las manivelas de las mesas.
- Lubricar las mesas de la máquina.
- Chequear el pantógrafo de las mesas.

• **Fresadora Pasquino No 9:** las actividades de mantenimiento semanal para ésta fresadora son:

- Remover toda la viruta acumulada en las partes de difícil acceso de la máquina.
- Limpiar con diesel toda la parte externa de la máquina.
- Rellenar de aceite o grasa los depósitos que sea requerido.
- Chequear las manivelas de las mesas.
- Lubricar las mesas de la máquina.
- Chequear los automáticos de la máquina.

2.3.4.3. Mantenimiento Mensual

Con éste se tendrá un mejor control de las condiciones de funcionamiento de las máquinas, detectando en un tiempo corto anomalías en sus sistemas o asegurando su funcionamiento correcto.

• **Fresadora Induma No. 1:** las actividades de mantenimiento mensual para ésta fresadora son:

- Revisar el estado de la bomba de lubricación.
- Revisar que el motor eléctrico funcione libremente, sin ruidos extraños o exagerados.
- Tensar fajas
- Lavar el área de trabajo
- Limpiar tomacorrientes cercanos
- Revisar deficiencias de mecanismos de operación, como automáticos, manivelas, palancas, tornillos principales, mesas, etc.

• **Fresadora Rigiva No. 2:** las actividades de mantenimiento mensual para ésta fresadora son:

- Revisar que el motor eléctrico funcione libremente, sin ruidos extraños o exagerados.
- Tensar fajas
- Lavar el área de trabajo
- Limpiar tomacorrientes cercanos

- Revisar deficiencias de mecanismos de operación, como automáticos, manivelas, palancas, tornillos principales, mesas, etc.
- **Fresadora Rong Fu No. 3:** las actividades de mantenimiento mensual para ésta fresadora son:
 - Revisar que el motor eléctrico funcione libremente, sin ruidos extraños o exagerados.
 - Tensar fajas
 - Lavar el área de trabajo
 - Limpiar tomacorrientes cercanos
 - Revisar deficiencias de mecanismos de operación, como manivelas, palancas, tornillos principales, mesa, etc.
- **Fresadora Vibos No. 4:** las actividades de mantenimiento mensual para ésta fresadora son:
 - Revisar el estado de la bomba de lubricación.
 - Revisar que el motor eléctrico funcione libremente, sin ruidos extraños o exagerados.
 - Tensar fajas
 - Lavar el área de trabajo
 - Limpiar tomacorrientes cercanos
 - Revisar deficiencias de mecanismos de operación, como automáticos, manivelas, palancas, tornillos principales, mesas, etc.

• **Fresadora Bridgeport No. 5:** en ésta fresadora las actividades de mantenimiento mensual a efectuar son:

- Revisar que el motor eléctrico funcione libremente, sin ruidos extraños o exagerados.
- Tensar fajas
- Lavar el área de trabajo
- Limpiar tomacorrientes cercanos
- Revisar deficiencias de mecanismos de operación, como automáticos, manivelas, palancas, tornillos principales, mesas, etc.

• **Fresadora Dart DL 3_F No. 6:** las actividades de mantenimiento mensual para ésta fresadora son:

- Revisar el estado de la bomba de lubricación.
- Revisar que el motor eléctrico funcione libremente, sin ruidos extraños o exagerados.
- Tensar fajas
- Lavar el área de trabajo
- Limpiar tomacorrientes cercanos
- Revisar deficiencias de mecanismos de operación, como automáticos, manivelas, palancas, tornillos principales, mesas, etc.

• **Fresadora Rossi-vo No. 7:** las actividades de mantenimiento mensual para ésta fresadora son:

- Revisar el estado de la bomba de lubricación.
- Revisar que el motor eléctrico funcione libremente, sin ruidos extraños o exagerados.
- Tensar fajas
- Lavar el área de trabajo
- Limpiar tomacorrientes cercanos
- Revisar deficiencias de mecanismos de operación, como automáticos, manivelas, palancas, tornillos principales, mesas, etc.

• **Fresadora Deckel No. 8:** ésta máquina fresadora es de muy poco uso por tratarse de una fresadora copiadora por consiguiente las actividades de mantenimiento mensual se harán solo si se usa la máquina por tiempo prolongado.

- Revisar que el motor eléctrico funcione libremente, sin ruidos extraños o exagerados.
- Tensar fajas
- Lavar el área de trabajo
- Limpiar tomacorrientes cercanos
- Revisar deficiencias de mecanismos de operación, como manivelas, palancas, tornillos principales, mesas, etc.

• **Fresadora Pasquino No 9:** las actividades de mantenimiento mensual para ésta fresadora son:

- Revisar el estado de la bomba de lubricación.
- Revisar que el motor eléctrico funcione libremente, sin ruidos extraños o exagerados.
- Tensar fajas
- Lavar el área de trabajo
- Limpiar tomacorrientes cercanos
- Revisar deficiencias de mecanismos de operación, como automáticos, manivelas, palancas, tornillos principales, mesas, etc.

2.3.4.4. Mantenimiento Trimestral

Éste brinda la seguridad de mantener la maquinaria en optimas condiciones, también detecta defectos que deben ser reparados en un tiempo mínimo o en una fecha acordada para no interrumpir la producción de la empresa en forma inesperada.

• **Fresadora Induma No. 1:** las actividades de mantenimiento trimestral para ésta fresadora son:

- Verificar el desgaste de piezas críticas, como engranajes, tornillos de las manivelas, tornillos de las palancas, guías de las mesas, poleas, etc.
- Verificar el estado de las fajas.
- Limpieza general de los contactos y reguladores eléctricos así como de sus terminales,
- Verificar si la máquina esta bien fija al suelo.
- Chequear si las partes que unen los distintos elementos de la máquina no están flojas o si hay desorden para la rotación de las partes.
- Si se encuentra cualquier condición mala en el aceite, limpiar dentro del depósito de la bomba de lubricación.
- La cantidad de relleno de grasa cuando la lubricación es hecha por engrasadora debe ser $\frac{1}{2}$ de la carrera de la palanca de bombeo, si usted coloca demasiada grasa, causara el sobrecalentamiento en los cojinetes o engranajes por exceso de grasa.

- Verificar interruptores de encendido y apagado de la máquina.
- Revisar conexiones eléctricas.

• **Fresadora Rigiva No. 2:** las actividades de mantenimiento trimestral para ésta fresadora son:

- Verificar el desgaste de piezas críticas, como engranajes, tornillos de las manivelas, tornillos de las palancas, guías de las mesas, poleas, etc.
- Verificar el estado de las fajas.
- Limpieza general de los contactos y reguladores eléctricos así como de sus terminales,
- Verificar si la máquina esta bien fija al suelo.
- Chequear si las partes que unen los distintos elementos de la máquina no están flojas o si hay desorden para la rotación de las partes.
- La cantidad de relleno de grasa cuando la lubricación es hecha por engrasadora debe ser $\frac{1}{2}$ de la carrera de la palanca de bombeo, si usted coloca demasiada grasa, causara el sobrecalentamiento en los cojinetes o engranajes por exceso de grasa.
- Verificar interruptores de encendido y apagado de la máquina.
- Revisar conexiones eléctricas.

- **Fresadora Rong Fu No. 3:** las actividades de mantenimiento trimestral para ésta fresadora son:

- Verificar el desgaste de piezas críticas, como tornillos de las manivelas, tornillos de las palancas, guías de la mesa, poleas, etc.
- Verificar el estado de las fajas.
- Limpieza general de los contactos y reguladores eléctricos así como de sus terminales,
- Verificar si la máquina esta bien fija al suelo.
- Chequear si las partes que unen los distintos elementos de la máquina no están flojas o si hay desorden para la rotación de las partes.
- La cantidad de relleno de grasa cuando la lubricación es hecha por engrasadora debe ser $\frac{1}{2}$ de la carrera de la palanca de bombeo, si usted coloca demasiada grasa, causara el sobrecalentamiento en los cojinetes o engranajes por exceso de grasa.
- Verificar interruptores de encendido y apagado de la máquina.
- Revisar conexiones eléctricas.

- **Fresadora Vibos No. 4:** las actividades de mantenimiento trimestral para ésta fresadora son:

- Verificar el desgaste de piezas críticas, como engranajes, tornillos de las manivelas, tornillos de las palancas, guías de las mesas, poleas, etc.
- Verificar el estado de las fajas.

- Limpieza general de los contactos y reguladores eléctricos así como de sus terminales,
 - Verificar si la máquina esta bien fija al suelo.
 - Chequear si las partes que unen los distintos elementos de la máquina no están flojas o si hay desorden para la rotación de las partes.
 - Si se encuentra cualquier condición mala en el aceite, limpiar dentro del depósito de la bomba de lubricación.
 - La cantidad de relleno de grasa cuando la lubricación es hecha por engrasadora debe ser $\frac{1}{2}$ de la carrera de la palanca de bombeo, si usted coloca demasiada grasa, causara el sobrecalentamiento en los cojinetes o engranajes por exceso de grasa.
 - Verificar interruptores de encendido y apagado de la máquina.
 - Revisar conexiones eléctricas.
- **Fresadora Bridgeport No. 5:** las actividades de mantenimiento trimestral para ésta máquina son:
 - Verificar el desgaste de piezas críticas, como engranajes, tornillos de las manivelas, tornillos de las palancas, guías de las mesas, poleas, etc.
 - Verificar el estado de las fajas.
 - Limpieza general de los contactos y reguladores eléctricos así como de sus terminales,
 - Verificar si la máquina esta bien fija al suelo.

- Chequear si las partes que unen los distintos elementos de la máquina no están flojas o si hay desorden para la rotación de las partes.
 - La cantidad de relleno de grasa cuando la lubricación es hecha por engrasadora debe ser $\frac{1}{2}$ de la carrera de la palanca de bombeo, si usted coloca demasiada grasa, causara el sobrecalentamiento en los cojinetes o engranajes por exceso de grasa.
 - Verificar interruptores de encendido y apagado de la máquina.
 - Revisar conexiones eléctricas.
- **Fresadora Dart DL 3F No. 6:** las actividades de mantenimiento trimestral para ésta máquina son:
 - Verificar el desgaste de piezas críticas, como engranajes, tornillos de las manivelas, tornillos de las palancas, guías de las mesas, poleas, etc.
 - Verificar el estado de las fajas.
 - Limpieza general de los contactos y reguladores eléctricos así como de sus terminales,
 - Verificar si la máquina esta bien fija al suelo.
 - Chequear si las partes que unen los distintos elementos de la máquina no están flojas o si hay desorden para la rotación de las partes.
 - Si se encuentra cualquier condición mala en el aceite, limpiar dentro del depósito de la bomba de lubricación.

- La cantidad de relleno de grasa cuando la lubricación es hecha por engrasadora debe ser $\frac{1}{2}$ de la carrera de la palanca de bombeo, si usted coloca demasiada grasa, causara el sobrecalentamiento en los cojinetes o engranajes por exceso de grasa.
 - Verificar interruptores de encendido y apagado de la máquina.
 - Revisar conexiones eléctricas.
- **Fresadora Rossi-vo No. 7:** las actividades de mantenimiento trimestral para ésta máquina son:
 - Verificar el desgaste de piezas críticas, como engranajes, tornillos de las manivelas, tornillos de las palancas, guías de las mesas, poleas, etc.
 - Verificar el estado de las fajas.
 - Limpieza general de los contactos y reguladores eléctricos así como de sus terminales,
 - Verificar si la máquina esta bien fija al suelo.
 - Chequear si las partes que unen los distintos elementos de la máquina no están flojas o si hay desorden para la rotación de las partes.
 - Si se encuentra cualquier condición mala en el aceite, limpiar dentro del depósito de la bomba de lubricación.
 - La cantidad de relleno de grasa cuando la lubricación es hecha por engrasadora debe ser $\frac{1}{2}$ de la carrera de la palanca de bombeo, si

usted coloca demasiada grasa, causara el sobrecalentamiento en los cojinetes o engranajes por exceso de grasa.

- Verificar interruptores de encendido y apagado de la máquina.
- Revisar conexiones eléctricas.
- **Fresadora Deckel No. 8:** ésta máquina fresadora es de muy poco uso por tratarse de una fresadora copiadora por consiguiente las actividades de mantenimiento trimestral se harán solo si se usa la máquina por tiempo prolongado.
 - Verificar el desgaste de piezas críticas, como engranajes, tornillos de las manivelas, tornillos de las palancas, guías de las mesas, poleas, etc.
 - Verificar el estado de las fajas.
 - Limpieza general de los contactos y reguladores eléctricos así como de sus terminales,
 - Verificar si la máquina esta bien fija al suelo.
 - Chequear si las partes que unen los distintos elementos de la máquina no están flojas o si hay desorden para la rotación de las partes.
 - La cantidad de relleno de grasa cuando la lubricación es hecha por engrasadora debe ser $\frac{1}{2}$ de la carrera de la palanca de bombeo, si usted coloca demasiada grasa, causara el sobrecalentamiento en los cojinetes o engranajes por exceso de grasa.
 - Verificar interruptores de encendido y apagado de la máquina.

- Revisar conexiones eléctricas.
- **Fresadora Pasquino No. 9:** las actividades de mantenimiento trimestral para ésta máquina son:
 - Verificar el desgaste de piezas críticas, como engranajes, tornillos de las manivelas, tornillos de las palancas, guías de las mesas, poleas, etc.
 - Verificar el estado de las fajas.
 - Limpieza general de los contactos y reguladores eléctricos así como de sus terminales,
 - Verificar si la máquina esta bien fija al suelo.
 - Chequear si las partes que unen los distintos elementos de la máquina no están flojas o si hay desorden para la rotación de las partes.
 - Si se encuentra cualquier condición mala en el aceite, limpiar dentro del depósito de la bomba de lubricación.
 - La cantidad de relleno de grasa cuando la lubricación es hecha por engrasadora debe ser $\frac{1}{2}$ de la carrera de la palanca de bombeo, si usted coloca demasiada grasa, causara el sobrecalentamiento en los cojinetes o engranajes por exceso de grasa.
 - Verificar interruptores de encendido y apagado de la máquina.
 - Revisar conexiones eléctricas.

2.3.4.5. Mantenimiento Anual

Éste se da a partir de lo establecido en la programación del mantenimiento, lo cuál implica el paro total de la máquina, el cambio de piezas defectuosas o el ajuste de mecanismos. Garantizando con esto la eficiencia de los mismos.

- **Fresadora Induma No. 1:** las actividades de mantenimiento anual para ésta máquina son:

- Revisar la bomba de aceite y si hay escape del mismo, desmontarla y cambiar las partes en mal estado.
- Ajustar tornillo tuercas y cada una de las partes de la máquina.
- Revisar las vibraciones o ruidos excesivos que se puedan dar en la máquina y si estos existieran, dar la reparación del caso.
- Revisar el motor eléctrico, cables eléctricos. Limpieza y cambio de los contactos del mismo.
- Cambio de cojinetes.
- Cambiar empaques, retenedores y rectificar todos los elementos que no funcionen correctamente.
- Cambiar las fajas. (si es necesario)
- Cambiar la grasa en la caja de engranajes.
- Cambio de aceite a depósito central.
- Pintar la máquina.

- **Fresadora Rigiva No. 2:** las actividades de mantenimiento anual para ésta máquina son:

- Ajustar tornillo tuercas y cada una de las partes de la máquina.
- Revisar las vibraciones o ruidos excesivos que se puedan dar en la máquina y si estos existieran, dar la reparación del caso.
- Revisar el motor eléctrico, cables eléctricos. Limpieza y cambio de los contactos del mismo.
- Cambio de cojinetes.
- Cambiar empaques, retenedores y rectificar todos los elementos que no funcionen correctamente.
- Cambiar las fajas. (si es necesario)
- Cambiar la grasa en la caja de engranajes.
- Pintar la máquina.

- **Fresadora Rong Fu No. 3:** las actividades de mantenimiento anual para ésta fresadora son:

- Ajustar tornillo tuercas y cada una de las partes de la máquina.
- Revisar las vibraciones o ruidos excesivos que se puedan dar en la máquina y si estos existieran, dar la reparación del caso.
- Revisar el motor eléctrico, cables eléctricos. Limpieza y cambio de los contactos del mismo.
- Cambio de cojinetes.

- Cambiar empaques, retenedores y rectificar todos los elementos que no funcionen correctamente.
 - Cambiar las fajas. (si es necesario)
 - Pintar la máquina.
- **Fresadora Vibos No. 4:** en ésta fresadora las actividades de mantenimiento anual son:
 - Revisar la bomba de aceite y si hay escape del mismo, desmontarla y cambiar las partes en mal estado.
 - Ajustar tornillo tuercas y cada una de las partes de la máquina.
 - Revisar las vibraciones o ruidos excesivos que se puedan dar en la máquina y si estos existieran, dar la reparación del caso.
 - Revisar el motor eléctrico, cables eléctricos. Limpieza y cambio de los contactos del mismo.
 - Cambio de cojinetes.
 - Cambiar empaques, retenedores y rectificar todos los elementos que no funcionen correctamente.
 - Cambiar las fajas. (si es necesario)
 - Cambiar la grasa en la caja de engranajes y en el cabezal vertical.
 - Cambio de aceite a depósito central.
 - Pintar la máquina.

- **Fresadora Bridgeport No. 5:** las actividades de mantenimiento anual para ésta máquina son:

- Ajustar tornillo tuercas y cada una de las partes de la máquina.
- Revisar las vibraciones o ruidos excesivos que se puedan dar en la máquina y si estos existieran, dar la reparación del caso.
- Revisar el motor eléctrico, cables eléctricos. Limpieza y cambio de los contactos del mismo.
- Cambio de cojinetes.
- Cambiar empaques, retenedores y rectificar todos los elementos que no funcionen correctamente.
- Cambiar las fajas. (si es necesario)
- Cambiar la grasa en la caja de engranajes.
- Pintar la máquina.

- **Fresadora Dart DL 3F No. 6:** las actividades de mantenimiento anual para ésta máquina son:

- Revisar la bomba de aceite y si hay escape del mismo, desmontarla y cambiar las partes en mal estado.
- Ajustar tornillo tuercas y cada una de las partes de la máquina.
- Revisar las vibraciones o ruidos excesivos que se puedan dar en la máquina y si estos existieran, dar la reparación del caso.
- Revisar el motor eléctrico, cables eléctricos. Limpieza y cambio de los contactos del mismo.

- Cambio de cojinetes.
 - Cambiar empaques, retenedores y rectificar todos los elementos que no funcionen correctamente.
 - Cambiar las fajas. (si es necesario)
 - Cambiar la grasa en la caja de engranajes.
 - Cambio de aceite a depósito central.
 - Pintar la máquina.
- **Fresadora Rossi-vo No. 7:** las actividades de mantenimiento anual para ésta máquina son:
 - Revisar la bomba de aceite y si hay escape del mismo, desmontarla y cambiar las partes en mal estado.
 - Ajustar tornillo tuercas y cada una de las partes de la máquina.
 - Revisar las vibraciones o ruidos excesivos que se puedan dar en la máquina y si estos existieran, dar la reparación del caso.
 - Revisar el motor eléctrico, cables eléctricos. Limpieza y cambio de los contactos del mismo.
 - Cambio de cojinetes.
 - Cambiar empaques, retenedores y rectificar todos los elementos que no funcionen correctamente.
 - Cambiar las fajas. (si es necesario)
 - Cambiar la grasa en la caja de engranajes.

- Cambio de aceite a depósito central.
- Pintar la máquina.
- **Fresadora Deckel No. 8:** ésta máquina fresadora es de muy poco uso por tratarse de una fresadora copiadora por consiguiente las actividades de mantenimiento anual se harán solo si se usa la máquina por tiempo prolongado.
 - Ajustar tornillo tuercas y cada una de las partes de la máquina.
 - Revisar las vibraciones o ruidos excesivos que se puedan dar en la máquina y si estos existieran, dar la reparación del caso.
 - Revisar el motor eléctrico, cables eléctricos. Limpieza y cambio de los contactos del mismo.
 - Cambio de cojinetes.
 - Cambiar empaques, retenedores y rectificar todos los elementos que no funcionen correctamente.
 - Cambiar las fajas. (si es necesario)
 - Cambiar la grasa en la caja de engranajes.
 - Pintar la máquina.
- **Fresadora Pasquino No. 9:** las actividades de mantenimiento anual para esta máquina son:
 - Revisar la bomba de aceite y si hay escape del mismo, desmontarla y cambiar las partes en mal estado.
 - Ajustar tornillo tuercas y cada una de las partes de la máquina.

- Revisar las vibraciones o ruidos excesivos que se puedan dar en la máquina y si estos existieran, dar la reparación del caso.
- Revisar el motor eléctrico, cables eléctricos. Limpieza y cambio de los contactos del mismo.
- Cambio de cojinetes.
- Cambiar empaques, retenedores y rectificar todos los elementos que no funcionen correctamente.
- Cambiar las fajas. (si es necesario)
- Cambiar la grasa en la caja de engranajes.
- Cambio de aceite a depósito central.
- Pintar la máquina.

2.4. ELABORACIÓN DE FICHAS DE MANTENIMIENTO

2.4.1. Ficha de maquinaria

Esta será la ficha de identificación de cada máquina y a la vez, la columna vertebral del inventario de equipo de planta.

En esta ficha deberá estar toda la información que se necesite para identificar la misma. Por ejemplo, deberá aparecer el nombre de la máquina, la marca, fabricante, modelo, número de serie, representante comercial, características, ubicación, previsiones de mantenimiento preventivo, así como servicios y cualquier otro dato que fuese de utilidad para identificarla y conocer sus necesidades, ver figura no. 142.

2.4.2. Ficha de historial de fallas

En base a la ficha de maquinaria, se elaborará la ficha histórica de cada máquina o su historia de fallas y averías que hayan generado orden de trabajo. Esta dará la historia de sus fallas, sus causas y el costo de las reparaciones en caso fuesen hechas fuera de la planta.

El historial de fallas y averías es fundamental para el sistema de mantenimiento porque examinándola se puede deducir el estado del equipo e incluso el momento de reponerlo.

Un programa de mantenimiento preventivo no puede ser puesto en práctica hasta que no se conozca bien el estado real de la maquinaria, que este a su vez es proporcionado por el historial de fallas que la máquina contenga, ver figura No. 143.

El uso de esta ficha y la importancia que tiene, es un hecho que no debe ser olvidado por el departamento de mantenimiento cuando se desee implantar un sistema o plan de mantenimiento preventivo. De otra manera se puede llegar a gastar tiempo y dinero innecesariamente en hacer reparaciones sin llevar registros y tal vez pasando por alto las causas de los desperfectos, yendo en contra de los propósitos del mantenimiento.

2.4.3. Ficha de trabajo efectuado fuera de la empresa

Ésta al igual que la ficha de historial de fallas y averías, son de gran importancia para la realización del plan de mantenimiento, ya que en estas se registra las actividades que se realizan fuera de las instalaciones de la empresa, la única diferencia con la de historial de fallas y averías es que los trabajos efectuados a la maquinaria son por personas ajenas a la empresa, ver figura No. 144.

2.4.4. Ficha de Inspección de Maquinaria

Por ultimo, en el inventario técnico del departamento de mantenimiento es bueno y muy práctico contar con una ficha de chequeo para la inspección. Teniendo máquinas diferentes en la planta se hace necesario contar con algún método que asegure que no pasen inadvertidos algunos puntos importantes durante la inspección. Es esta ficha el operario de mantenimiento puede ir supervisando las partes de la máquina que ya ha revisado e, incluso, anotar en ella la condición en que las encuentra para atenderlos, detenidamente más adelante.

La lista de revisión ordena para el inspector todos los puntos a ser supervisados en cualquier pieza de equipo. También evita dejar cosas a la memoria, teniendo dónde anotar datos como: fecha de inspección y el nombre de la persona que inspeccionó.

Es necesario hacer esta lista simple y fácil de entender, o de otra manera, su uso sólo complicaría la tarea de papeleo que ha de tratar de mantenerse al mínimo para que sea funcional, ver figura No. 145.

La ficha de revisión de inspección tiene un doble propósito, porque, además de recordar al encargado de mantenimiento las partes de la máquina que ha de revisar, le sirve al supervisor como control de que las inspecciones se estén cumpliendo en la fecha estipulada.

El uso de esta ficha es importante, pues, los datos anotados en esta generarán luego órdenes de trabajo específicas para las máquinas que presenten problema en la inspección y hayan sido anotadas en la ficha respectiva.

Mecánica para la realización de inspecciones

La información más cotizada por un departamento de mantenimiento que inicia un plan preventivo, es qué inspeccionar y con qué frecuencia hacerlo. Sería muy cómodo y muy deseable que existiese un manual general para ello, pero, no lo hay.

Eso es algo que cada departamento de mantenimiento debe hacer por si mismo, pues, debe ser hecho a la medida. Lo que si existe son algunos principios generales de cómo guiar el desarrollo del plan y sus inspecciones.

Inicialmente, es oportuno decidir qué partes se han de incluir en la lista de inspecciones, antes de determinar qué tan seguido habrán de hacerse. Se inspeccionará únicamente lo que pueda sufrir desgaste y dejar de funcionar. Es en este tipo de decisiones donde la economía entra a desempeñar un papel importante. Para respaldar este tipo de decisiones habrá que evaluar la planta para ver si se justifica la inspección en cada parte.

En Maquinados Precisos como no se cuenta con un departamento de mantenimiento, entonces con la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para máquinas fresadoras, se estará dando inicio al departamento de mantenimiento.

Para poder llevar a cabo el plan propuesto se implemento hacer 2 tipos de inspecciones.

- visitas
- inspecciones

Las visitas y las inspecciones propiamente dichas, se harán como se describieron anteriormente en el concepto de lo que es mantenimiento preventivo.

VISITAS

Las visitas serán inspecciones rutinarias que se harán superficialmente y serán las que se hagan con mayor frecuencia. Estas tienen como objetivo comprobar que el funcionamiento del equipo continúe siendo normal. Como se dijo, anteriormente, este tipo de revisado no requerirá mayor herramienta porque será a un nivel superficial.

En el transcurso de la visita se harán trabajos de limpieza también superficiales y lubricación de la misma forma. La visita se hará sin equipo especial ni mayor herramienta basándose, principalmente, en la simple observación, como se indico en el concepto de mantenimiento preventivo.

INSPECCIONES

Las inspecciones se harán con una frecuencia menor que las visitas. Para hacer una inspección habrá que prepararse anteriormente con la herramienta y el equipo que haga falta. Durante la inspección se hará todo el desmonte de la máquina que sea necesario para llegar al corazón de la misma. Aprovechando este profundo desmonte se harán trabajos de limpieza y lubricación también profundos.

Esta inspección al igual que la visita usa la simple observación por los cinco sentidos del ser humano complementándolos con observaciones hechas con la ayuda de equipos de medición y diagnóstico.

Tanto en la visita como en la inspección se harán ajustes y reparaciones menores que sean pertinentes y que pueden ser realizadas con el equipo con que se cuenta en el momento. Para hacer los ajustes que involucran tanto la inspección como la visita, se tomará la información necesaria recabada en la ficha de maquinaria. Allí se encuentra anotado el tipo de aceite que usa cada máquina y la periodicidad de recambios, así como los repuestos de recambio y sus especificaciones, provenientes del manual.

2.4.5. Ficha de Orden de Trabajo

Las órdenes de trabajo del departamento de mantenimiento pueden ser generadas de diferentes formas:

- visitas
- inspecciones
- fallas
- averías

Cuando el operario de mantenimiento detecte una anomalía en un equipo durante una inspección o visita y esta no pueda ser reparada o eliminada en el transcurso de la misma, anotará en su lista de revisión correspondiente qué parte del equipo no está en condiciones.

Luego el mecánico deberá emitir una orden de trabajo para reparar el equipo en que encuentre el desperfecto. Se hará una orden de trabajo por cada equipo que requiera reparaciones, para poder llevar un control sobre las mismas, ver figura No. 146.

También cuando se presente una falla o se produzca una avería, ya sea que produzca paro o no, se generara una orden de trabajo para que el desperfecto sea reparado.

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

Desarrollo de rutinas

En un sistema de mantenimiento preventivo existe tanto la revisión e inspección sistemática, como el mantenimiento correctivo. No es posible dedicarse únicamente a la rutina de revisar continuamente los equipos sin que estos fallen. Solamente es posible reducir el número de fallas a un mínimo.

Así pues, en un plan de mantenimiento con carácter preventivo como el sugerido siempre existirán los dos tipos de mantenimiento, el preventivo y el correctivo.

Dentro de lo que es el mantenimiento preventivo, encontraremos muchas tareas que son rutinarias, como la constante inspección, lubricación, limpieza y ajuste.

Rutinas del mantenimiento preventivo

- mantenimiento operativo
- inspecciones
- visitas

Rutina del mantenimiento operativo

La primera rutina a mencionar será la que se hace con mayor frecuencia, la del mantenimiento operativo. Este esta constituido por aquel mantenimiento que pueda ser dado por el operario del equipo sin ayuda del departamento de mantenimiento. Dentro de la empresa Maquinados Precisos Loarca, se ha propuesto que como parte del plan de mantenimiento, se incluya un sistema de mantenimiento que llamaremos operativo. Este sistema, además de ser propuesto, se implantó con anterioridad a la presentación del estudio para la creación del departamento de mantenimiento.

El plan de mantenimiento operativo implantado está constituido por aquellos cuidados y acciones de mantenimiento que tengan que hacerse a diario como parte de la operación de un equipo. Esto deberá hacerlo cada operario en su máquina con el material del que dispone sin recibir mayor ayuda del departamento de mantenimiento de la empresa, exceptuando los casos en que fuese necesaria esta ayuda.

El mantenimiento operativo se limita a limpieza, lubricación y ajustes diarios, para los que no hace falta un mecánico, pues, los puede hacer el operario diariamente, pero siempre es bueno recordárselo, ocasionalmente. Cabe recordar que las máquinas que no estén contempladas dentro del mantenimiento operativo, no están abandonadas, pues, son inspeccionadas y visitadas regularmente como parte del plan de mantenimiento que se propone para la empresa.

El mantenimiento operativo en las máquinas fresadoras se hará de la siguiente la manera:

- Antes de encender la máquina verificar que no tenga viruta ni polvo, para evitar que la herramienta se atasque en la misma.
- Chequear que las guías estén lubricadas.
- Chequear que las cajas de engranajes tengan aceite.

Rutina de inspecciones

Para hacer las inspecciones el operario de mantenimiento se basará en el programa o calendario de visitas e inspecciones. Haciendo esto podrá saber con certeza qué tipo de rutina le toca desempeñar ese día en un equipo dado.

El operario deberá llevar su herramienta y el equipo necesario para llevar a cabo la inspección que constará de varias partes, siendo ellas: limpieza concienzuda y una lubricación adecuada. Todo esto deberá ser hecho al mismo tiempo que se inspecciona el funcionamiento, desgaste y ajuste del equipo. Para hacer la limpieza y lubricación de cada parte de la máquina se puede usar la lista de revisión para inspección, limpiando y lubricando cada parte que se inspeccione chequeándola en la ficha hasta que las tres actividades se han llevado a cabo. Si se confirmara que fuese necesario realizar un trabajo que no fuese de rutina, se emitirá una orden de trabajo para ejecutarse posteriormente.

Rutina de visitas

La visita como se dijo, anteriormente, es una inspección de tipo superficial, que se lleva a cabo sin mayor equipo y herramienta. En el transcurso de ella se comprueba el funcionamiento de las partes de la máquina.

Utilizando para ello la ficha de revisión para inspección, supervisando las partes que es posible, sin más desarmado que el quitar cubiertas que permitan el acceso a la máquina. Al igual que en la inspección, al mismo tiempo que se revisan las partes, se hace la limpieza y lubricación que sea posible sin llevar mayor herramienta y equipo. Como se ha dicho, la máquina se revisa, superficialmente, comprobando funcionamientos y usando los sentidos del ser humano para detectar anomalías.

En la visita también se hacen ajustes como en la inspección, pero como en las otras actividades se hacen aquellas que no requieran mayor herramienta o que puedan hacerse sin la misma. Si en ella se encontrasen anomalías que requieran herramienta o equipo especial para repararse, será necesario emitir una orden de trabajo para atenderlo en otra oportunidad.

2.4.6. Ficha de control de paros

Esta ficha fue desarrollada para tener control sobre los paros ocasionados por inspecciones, fallas y averías, además de los motivos que ocasionaron estos paros. Este es un control que debe ser llevado por el departamento de mantenimiento aunque será utilizado, principalmente por el departamento de producción. Funciona de la siguiente manera: cada máquina contará con una hoja de control de paros. Esta se guardará en algún lugar de la máquina cuando sea posible. Esta será la única ficha que no este en el archivo, sino en la máquina.

Cuando la máquina se detenga por cualquier razón que haya sido o no prevista, dentro del programa de mantenimiento, por una orden de trabajo o dentro del programa de producción, deberá tomarse nota del paro. En este control se indicara la fecha y motivo del paro así como su duración. Cada paro que sea anotado deberá ser avalado por la firma del operario de la máquina y del mecánico que la reparó.

Este control servirá al mismo operario para justificar al supervisor de producción la merma de producción que haya tenido en un periodo dado, a causa de paros por fallas o averías.

2.4.7. Ficha de control de órdenes de trabajo

Este control se diseño de manera tal que funcione como un control de tipo personal para quien supervisa las actividades del departamento de mantenimiento. Permite tener conocimientos sobre los trabajos no rutinarios del departamento del departamento. La idea es tener en una sola hoja todas las órdenes que se emitieron recientemente para poder tener control de que la ejecución de cada una se vaya haciendo en la fecha estipulada.

En este control se apuntan las órdenes de trabajo según su número correlativo. Para conocer más información de la misma se apuntan también el equipo a que se refiere la orden el operario que realizará el trabajo y planificación. De esta manera se puede tener a la vista en una sola hoja todas las órdenes de trabajo pendientes para anotarlas cuando sean ejecutadas.

2.4.8. Ficha de reporte mensual de actividades a Gerente General

Este al igual que los demás reportes se deberá hacer mensualmente y se irán acumulando hasta llegar a tener un año de reportes. De ellos se tomará la media que servirá como referencia de comparación para reportes futuros.

En este reporte aparecen el número de trabajos efectuados con previa planificación y el número total de trabajos efectuados. El cociente del trabajo programado sobre el trabajo total, multiplicado por cien nos da el porcentaje de trabajos que fueron planeados, lo que es un índice del orden que el trabajo sigue realmente.

Este porcentaje también indica si la frecuencia de inspección está correcta o si requiere de algún ajuste. Se deberá indicar también las reparaciones que hayan tenido más trascendencia durante el mes.

Este reporte es un resumen de las actividades del departamento durante el mes anterior al mismo. Contribuye a lograr una comunicación, más completa con el departamento de producción, así el gerente de planta puede conocer mejor los problemas de producción para poder coordinar las dos actividades.

El reporte mensual de mantenimiento deberá ser elaborado por el operario de mantenimiento y presentado al gerente de planta al inicio de cada mes.

2.4.9. Ficha de informe mensual de actividades a Gerencia General

Con este reporte se trata de mantener informado al Gerente General y propietario, de la marcha de la planta por parte del departamento de mantenimiento. Este reporte vendrá a completar la información que el Gerente General recibe del departamento de producción.

Es este reporte aparecerán los totales de trabajos planificados al igual que los trabajos totales y el porcentaje de planificación, de la misma manera que en el reporte anterior. El reporte incluirá únicamente los trabajos realizados fuera de la empresa y su costo.

La información en ambos reportes deberá estar expresada en horas hombre, de ser posible. Es preferible usar estas unidades porque los datos obtenidos son más certeros para hacer un análisis real, pero puede usarse el número de trabajos.

Con este reporte el Gerente General sabrá cómo está funcionando el mantenimiento de la planta.

Como se mencionó anteriormente, el mayor obstáculo para adoptar un programa de mantenimiento suele ser el uso de la papelería. Por este motivo es necesario mantenerla al mínimo posible para que no se convierta en un obstáculo.

Figura No. 34 Ficha de maquinaria

MAQUINADOS PRECISOS	No.
FICHA DE MAQUINARIA	
MAQUINA #	FECHA
MARCA	HORA
MODELO	HECHO POR
SERIE	FINALIZACION (fecha y hora)

TRABAJOS A REALIZAR

	SI	NO	TIPO
CAMBIO ACEITE BANCADA			

	SI	NO	TIPO
CAMBIO DE ACEITE CAJA DE ENGRANES			

	SI	NO	TIPO
CAMBIO DE FAJAS			

	SI	NO	No.
CAMBIO DE COJINETES			

	SI	NO	
CHEQUEO MOTOR ELECTRICO			

TIPO DE MOTOR:	MODELO:
----------------	---------

No. DE SERIE:	FRECUENCIA:
---------------	-------------

AMPERAJE:	VOLTAJE:
-----------	----------

REVOLUCIONES:	POTENCIA:
---------------	-----------

Figura No. 38 Ficha de orden de trabajo

**MAQUINADOS
PRECISOS**

No.

**ORDEN DE TRABAJO
DEPTO. DE MANTENIMIENTO**

Prioridad
normal () urgente () muy urgente ()

Nombre del operario

Equipo a trabajar

Fecha de orden

Trabajo a afectar _____

Materiales o repuestos utilizados _____

Observaciones _____

Fecha de ejecución

Hora conveniente

Firma de operario

Autorizado

**Figura No. 41 Ficha de reporte mensual de actividades a Gerente
General**

**MAQUINADOS
PRECISOS**

No. _____

Reporte Mensual

**Departamento de
Mantenimiento**

Trabajos planificados (programa, órdenes de trabajo, otros): _____

Trabajos realizados (planificados y no planificados): _____

Indice de planificación TP/TR: _____ %

Fallas importantes	Causas aparentes	Remedio aplicado

Firma _____
Mantenimiento

2.5. Evaluación del desempeño de mantenimiento

La mejor forma de diagnosticar, si el programa de mantenimiento esta cumpliendo con los objetivos planteados, consiste en evaluar y medir constantemente el desempeño del mismo.

Para ello existen los llamados índices de mantenimiento, los cuales son una excelente herramienta para evaluación de las tareas de mantenimiento.

2.5.1. Que es la evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño es la evaluación de cada una de las máquinas que conforma la empresa Maquinados Precisos Loarca, evaluaciones como mano de obra cuando fallan versus relaciones de costos, de reparación como de la compra de un equipo nuevo.

En la evaluación del desempeño se verán las áreas que hay que considerar para que el departamento de mantenimiento obtenga el éxito deseado en la empresa y de esta forma tener un mejor control del programa de mantenimiento.

2.5.2. Importancia de la creación del departamento de mantenimiento

Con el fin de reducir al mínimo la falla en los equipos de la empresa se ve la necesidad de implementar un programa de mantenimiento, y a partir de este programa la creación del departamento de mantenimiento, con esto se logrará la mayor eficiencia en las máquinas y reduciendo en gran numero los paros no deseados de las mismas que a su vez provocan perdida de dinero como de tiempo, por tal motivo la importancia de creación del departamento de mantenimiento.

Que es un índice

Es una herramienta que incluye parámetros indicados, los cuales son indispensables para facilitar la evaluación de las actividades del mantenimiento.

Utilidad de un índice en una empresa

La utilización de un índice en una empresa nos permitirá visualizar o analizar, varias situaciones para los ítems seleccionados, indicando cuales son los equipos que necesitan mayor atención por parte del órgano de ejecución del mantenimiento.

Se recomienda que la recolección y el cálculo de los mismos se limiten a períodos mensuales, un análisis realizado para períodos de tiempos mayores (anual o semestral), contará con una mayor cantidad de datos, esto nos permitirá pronosticar el comportamiento de esos equipos.

Importancia de un índice

Es una herramienta muy útil para el análisis y evaluación gerencial. Para dicho análisis es recomendable la composición de gráficos (como el Diagrama de Pareto, lineal, superficie, barras o sectores).

2.5.3. Áreas a considerar para tener un mejor control

Según Lourival existen 6 índices llamados índices de clase mundial por ser utilizados según la misma expresión en todos los pises. De estos, cuatro son los que se refieren al Análisis de la Gestión de Equipos y dos a la Gestión de Costos, de acuerdo con las siguientes relaciones.

2.5.3.1. Tiempo medio entre fallas (TMEF)

Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{\sum \text{Numero de ocurrencias en un periodo observado} \times \text{Tiempo de operación expresado en horas}}{\sum \text{Numero total de fallas detectadas de los equipos observados}}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

2.5.3.2. Tiempo medio para reparación (TMPR)

Relación entre el tiempo total de intervención correctivo en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado.

$$\text{Tiempo promedio entre reparaciones} = \frac{\sum \text{Tiempos de intervención total Utilizado por mantenimiento}}{\text{Número total de fallas detectadas Después de una falla}}$$

Este índice debe ser usado en ítems para los cuales, el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

2.5.3.3. Tiempo promedio para fallas (TMPF)

Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado.

$$\text{Tiempo promedio para fallas expresado en horas} = \frac{\sum \text{Tiempo de operación expresados en horas}}{\text{Número total de fallas detectadas después de una falla}}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla.

Es importante observar la diferencia conceptual existente entre los índices tiempo medio para falla y tiempo medio entre fallas. El primer índice (TMPF), es calculado para ítems que no son reparados tras la ocurrencia de una falla, o sea, cuando fallan son sustituidos por nuevos y, en consecuencia, su tiempo de reparación es cero.

El segundo índice (TMEF), es calculado para ítems, que son reparados tras la ocurrencia de la falla. Por lo tanto, los dos índices son mutuamente exclusivos, es decir, el cálculo de uno excluye el cálculo del otro para ítems iguales.

2.5.3.4. Disponibilidad de equipos (DISP)

Relación entre la diferencia del número de horas del período considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del período considerado.

La disponibilidad de un ítem representa el porcentaje del tiempo en que quedó a disponibilidad del órgano de operación para desempeñar su actividad.

$$\text{Disponibilidad de equipos} = \frac{\sum \text{Número total de horas del periodo considerado (horas calendario)} - \text{número de horas de intervención del personal de mantenimiento}}{\sum \text{número total de horas del periodo considerado (horas calendario)}} \times 100$$

El índice de disponibilidad también es identificado como *Performance* o desempeño de equipos y para ítems de operación eventual, puede ser calculado como la relación entre el tiempo total de operación de cada uno y la suma de este tiempo con el respectivo tiempo total de mantenimiento en el período considerado.

$$\text{Disponibilidad de equipos} = \frac{\text{Tiempos de operación expresados en horas}}{\text{Tiempos de operación expresado en horas} + \text{Número de horas de intervención del personal de mantenimiento}}$$

Este índice también puede ser calculado como la diferencia entre la unidad y la relación entre las horas de mantenimiento y la suma de esas horas con las de operación de los equipos.

Otra expresión muy común, utilizada para el cálculo de las disponibilidades de equipos sometidos exclusivamente a la reparación de fallas es obtenida por la relación entre el tiempo medio entre fallas (TMEF) y su suma con el tiempo medio para reparación y los tiempos ineficaces del Mantenimiento (tiempos de preparación para desconexión y nueva conexión y tiempos de espera que pueden estar contenidos en los tiempos promedios entre fallos y de reparación)

En la misma tabla pueden ser presentados los valores promedios de disponibilidad del período anterior (12 meses anteriores al actual o más) y del período actual, para permitir el acompañamiento de los equipos en períodos más amplios.

Como variante de los cálculos de disponibilidad absoluta, pueden ser obtenidas las relaciones entre los tiempos de cada tipo de intervención en el equipo.

Mantenimiento con relación a la suma de los tiempos gastados en esas actividades. A ese tipo de cálculo se le denomina Disponibilidad Relativa, cuya suma de valores siempre totalizan 100%.

El análisis de la disponibilidad relativa debe ser hecho en comparación con la disponibilidad absoluta a través del producto de una por la otra.

Para evitar errores de interpretación en el análisis de disponibilidad relativa de equipos se debe de multiplicar por la disponibilidad absoluta para que los valores elevados de disponibilidad relativa de Mantenimiento puedan, en el computo general (al multiplicar por la disponibilidad absoluta) ser de bajo valor.

2.5.3.5. Costo de mantenimiento por facturación (CMFT)

Relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el período considerado.

$$\text{Costo de mantenimiento por facturación} = \frac{\text{Costo total de mantenimiento} \times 100}{\text{Facturación de la empresa en el período considerado}}$$

Este índice es de fácil cálculo, ya que los valores, tanto del numerador como los del denominador, son normalmente procesados por el órgano de contabilidad de la empresa.

2.5.3.6. Costo de mantenimiento por valor de reposición (CMRP)

Relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo (valor de reposición).

$$\text{Costo de mantenimiento por valor de reposición} = \frac{\sum \text{Costo total del mantenimiento}}{\text{Valor de compra de un equipo}} \times 100$$

Este índice debe ser calculado para los ítems más importantes de la empresa (que afectan la facturación, la calidad de los productos o servicios, la seguridad o medio ambiente).

Ya que como fue indicado, es personalizado para el ítem y utiliza valores acumulados, lo que forma su procesamiento más demorado que los demás, no justificando de esta forma ser utilizado para ítems secundarios.

CONCLUSIONES

1. A pesar que en la empresa no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo establecido, observamos que las máquinas fresadoras se encuentran en buen estado, funcionando perfectamente.
2. En el área de las máquinas fresadoras la mayoría de paros que suelen ocurrir, es cuando la máquina falla por cualquier motivo, ya sea mecánico o eléctrico.
3. Observamos que la lubricación tiene mucha influencia en lo que son las máquinas fresadoras, debido a está las maquinas siempre están en optimas condiciones, para cuando sean requeridas
4. Con la elaboración del programa de mantenimiento preventivo para las máquinas fresadoras, se estará dando fin a los paros inesperados de las máquinas, para tener una buena eficiencia en la producción de las piezas que se realicen.
5. La realización de los insumos varios puede ser diferente, debido a que los precios de un rato a otro pueden variar. Los datos obtenidos de los precios son de mes de febrero de 2006, y están propuestos para todo el programa de mantenimiento del año.
6. El uso de las fichas de mantenimiento, serán unas buenas herramientas, para iniciar el plan de mantenimiento preventivo para las máquinas fresadoras, y de estar forma llevar más detallada la información de los equipos dentro de la empresa.

7. El uso de los índices de mantenimiento nos ayudaran a tener una mejor perspectiva respecto de los tiempos de realización del mantenimiento versus los tiempos de los paros, así como la de disponibilidad de equipos y la facturación de los mismos.
8. Los índices no se pudieron llevar a cabo debido a que no se contó con el tiempo para realizarlos, queda como un estudio para el responsable de llevar a cabo el plan de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

A Gerente General

1. Tomar muy en cuenta las actividades del mantenimiento preventivo, para no tener paros inesperados en las máquinas fresadoras, cuando se este realizando cualquier pieza.
2. Realizar todas las actividades descritas en las diferentes rutinas de mantenimiento para llevar un mejor control del funcionamiento de las máquinas fresadoras.
3. Tomar en cuenta que los costos de la diferentes rutinas de mantenimiento, pueden variar cada año, por tal motivo debe de estar enterado de los precios de los materiales.
4. Darle capacitación al personal que va a realizar las actividades de mantenimiento dentro de la empresa, para que el programa de mantenimiento tenga el éxito requerido.

A personal de la empresa

5. Tener en cuenta que la realización de las rutinas de mantenimiento les ayudara a realizar un mejor trabajo, ya que las máquinas fresadoras siempre van a estar en buen funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amstead, B.H. Ostwald, Phillip y otros. **Procesos de Manufactura Versión SI**, Editorial Cecsa (801pp)
2. Chaj Saquic, Federico Toribio. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la planta transformadora de aceros Fersuc, S.A. Villa Nueva. Tesis Ing – Mec. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2001. 105pp
3. De Garmo, E. Paul. **Materiales y Procesos de Fabricación**. Editorial Revertés (967pp)
4. Doyle Laurence Z. **Procesos de Manufactura y Materiales para Ingenieros**, Editorial Dicina (México)(991pp)
5. Fong González, Rigoberto. Programa de Mantenimiento para la Empresa CIZA, S.A. Tesis de Ing – Mec. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990. 95pp
6. Hamrock, Bernard J. **Elementos de Máquinas**, Editorial McGraw Hill, (México) (922pp), 2000.
7. Moore, Harry D y Kibbey, Donald R. **Manual del Ingeniero Mecánico**, Ediciones Orientación S.A. de C.V. (México)(883pp)
8. Tavares Lourival Augusto. **Índices de Mantenimiento RM**. Revista de Mantenimiento, (Chile) 2000 (34pp)

9. Zuleta García, Alirio Luciano. Diseño del Anclaje y Propuesta de un Programa de Mantenimiento preventivo para la Maquinaria de la Empresa de Calzado GARCI, S.A. Tesis de Ing – Mec. Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 120pp.

APÉNDICES

17-Jun	Chequear actividades de mantenimiento trimestral																												
24-Jun																													
01-Jul																													
08-Jul																													
15-Jul	Chequear actividades de mantenimiento mensual																												
22-Jul																													
29-Jul																													
05-Ago																													
12-Ago	Chequear actividades de mantenimiento mensual																												
19-Ago																													
26-Ago																													
02-Sep																													
09-Sep	Chequear actividades de mantenimiento trimestral																												
16-Sep																													
23-Sep																													
30-Sep																													
07-Oct	Chequear actividades de mantenimiento mensual																												
14-Oct																													
21-Oct																													
28-Oct																													
04-Nov	Chequear actividades de mantenimiento mensual																												
11-Nov																													
18-Nov																													
25-Nov																													
02-Dic	Chequear actividades de mantenimiento trimestral																												
09-Dic																													
16-Dic																													
23-Dic																													
30-Dic	Chequear actividades de mantenimiento mensual																												

**PLAN DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL DEL AÑO 2006 DE LA EMPRESA
MAQUINADOS PRECISOS**

A continuación se presentan las rutinas de mantenimiento trimestral para las máquinas fresadoras, marcar con un cheque (✓) si se realizó la rutina o con una equis (X) si no se realizó.

FECHA	FRESADORA 1									FRESADORA 2									FRESADORA 3								
	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9
25-Mar																											
17-Jun																											
09-Sep																											
02-Dic																											

	FRESADORA 7									FRESADORA 8									FRESADORA 9								
	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9
25-Mar																											
17-Jun																											
09-Sep																											
02-Dic																											

Rutina 1: Verificar el desgaste de piezas críticas

Rutina 2: Verificar el estado de las fajas

Rutina 3: Limpieza general de los contactos y reguladores eléctricos así como de sus terminales

Rutina 4: Verificar si la máquina esta bien fija al suelo

Rutina 5: Chequear si las partes que unen los distintos elementos de la máquina no están flojos

Rutina 6: Si se encuentra cualquier condición mala en el aceite, limpiar dentro del depósito de la bomba de lubricación

Rutina 7: La cantidad de relleno de grasa cuando la lubricación es hecha por engrasadora debe ser 1/2 de la carrera de la palanca de bombeo

Rutina 8: Verificar interruptores de encendido y apagado de la máquina

Rutina 9: Revisar conexiones eléctricas

PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL DEL AÑO 2006 DE LA EMPRESA

MAQUINADOS PRECISOS

A continuación se presentan las rutinas de mantenimiento anual para las máquinas fresadoras, marcar con un cheque (√) si se realizó la rutina o con una equis (X) si no se realizó.

FECHA	FRESADORA 1										FRESADORA 2										FRESADORA 3									
	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9	Rutina 10	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9	Rutina 10	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9	Rutina 10
29-Dic																														

FECHA	FRESADORA 6										FRESADORA 7										FRESADORA 8									
	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9	Rutina 10	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9	Rutina 10	Rutina 1	Rutina 2	Rutina 3	Rutina 4	Rutina 5	Rutina 6	Rutina 7	Rutina 8	Rutina 9	Rutina 10
29-Dic																														

- Rutina 1: Revisar la bomba de aceite y si hay escape del mismo, desmontarla y cambiar las partes en mal estado.
- Rutina 2: Ajustar tornillo tuercas y cada una de las partes de la máquina.
- Rutina 3: Revisar las vibraciones o ruidos excesivos que se puedan dar en la máquina y si estos existieran, dar la reparación del caso.
- Rutina 4: Revisar el motor eléctrico, cables eléctricos. Limpieza y cambio de los contactos del mismo.
- Rutina 5: Cambio de cojinetes.
- Rutina 6: Cambiar empaques, retenedores y rectificar todos los elementos que no funcionen correctamente.
- Rutina 7: Cambiar las fajas. (si es necesario)
- Rutina 8: Cambiar la grasa en la caja de engranajes.
- Rutina 9: Cambio de aceite a depósito central.
- Rutina 10: Pintar la máquina.

Figura No. 43 ficha de control de índices de mantenimiento.

**MAQUINADOS
PRECISOS**

No.

**FICHA DE CONTROL DE
ÍNDICES DE MANTENIMIENTO**

FECHA

Los índices de mantenimiento se chequearan para cada fresadora, colocar si o no dependiendo si se llevo a cabo o no cada índice.

INDICE	Fresa 1	Fresa 2	Fresa 3	Fresa 4	Fresa 5	Fresa 6	Fresa 7	Fresa 8	Fresa 9
Tiempo medio entre fallas									
Tiempo medio para reparación									
Tiempo promedio para fallas									
Disponibilidad de equipos									
Costo por facturación									
Costo por valor de reposición									

El control de los índices de mantenimiento se harán cada 500 horas para saber los valores de cada equipo.