



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

**REACONDICIONAMIENTO DE LA FRESADORA DE HUSILLO VERTICAL MARCA
MILLRITE MODELO MVN DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1**

Michael Alexander González Mansilla

Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Ruíz Hernández

Guatemala, mayo de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**RECONDICIONAMIENTO DE LA FRESADORA DE HUSILLO VERTICAL MARCA
MILLRITE MODELO MVN DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MICHAEL ALEXANDER GONZÁLEZ MANSILLA
ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR MANUEL RUÍZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
EXAMINADOR	Ing. Luis Alfredo Asturias Zuñiga
EXAMINADOR	Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco
SECRETARIA	Ing. Lesbia Magali Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**RECONDICIONAMIENTO DE LA FRESADORA DE HUSILLO VERTICAL MARCA
MILLRITE MODELO MVN DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 3 de abril de 2018.

Michael Alexander González Mansilla

Guatemala, 11 de noviembre 2020

Ingeniero

Gilberto Enrique Morales Baiza

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Morales:

Por este medio hago constar que he revisado y aprobado el trabajo de graduación del estudiante **Michael Alexander González Mansilla**, con carne **201213552** y DPI **1798735980101**, el cual lleva como título: **"REACONDICIONAMIENTO DE LA FRESADORA DE HUSILLO VERTICAL MARCA MILLRITE MODELO MVN DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1"**.

En base a lo anterior, hago de su conocimiento esta información a efecto de continuar con el trámite respectivo para su aprobación, sin otro particular.

Atentamente:



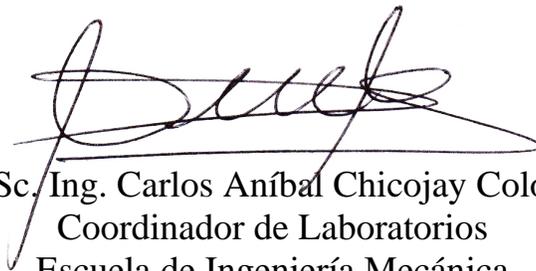
*Ing. Víctor Manuel
Ruiz Hernández*
COL. 4620

Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
Catedrático Revisor de Trabajo de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica



El Coordinador del Área de Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **RECONDICIONAMIENTO DE LA FRESADORA DE HUSILLO VERTICAL MARCA MILLRITE MODELO MVN DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1**, desarrollado por el estudiante **Michael Alexander González Mansilla**, CUI **1798735980101**, Registro Académico **201213552**, recomienda su aprobación.

“Id y Enseñad a Todos”



M.Sc. Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
Coordinador de Laboratorios
Escuela de Ingeniería Mecánica





USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.065.2021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área de Laboratorios del trabajo de graduación titulado: **RECONDICIONAMIENTO DE LA FRESADORA DE HUSILLO VERTICAL MARCA MILLRITE MODELO MVN DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA** del estudiante **Michael Alexander González Mansilla, CUI 1798735980101, Reg. Académico 201213552** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

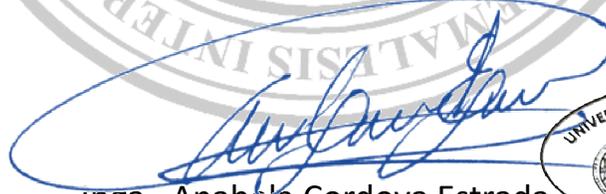
Guatemala, abril 2021

/aej

DTG. 191.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **RECONDICIONAMIENTO DE LA FRESADORA DE HUSILLO VERTICAL MARCA MILLRITE MODELO MVN DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1**, presentado por el estudiante universitario: **Michael Alexander González Mansilla**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, mayo de 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por la sabiduría, la salud y la vida.

Mis padres

Honeywell González y Aracely Mansilla, que han sido los pilares importantes de mi vida, guiándome desde niño y durante el tiempo de estudios, apoyándome hasta culminar una fase de mi vida como profesional de la ingeniería.

Mis hermanos

Alfredo y Mercedes González por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

- | | |
|---|--|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por haberme dado la oportunidad de ser parte y formado como profesional de la academia de alto nivel en Guatemala, por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras. |
| Facultad de Ingeniería | Proporcionarme las herramientas necesarias para desarrollarme como profesional en la ingeniería, por medio de los conocimientos que imparten en cada una de sus ramas. |
| Mis amigos de la Facultad | Gabriela Álvarez, Omar Álvarez, Rubén Larrañaga, Rafael Meoño, Mauro Salvador, Erick Quevedo, Claudia Valiente y a cada uno por su amistad. |
| Ing. Víctor Ruiz | Por la guía durante el desarrollo de la tesis, aconsejándome para llegar a hacer un futuro ingeniero. |
| Ing. Esdras Miranda | Por compartir sus conocimientos de la didáctica en la ingeniería, permitiéndome enseñar la cátedra de diseño mecánico a los futuros profesionales. |

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ESTADO ACTUAL	1
1.1. Diagnóstico de daños de la fresadora de husillo vertical	1
1.2. Elementos para reparar	1
2. CONCEPTOS BASICOS.....	5
2.1. Máquina herramienta.....	5
2.2. Máquina fresadora.....	5
2.2.1. Partes de la fresadora	6
2.2.1.1. Bastidor	7
2.2.1.2. Mesa o bancada	7
2.2.1.3. Husillo principal.....	7
2.2.1.4. Carro transversal	7
2.2.1.5. Consola	8
2.2.1.6. Caja de velocidades del husillo.....	8
2.2.1.7. Caja de avances de la fresadora	8
2.2.2. Características de la fresadora	9
2.3.2. Funcionamiento básico	9
2.3.3. Velocidad de corte en la fresadora	9

2.3.4.	Tipos de fresadoras.....	12
2.3.4.1.	Fresadora horizontal	12
2.3.4.2.	Fresadora vertical.....	12
2.3.4.3.	Fresadora mixta	13
2.3.4.4.	Fresadora universal.....	14
2.3.5.	Herramientas de corte.....	15
2.4.1.1.	Las fresas.....	15
2.4.1.2.	Los dientes	17
2.4.2.	Accesorios.....	20
2.4.2.1.	Prensa para fresadora.....	20
2.4.2.2.	Cabezal divisor	20
2.4.2.3.	Gato o alza ajustable mediante rosca ..	24
2.4.3.	Elementos de fijación a la bancada	25
2.4.3.1.	Bridas	25
2.4.3.2.	Alzas de apoyo.....	26
2.4.3.3.	Gatos.....	26
2.4.3.4.	Escuadras de apoyo.....	27
2.4.4.	Elementos de sujeción para la herramienta de corte	27
2.4.4.1.	Eje porta fresas	27
2.5.	Diseño de máquinas.....	35
2.5.1.	Chaveta	35
2.5.2.	Sistema de lubricación	36
2.5.2.1.	Aceites.....	36
2.5.2.2.	Índice de viscosidad	38
2.5.2.3.	Grasas.....	38
2.5.2.4.	Lubricantes sólidos.....	39
2.5.3.	Fluidos de corte o refrigerantes.....	39
2.5.3.1.	Tipos de fluidos de corte	40

	2.5.3.2.	Aplicación de los fluidos de corte.....	41
2.6.		Motor eléctrico	44
	2.6.1.	Partes del motor eléctrico	44
		2.6.1.1. Estator	45
		2.6.1.2. El rotor	45
		2.6.1.3. Escudos.....	46
	2.6.2.	Tipos de motores eléctricos.....	46
		2.6.2.1. Motores síncronos	46
		2.6.2.2. Motores asíncronos	48
	2.6.3.	Conexión eléctrica	49
	2.6.4.	Nomenclatura eléctrica	50
	2.6.5.	Arranque de motor.....	51
		2.6.5.1. Arranque de motor por tensión conmutable	51
		2.6.5.2. Cálculo de conductores para motores eléctricos.....	53
	2.6.6.	Mantenimiento básico.....	54
3.		REACONDICIONAMIENTO DE LA FRESADORA.....	57
	3.1.	Sistema eléctrico	57
		3.1.1. Diagnostico eléctrico.....	58
		3.1.2. Mantenimiento básico al motor eléctrico.....	58
		3.1.2.1. Mediciones eléctricas del motor.....	59
		3.1.3. Conexión eléctrica	62
		3.1.3.1. Sistema de alimentación.....	62
		3.1.3.2. Panel de control.....	64
		3.1.3.3. Montar motor y accesorios.....	66
		3.1.3.4. Conexión circuito	66
		3.1.3.5. Energizar circuito	67

3.2.	Sistema mecánico	70
3.2.1.	Diagnostico mecánico	70
3.2.2.	Diseño mecánico	70
3.2.2.1.	Chaveta	70
3.2.2.2.	Volante	71
3.2.3.	Sistema de lubricación	72
3.2.3.1.	Lubricación	72
3.2.4.	Plan básico de mantenimiento preventivo	75
3.2.4.1.	Inspección	75
3.2.4.2.	Limpieza	75
3.2.4.3.	Lubricación	76
3.2.5.	Área de emplazamiento	78
4.	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA FRESADORA	81
4.1.	Recomendaciones para la manipulación de la fresadora de husillo vertical.....	81
4.1.1.	Protección la fresadora con instalación de tierra física.....	81
4.1.2.	Protección y seguridad visual.....	81
4.1.3.	Equipo de protección personal	82
4.1.4.	Área de trabajo.....	83
4.1.5.	Precaución en el mantenimiento desconexión eléctrica.....	84
4.1.6.	Reemplazo de partes	84
4.1.7.	Seguridad con las manos	85
4.1.8.	Precaución durante los ajustes de máquina.....	86
4.1.9.	Evitar el arranque accidental de la máquina.....	86
4.1.10.	Iluminación	86
4.2.	Prueba de rotación del husillo principal.....	87

4.3.	Movimiento axial de la mesa	88
4.4.	Movimiento vertical del husillo principal.....	89
4.5.	Prueba de mecanizado.....	90
5.	GUÍA DE LAS PRÁCTICAS	93
5.1.	Procedimiento general de operación	93
5.2.	Taladrado en la fresadora.....	93
5.2.1.	Proceso de ejecución	94
5.3.	Fresado de superficies planas.....	97
5.3.1.	Proceso de ejecución	97
5.4.	Fresado de ranuras	98
5.4.1.	Proceso de ejecución	98
5.5.	Diseño de las tres prácticas.....	100
5.6.	Medidas de seguridad	101
5.7.	Evaluación.....	101
	CONCLUSIONES	103
	RECOMENDACIONES	105
	BIBLIOGRAFÍA.....	107
	APÉNDICES	109
	ANEXOS	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Máquina fresadora	6
2.	Partes de la fresadora	6
3.	Fresadora horizontal	12
4.	Fresadora vertical	13
5.	Fresadora mixta	13
6.	Fresadora universal	14
7.	Tipos de fresas.....	16
8.	Espiral de Arquímedes	17
9.	Ángulos de corte	18
10.	Tabla de ángulo de corte.....	18
11.	Tipos de fresas según sus características	19
12.	Presa para fresadora.....	20
13.	Cabezal divisor.....	21
14.	Plato divisor.....	22
15.	Soporte de engranajes	22
16.	Rueda dentada.....	23
17.	Contrapunto	23
18.	Plato y brida de arrastre	24
19.	Gato o alza ajustable mediante rosca	25
20.	Bridas de fijación.....	25
21.	Alzas de apoyo.....	26
22.	Gatos de apoyo	26
23.	Escuadras de apoyo	27

24.	Clasificación de los ejes porta fresas.....	28
25.	Eje porta fresas largo.....	28
26.	Tirante de fijación.....	30
27.	Anillos separadores	30
28.	Buje guía de apoyo	31
29.	Mandril para fresas con chavetero.....	32
30.	Eje porta fresas de agujero roscado	32
31.	Porta fresas con espiga cónica.....	33
32.	Mandril con agujero cilíndrico	34
33.	Porta boquillas	34
34.	Chaveta plana.....	35
35.	Chaveta cuadrada.....	35
36.	Correlación entre AGMA e ISO.....	37
37.	Aplicación manual.....	41
38.	Aplicación a chorro	42
39.	Aplicación a niebla.....	42
40.	Aplicación de fluidos de corte	44
41.	Estator de hierro	45
42.	Rotor Jaula de ardilla.....	45
43.	Escudos de hierro colado	46
44.	Motores de rotor de polos lisos.....	47
45.	Motores de polos salientes	47
46.	Motores Jaula de ardilla.....	48
47.	Motor de rotor bobinado con anillos rasantes	48
48.	Estator de motor trifásico	49
49.	Bornera de un motor.....	49
50.	Placa de características.....	50
51.	Nomenclatura eléctrica	50
52.	Sistema de conexión de motores asíncronos	52

53.	Esquema eléctrico de potencia y mando.....	52
54.	Corriente a plena carga de motores.....	53
55.	Uso de hojas calibradoras.....	54
56.	Alineación del eje del motor	54
57.	Método de la lámpara.....	55
58.	Reacondicionamiento de la fresadora.....	57
59.	Desmontaje del motor eléctrico.....	59
60.	Identificación de bobinas.....	60
61.	Aterrizado a tierra.....	60
62.	Prueba de aislamiento.....	62
63.	Sistema de alimentación	63
64.	Tablero eléctrico.....	63
65.	Medición de tensión (voltaje).....	64
66.	Panel de control	65
67.	Montaje del gabinete eléctrico.....	66
68.	Diagrama eléctrico de potencia y control	67
69.	Conexión de potencia y control	67
70.	Conexión eléctrica.....	68
71.	Medición en operación	69
72.	Medición de chaveta	71
73.	Sin volante el husillo principal	71
74.	Con Volante el husillo principal	72
75.	Piezas oxidadas	73
76.	Reducir la oxidación.....	74
77.	Lubricación de piezas.....	74
78.	Limpieza de la máquina	76
79.	Plan básico de mantenimiento lubricación con aceite.....	77
80.	Plan básico de mantenimiento lubricación con grasa	77
81.	Área de emplazamiento antes.....	78

82.	Área de emplazamiento ordenada y limpia.....	79
83.	Equipo de protección personal	82
84.	Área de trabajo antes.....	83
85.	Área de trabajo ahora	84
86.	Reemplazo de partes.....	85
87.	Seguridad con las manos	85
88.	Iluminación	86
89.	Prueba de rotación del husillo principal	87
90.	Movimiento horizontal de la mesa	88
91.	Movimiento vertical de la mesa.....	88
92.	Movimiento transversal de la mesa.....	89
93.	Movimiento vertical del husillo principal.....	90
94.	Prueba de mecanizado	91
95.	Fresadora de husillo vertical	91
96.	Fresadora de husillo vertical <i>Millrite</i> modelo MVN	92
97.	Taladrado en la fresadora.....	95
98.	Fijación de prensa de fresa.....	96
99.	Demostración de funcionamiento de taladrado.....	96
100.	Fresado de superficie plana.....	98
101.	Fresado de ranuras.....	100
102.	Guía práctica	100

TABLAS

I.	Elementos para reparar.....	2
II.	Velocidades de corte en m/min	11
III.	Identificación de bobinas	59
IV.	Aterrizado a tierra.....	61
V.	Prueba aislamiento.....	61
VI.	Tensión.....	64
VII.	Amperaje	69
VIII.	Velocidades del husillo en rpm.....	87
IX.	Evaluación.....	102

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetros
m	Metro
m/min	Metros por minuto
mm	Milímetro
rev/min	Revoluciones por minuto
vc	Velocidad de corte

GLOSARIO

Brida	Accesorio de fijación de piezas en máquinas herramientas, en acero o hierro fundido, generalmente.
Cadena cinemática	Conjunto de elementos mecánicos que transmiten la fuerza.
Chaveta	Dispositivo en forma rectangular, cuadrada o semicircular que permite transmitir el movimiento de un eje a una pieza en rotación.
<i>Flip-on</i>	Elemento eléctrico que limita el paso de la corriente.
Fresa	Se denomina así a la herramienta de corte utilizada en la máquina fresadora, van desde dos hasta múltiples filos, fabricadas en acero para herramientas, y materiales altamente resistentes al desgaste.
Fresadora	Nombrada así a la máquina herramienta utilizada en las diversas operaciones de mecanizado con herramientas de corte del mismo nombre.

Husillo	Parte principal de las máquinas herramientas que transmite el movimiento rotacional hacia las herramientas de corte.
Máquina herramienta	Máquina que requiere de una herramienta de corte para la fabricación de piezas metálicas, plásticos u otros, mediante arranque de viruta.
Mecanizado	Es el conjunto de operaciones utilizadas en la transformación de la materia prima mediante el desprendimiento de material por medio de máquinas con herramientas de corte de diversas formas y tamaños que, aplicando avances, velocidades de corte y herramientas con el filo adecuado, como resultado es una superficie con determinada calidad superficial.
INTECAP	Instituto técnico de capacitación.

RESUMEN

La siguiente tesis fue elaborada en base a las necesidades, que se detectaron en el laboratorio de procesos de manufactura 1, mediante una inspección visual primaria se determinaron los elementos que estaban dañados, procediendo a elaborar un listado, en el cual se diagnosticó que estaba limitando la puesta en marcha, recomendado los pasos para reparar los puntos faltantes, esto permitirá que la máquina pueda estar en marcha nuevamente, para permitir que los estudiantes lleven a cabo las diversas prácticas durante el ciclo académico.

Adicional a ello, se complementan recomendaciones de uso y buena operación para prolongar el funcionamiento de la máquina garantizando el funcionamiento de la máquina y guías para que puedan desarrollar diversas prácticas.

OBJETIVOS

General

Reacondicionar la fresadora de husillo vertical, para el aprovechamiento de uso en el laboratorio de procesos de manufactura 1, con ello, facilitar la disponibilidad de un puesto de trabajo más con la habilitación de dicha máquina así atender a la población de estudiantes de dicho laboratorio.

Específicos

1. Identificar las necesidades del laboratorio procesos de manufactura 1.
2. Enumerar los componentes faltantes en fresadora.
3. Reunir información de fresadora de husillo vertical marca *Millrite* modelo MVN.
4. Realizar el reacondicionamiento a fresadora de husillo vertical, que permita su funcionamiento en prácticas para el mecanizado de piezas en el laboratorio procesos de manufactura 1.
5. Implementar un plan básico de mantenimiento para la máquina fresadora.
6. Elaborar las guías de práctica para estudiantes durante el desarrollo de su laboratorio.

INTRODUCCIÓN

Las máquinas herramientas forman parte del desarrollo industrial, que facilitan los procesos de manufactura. Suelen ser máquinas de tamaños diversos de acuerdo con la magnitud de piezas a mecanizar. Su funcionamiento principal es la transformación de la materia prima. El modelado de la pieza mediante movimientos de operación manual o automático como parte del proceso de forma automática durante el arranque de viruta.

Una fresadora elabora piezas de diversas formas, tamaños y materiales a mecanizar por la herramienta de varios filos de corte nombrada fresa que gira alrededor de su husillo. Mediante el fresado se consiguen mecanizar los diversos materiales, tales pueden ser naturales, sintéticos, metálicos y no metálicos, superficies planas o curvas, de entalladura, de ranura, de dentado, entre otros. Además, las piezas fresadas logran ser devastadas o afinadas. De acuerdo al ajuste de movimiento de giro y avance, en las fresadoras convencionales la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, como resultado del proceso de mecanizado se obtiene la pieza requerida por la industria de manufactura.

1. ESTADO ACTUAL

1.1. Diagnóstico de daños de la fresadora de husillo vertical

El laboratorio de procesos de manufactura 1 complementa de forma práctica la formación teórica del curso, permitiendo que todos los estudiantes logren conocer las operaciones básicas de las diversas máquinas herramientas (fresadora, taladro y torno). Son utilizadas como el medio que contribuye en la industria al reacondicionamiento, a través de la fabricación de diversas piezas permitiéndoles seguir funcionando con parámetros cercanos a los de fábrica; optimiza, con ello, los recursos humanos, económicos y de la calidad de productos finales en los diferentes sectores del país.

Actualmente, el laboratorio cuenta con una máquina fresadora que se ve limitada a una cierta cantidad de estudiantes por práctica. Hay otra fresadora que se encuentra en abandono y, por falta de componentes eléctricos y mecánicos, no es utilizada. Mediante una inspección visual se determinan los componentes elaborando un listado de elementos a reparar y los recursos para el reacondicionamiento de la máquina fresadora, se indica que aún es funcional para el laboratorio de procesos de manufactura 1.

1.2. Elementos para reparar

Se realiza una inspección visual para determinar los elementos que limitan el funcionamiento. Se establece la relevancia de cada componente para la máquina y a través de la siguiente tabla se definen los elementos para reparar:

Tabla I. **Elementos para reparar**

Elemento	Diagnostico	Recurso
Circuito eléctrico	Carece de un diagrama eléctrico de conexiones.	Investigar en manuales, internet o en base a experiencia la conexión eléctrica de un motor eléctrico.
Motor eléctrico	El motor no cuenta con conexiones eléctricas y físicamente se ve deteriorado.	Se debe realizar una inspección inicial, la cual determinará el tipo de mantenimiento para saber si el motor aún es funcional. Posterior a ello realizar las conexiones.
Mando de arranque	Falta de botón de arranque, cambio de giro, paro y paro de emergencia.	Con el diagrama eléctrico de potencia y mando, se define un panel de control.
Volantes	Carece de volantes que permiten los movimientos básicos para la manipulación de la fresadora.	Fabricación de los volantes que sean funcionales para la manipulación de la máquina.
Chaveta	No tiene chaveta para transmitir el movimiento de los ejes.	Con base en las dimensiones del chavetero se fabricarán.

Continuación tabla I.

Lubricación	Es necesario lubricar aquellas piezas que están en constante fricción para evitar el desgaste. Para ello, se analizará de acuerdo a recomendación técnica del fabricante qué tipo de lubricante será necesario aplicar (aceite y grasa).	Establecer un plan de lubricación, ya que las partes de la máquina se encuentran en movimiento entre sí pueden provocar desgaste y como el ambiente al que está expuesto puede provocar corrosión.
Área de emplazamiento	El área de manipulación es estrecha y a los alrededores hay chatarra que reduce el desplazamiento cerca de la máquina.	Despejar los alrededores de la máquina, delimitando el área necesaria para la manipulación básica.

Fuente: elaboración propia.

2. CONCEPTOS BASICOS

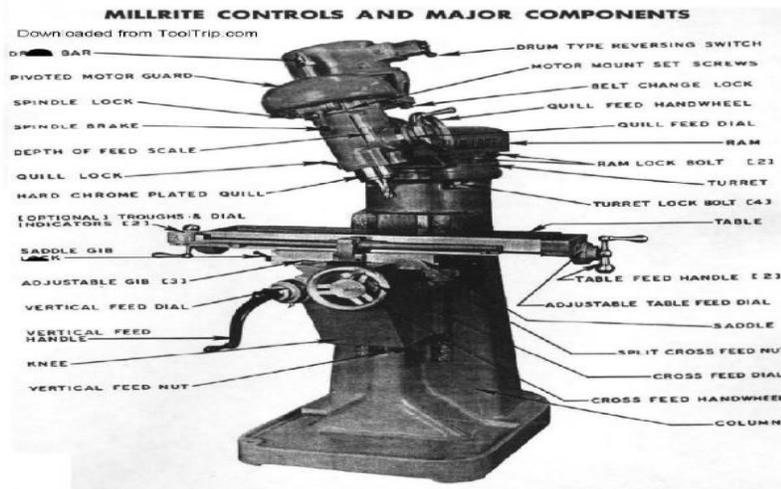
2.1. Máquina herramienta

En la actualidad, las máquinas herramientas facilitan los diversos procesos de manufactura, ya que optimizan los recursos de las empresas, como la mano de obra y materia prima, permitiendo la transformación de materiales como metales, no metales, sintéticos y otros. En diversas piezas mecánicas que permiten el funcionamiento de máquinas automatizadas de producción, piezas en rodamiento y otros. El trabajo de estas máquinas se debe a la transformación de la energía eléctrica, mediante un motor de corriente alterna, a mecánica por un conjunto de mecanismos. Esta transformación es nombrada como cadena cinemática (ejes, engranajes, fajas, poleas y tornillos) que transmite la potencia dándole el movimiento principal a las máquinas herramientas.

2.2. Máquina fresadora

Máquina para fresar es una máquina herramienta de movimiento continuo, destinada al mecanizado de piezas de diversos materiales, por medio de una herramienta de corte, denominada fresa. Permite realizar operaciones de fresado de superficies de formas variadas: planas, cóncavas, convexas, angulares, ranuras de formas diversas y ranuras de forma helicoidal, entre otras.

Figura 1. Máquina fresadora

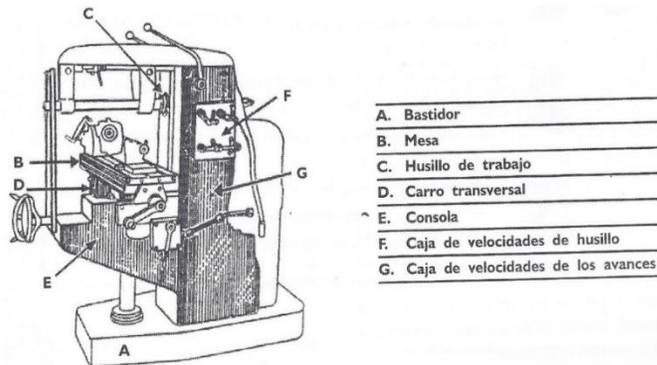


Fuente: GONZÁLEZ, Michael. *Manual de instrucciones operación y mantenimiento de U.S. Bruke Millrite modelo MVN*. www.neme-s.org/millrite-manual1. Consulta: 12 de marzo del 2020. p. 18.

2.2.1. Partes de la fresadora

En las máquinas para fresar, empleadas en los talleres de fabricaciones mecánicas, se distinguen las siguientes partes principales.

Figura 2. Partes de la fresadora



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

2.2.1.1. Bastidor

Generalmente, es una forma de caja rectangular, de fundición y constituye la base reforzada de la máquina, por medio de la cual la máquina se apoya al suelo. Es la parte que soporta a las demás partes de la máquina fresadora.

2.2.1.2. Mesa o bancada

Es una estructura plana de forma rectangular que sirve de sostén a las piezas que han de ser mecanizadas directamente montada a ella en sus canales provistos en la superficie de esta por medio de accesorios de fijación o de prensa de trabajo.

2.2.1.3. Husillo principal

Es un eje de trabajo corto o largo que transmite el movimiento del motor a la herramienta de trabajo (fresa), por lo que es una de las partes más esenciales de la máquina.

2.2.1.4. Carro transversal

Parte de fundición en forma rectangular, en cuya parte superior se desliza y gira la mesa en un plano horizontal: en la base inferior, por medio de guías, está ensamblado a la consola, sobre la cual se desliza, accionando a mano, por medio de un tornillo y una tuerca. O bien, puede ser automáticamente por medio de un mecanismo de avance.

2.2.1.5. Consola

Parte de la estructura de la máquina que sirve de sostén a la máquina y sus mecanismos de accionamiento. Es un cuerpo de fundición que se desliza de forma vertical en el bastidor, a través de guías, por medio de un tornillo telescópico con su correspondiente tuerca (de longitud tal que permite desplazarse una altura determinada).

2.2.1.6. Caja de velocidades del husillo

Consta de una serie de ruedas dentadas de diferentes diámetros y dientes generalmente rectos, dando como resultado diferentes relaciones de transmisión de movimiento necesarios para los diversos mecanizados que van desde el desbaste hasta el afinado de las superficies a trabajar. Esta se encuentra ubicada en la parte superior del bastidor. El accionamiento independiente del que efectúa la caja de avances para permitir condiciones de corte requeridos.

2.2.1.7. Caja de avances de la fresadora

Es un mecanismo constituido por una serie de ruedas dentadas de diente recto ubicados en el interior del bastidor, en su parte central. Recibe el movimiento directamente del accionamiento principal de la máquina mediante un acoplamiento con ruedas correderas, que permite establecer diferentes velocidades de avance. El enlace del mecanismo con husillo de la mesa a la consola se realiza a través de un eje extensible con articulaciones tipo cardán. En algunas fresadoras, la caja de velocidades de los avances está ubicada en la consola con un motor especial e independiente del accionamiento principal de la máquina.

2.2.2. Características de la fresadora

El hecho de que la herramienta de trabajo de la fresadora sea de filos múltiples y que se puedan montar en el eje porta fresas, combinaciones de diferentes formas. Se le confieren características especiales y una ventaja sobre las otras máquinas herramientas, como lo son realizar una gran variedad de trabajos en superficies situadas en planos paralelos, perpendiculares o formando ángulos diversos, construir ranuras que van desde circulares, elípticas hasta helicoidales.

2.3.2. Funcionamiento básico

El accionamiento principal lo produce un motor alojado en la parte posterior del bastidor, el cual transmite el movimiento al husillo de trabajo, a través del sistema de engranajes de la caja de velocidades. El movimiento de avance automático lo produce la caja de avances, la cual transmite el movimiento a través de un eje con articulación cardán, a un mecanismo de tornillo sin fin y corona.

2.3.3. Velocidad de corte en la fresadora

La velocidad de corte en la fresadora se puede definir como la velocidad lineal en metros por minuto, que toma como referencia el movimiento de un punto situado en un filo de la fresa. En las fresas cilíndricas todos los puntos del filo tendrán la misma velocidad, en cualquier punto se considere. En las fresas cónicas o de perfiles combinados, cada punto de uno de sus filos tendrá una velocidad diferente. En las fresas cónicas de perfil combinado, se toma como referencia el punto de un filo situado sobre el diámetro mayor de la fresa.

- Factores que considerar para determinar la velocidad en la herramienta de corte.
 - El tipo de fresa y sus dimensiones.
 - El material por cortar.
 - El avance y la profundidad de corte.
 - El uso de fluido de corte (refrigerante).

La velocidad de corte recomendada viene establecida en tablas. La velocidad de corte (V_c) se mide en metros por minuto (m/min). Se calcula con la siguiente ecuación:

$$V_c = (d \times \pi \times N) / 1000$$

Siendo:

d = diámetro de la fresa en milímetros (mm)

N = número de revoluciones por minuto (RPM)

π = número PI = 3,1416

A continuación se presenta una tabla con las velocidades de corte en metros por minuto según el material y el tipo de fresa a usar.

Tabla II. **Velocidades de corte en m/min**

Operación	Desbaste		Afinado	
	Desde	Hasta	Desde	Hasta
Fresa y material				
Fresa cilíndrica				
Acero suave	12	14	18	22
Acero duro	8	10	10	14
Metales blandos	150	200	200	300
Fresa cilíndrica frontal				
Acero suave	12	14	20	22
Acero duro	8	10	12	40
Metales blandos	150	250	200	300
Fresa con dientes postizos				
Acero suave	15	20	25	30
Acero duro	10	12	15	20
Metales blandos	200	300	200	400
Fresas con mango				
Acero suave	16	18	20	24
Acero duro	12	14	16	18
Acero duro Metales blando	140	180	150	180

Fuente: HERMAN, Herman; SCHARKUS, Eduard; LOBERT Rolf. *Tablas para la industria metalúrgica*, p. 180.

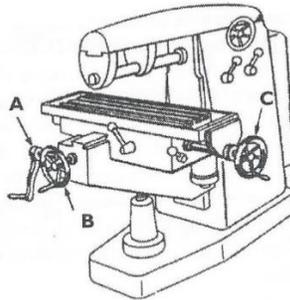
2.3.4. Tipos de fresadoras

Los tipos de máquina fresadora se identifica respecto al husillo principal y la relación a la bancada.

2.3.4.1. Fresadora horizontal

El husillo de la fresadora paralelo a la bancada principal.

Figura 3. **Fresadora horizontal**



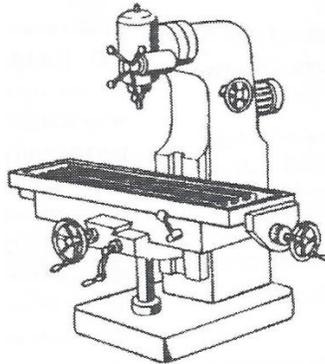
Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

2.3.4.2. Fresadora vertical

El husillo principal es perpendicular a la bancada principal, la cual permite a que la herramienta de corte se aproxime, realizando el movimiento de corte requerido durante el mecanizado de las superficies a trabajar.

Este tipo de fresadora posee diversas dimensiones permitiendo dar cobertura a diferentes capacidades de tamaño de piezas a trabajar. La construcción puede ir desde materiales livianos hasta materiales que les permite ser muy robustas en su estructura.

Figura 4. **Fresadora vertical**

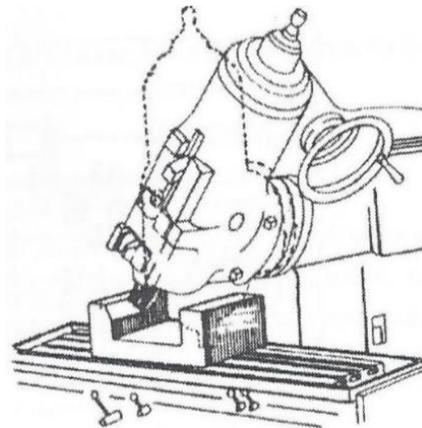


Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

2.3.4.3. **Fresadora mixta**

El husillo puede orientarse en las dos posiciones precedentes. Son características que les permite realizar trabajos de forma horizontal y vertical por su diseño estructural y la implementación de dos motores para realizar movimientos independientes de forma perpendicular y paralela a la mesa de trabajo.

Figura 5. **Fresadora mixta**

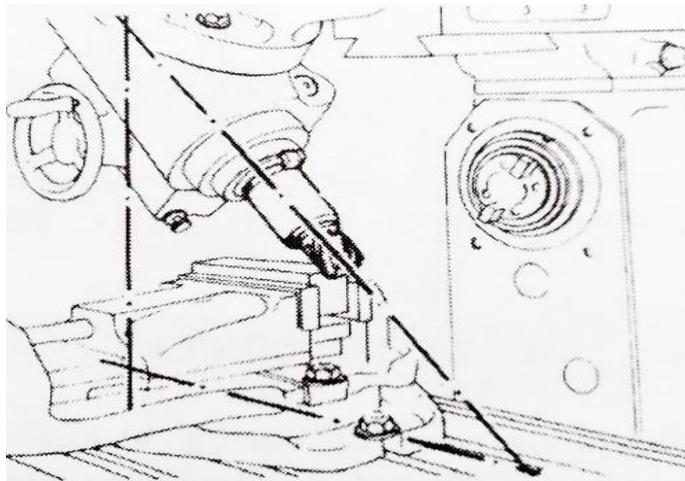


Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

2.3.4.4. Fresadora universal

Es la combinación entre un husillo horizontal y vertical que permite que se puedan fabricar las piezas para trabajar en la fresadora horizontal y vertical. Para iniciar el estudio de esta máquina, se debe considerar como punto de partida la fresadora horizontal. En efecto, la fresadora universal es en principio una fresadora horizontal, pero, además, está provista de otros mecanismos y accesorios especiales que le permiten ampliar ampliamente sus posibilidades de trabajo.

Figura 6. **Fresadora universal**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

- **Características de la fresadora universal**

La fresadora universal está dotada de un cabezal universal de doble articulación que le permite la inclinación del eje porta fresas, para formar cualquier ángulo con la superficie de la mesa. La mesa puede girar en un plano horizontal, hasta un ángulo de 45°, en ambos sentidos.

- Otras características importantes que permiten otras posibilidades en el uso de la máquina fresadora son los siguientes:
 - Largo y ancho de la mesa.
 - Giro de la mesa en ambos sentidos a 45°.
 - Máximo desplazamiento longitudinal de la mesa.
 - Máximo desplazamiento transversal de la mesa.
 - Máximo desplazamiento vertical de la consola.
 - Máxima altura de la superficie de la mesa al husillo principal.
 - Máximo y mínimo número de rev/min, del husillo principal.
 - Avances en mm/min.
 - Velocidad y potencia del motor.
 - Peso de la máquina.

2.3.5. Herramientas de corte

Las herramientas de corte nos permiten el funcionamiento básico de operación de la máquina permitiendo a través de ello trabajar los diversos materiales.

2.4.1.1. Las fresas

Son herramientas que cortan a través del filo de cada uno de los dientes que posee cuando está en movimiento rotacional y de avance en el mecanizado. Estas son fabricadas específicamente para fresadoras, aunque pueden utilizarse en otras máquinas herramientas.

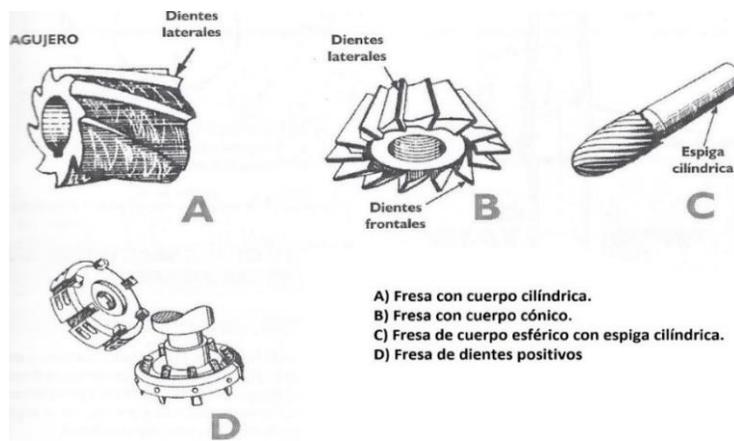
2.4.1.1.1. Partes y funcionamiento de las fresas

Las fresas son fabricadas en aceros al carbono para herramientas de corte en general. Están constituidas por un cuerpo de revolución; en la periferia de la cual se hallan dientes tallados en el propio material o insertos de carburos metálicos. Se destacan algunos aspectos formales de ellas. El cuerpo puede ser cilíndrico, cónico, esférico o una combinación de ellos. Las fresas de gran diámetro suelen tener el cuerpo de acero al carbono y dientes postizos de acero rápido o carburos metálicos, en los cuerpos se distinguen las superficies laterales y las frontales.

2.4.1.1.2. Tipos de fresas

- Fresa con cuerpo cilíndrica.
- Fresa con cuerpo cónico.
- Fresa de cuerpo esférico con espiga cilíndrica.
- Fresa de dientes postizos.

Figura 7. Tipos de fresas



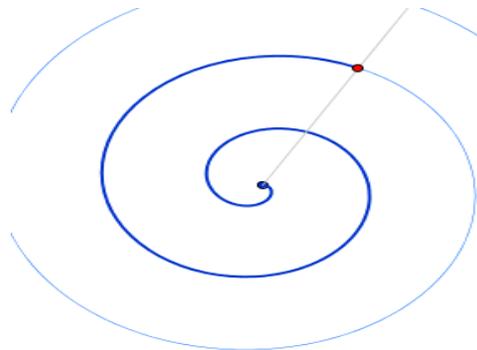
Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

2.4.1.2. Los dientes

Están dispuestos sobre las superficies de la fresa. Según se hallen ubicados, se designan como laterales o frontales. Cada diente se puede considerar una herramienta de corte y, por tanto, deben reunir sus propias condiciones. Sus filos pueden seguir líneas rectas o curvas que, al girar, constituyen el perfil de la fresa. Hay fresas de dientes alternados, en las cuales, las disposiciones de sus dientes son tal, que ofrecen siempre un ángulo de salida positivo.

Los dientes de perfil constante son aquellos que al ser afilados conservan su perfil, como en las fresas para tallar dientes de engranajes o las de fresar ranuras para machuelos. En estas fresas las superficies de incidencia siguen una trayectoria geométrica como una espiral de Arquímedes (es un punto moviéndose a velocidad constante sobre una recta que gira sobre un punto de origen fijo a velocidad angular constante). Según se muestra en la siguiente imagen una trayectoria de forma de espiral de Arquímedes.

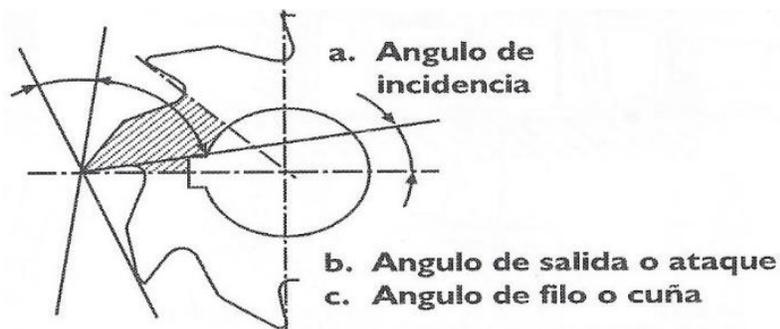
Figura 8. **Espiral de Arquímedes**



Fuente: MORALES. Miguel Ángel. *Espiral de Arquímedes*. <https://www.gaussianos.com/la-espiral-de-arquimedes/>. Consulta: 16 de abril del 2020.

La espiga y el agujero sirven para su sujeción y conducción durante el mecanizado de los materiales. Las fresas tienen una espiga que pueden ser cónica o cilíndrica, o un agujero. Las espigas tienen dimensiones, proporcionales al esfuerzo máximo que la fresa realiza durante el corte, las fresas cónicas están normalizadas (cono morse o americano). Los agujeros también son proporcionados y pueden tener chavetero, para montarlas en el eje porta herramienta con chaveta de arrastre, a fin de evitar deslizamientos durante el corte.

Figura 9. **Ángulos de corte**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

Figura 10. **Tabla de ángulo de corte**

Ángulos de incidencia aproximados para fresas de acero rápido

MATERIAL TRABAJADO	ANGULO DE INCIDENCIA PRIMARIO A	ANGULO DE INCIDENCIA SECUNDARIO C	ANGULO DE SALIDA B
Aceros aleados	2 a 3°	6 a 10°	10 a 15°
Aceros de bajo tenor de C	3 a 5°	8 a 10°	10 a 15°
Hierro fundido	3 a 5°	6 a 10°	10°
Latón	3 a 4°	6 a 10°	10 a 20°
Bronce (Duro)	2 a 4°	6 a 10°	10 a 15°
Aluminio	6 a 10°	10 a 15°	10 a 35°

Fuente: SÁNCHEZ, Pedro. *Afilado de herramientas*, p. 61.

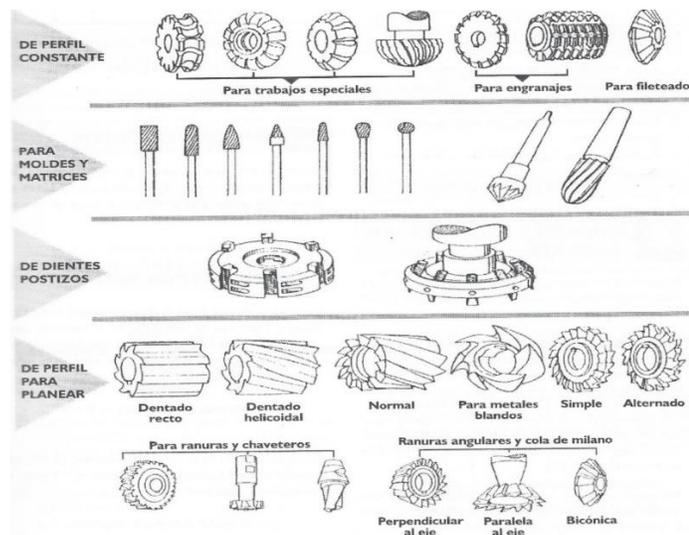
2.4.1.2.1. Sus características

Los tipos de fresas son muchos, se pueden mencionar los siguientes: de perfil constante, de dientes postizos, para moldes y matrices, de perfil para planear y otros. Dentro de las características en forma general están las siguientes:

- La forma de la fresa.
- Las dimensiones (milímetros o pulgadas).
- Las dimensiones del agujero o de la espiga.
- El tipo de dientes.

En caso de fresas especiales, se indican todas las características que ayuden a definir cada fresa. Por ejemplo, para tallar ruedas dentadas se indica el módulo si es en milímetros o si es en pulgadas el Diametral Pitch, el número de dientes y el ángulo de presión.

Figura 11. Tipos de fresas según sus características



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

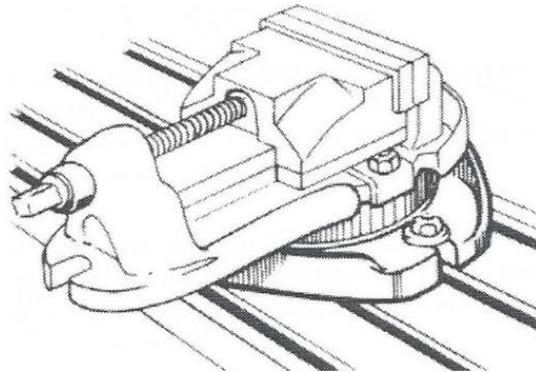
2.4.2. Accesorios

La fresadora está provista de una serie de accesorios que permiten realizar las diversas operaciones de fresado, los cuales se indican a continuación.

2.4.2.1. Prensa para fresadora

Es una herramienta de sujeción que se usa como auxiliar en el mecanizado en máquinas herramientas, por ejemplo, en el taladrado o en el fresado de piezas.

Figura 12. **Presa para fresadora**

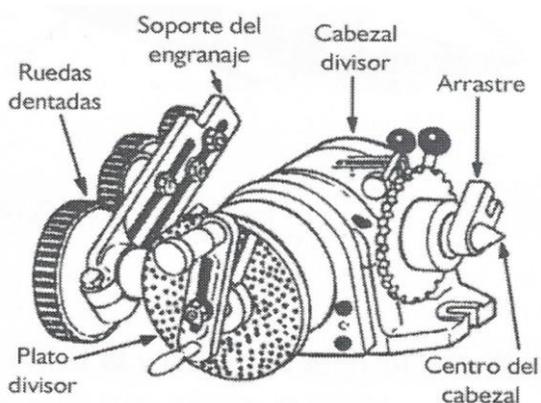


Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

2.4.2.2. Cabezal divisor

Es un conjunto de accesorios que, montados sobre la mesa de trabajo de la fresadora, tiene como función principal, producir giros controlados equidistantes en la superficie de la pieza a mecanizar, por medio de dicho accesorio se obtiene divisiones exactas. La disposición de estos aparatos, de acuerdo con las necesidades del trabajo, permite fijar, el material a tallar diversas ranuras, las que pueden ser desde ranura recta o helicoidal, a lo largo de la superficie del material que puede ser de forma plana o cilíndrica.

Figura 13. **Cabezal divisor**

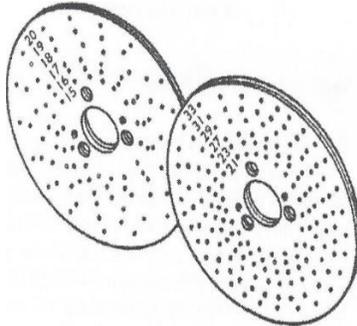


Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

2.4.2.2.1. **Partes del cabezal divisor**

- Cabezal divisor: es uno de los accesorios más importantes, diseñado para ser usado en la mesa de la fresadora. Tiene como objetivo principal hacer la división de la trayectoria circular del trabajo al mismo tiempo fija o sujeta la pieza a tallar. Además, puede ser cabezal divisor simple o cabezal divisor universal. Adicionalmente, el uso eficiente de estos accesorios se conforma de los siguientes accesorios como el plato divisor, soporte de engranes, juego de ruedas dentadas, contra punto, plato universal y plato y brida de arrastre.
 - Plato divisor: es un juego de discos fabricados en acero, provisto de una serie de perforaciones (agujeros) concéntricos circunferencialmente. Vienen enumerados indicando la cantidad de agujeros concéntricos de acuerdo a las divisiones que se requerirán mecanizar en piezas. Los que son utilizados para el tallado de ranuras, previo al cálculo mediante una ecuación.

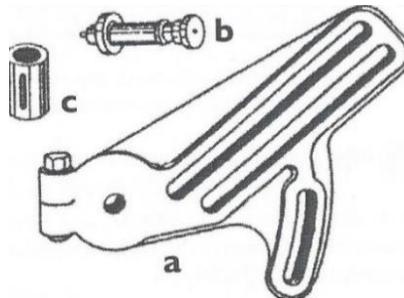
Figura 14. **Plato divisor**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

- Soporte de engranes (lira): accesorio que permite el montaje del juego de ruedas dentadas requeridas para el mecanizado de ranuras. Se compone del soporte, del eje de fijación y de los bujes cilíndricos para permitir cierta relación de transmisión en el movimiento circunferencial de la pieza a ranurar.

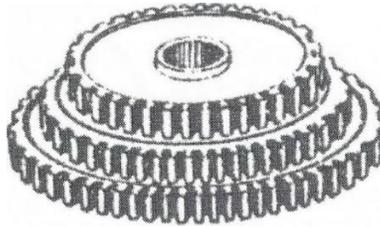
Figura 15. **Soporte de engranajes**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137

- Ruedas dentadas: juego de ruedas de diente recto de diámetros y cantidad de dientes variables. La combinación de diferentes engranes permite obtener movimientos circunferenciales y lineales, por la conexión entre el tornillo del husillo de la mesa y el cabezal divisor.

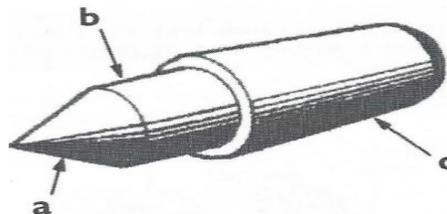
Figura 16. **Rueda dentada**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

- **Contra punta:** accesorio que permite soportar en un extremo la carga de la pieza montada en el cabezal divisor. Adicionalmente, permite la alineación de dicha pieza al mismo tiempo reduce posibles vibraciones durante el proceso de fresado de ranuras, y consta de lo siguiente:
 - Una punta cónica de 60° , en la que se apoya el agujero de centro hecho en el extremo de la pieza.
 - Zona cilíndrica en el cuerpo que ajusta en el agujero de arrastre.
 - El resto del cuerpo presenta superficie cónica igual conicidad que va en el husillo.

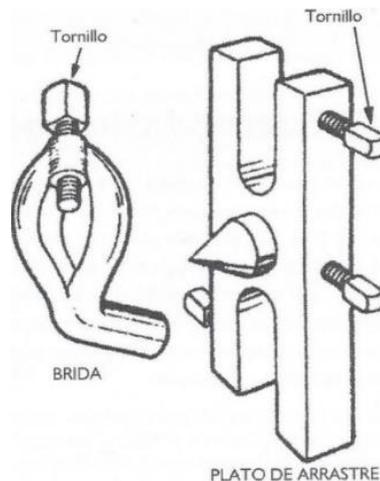
Figura 17. **Contrapunto**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

- Plato y brida de arrastre: accesorios necesarios para el montaje y mecanizado de ranuras en piezas de forma cilíndrica y generalmente de diversas longitudes, las que deben ser trabajadas entre puntos. Asegura el trasladar el movimiento que recibe del cabezal divisor hacia la pieza, dicha fijación se realiza mediante tornillos provisto en el cuerpo de estas.

Figura 18. **Plato y brida de arrastre**

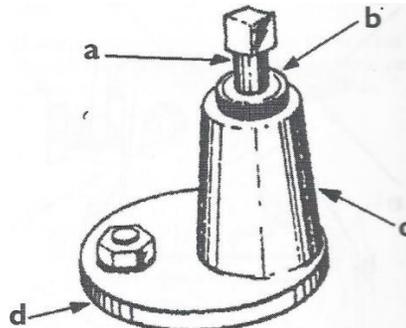


Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

2.4.2.3. **Gato o alza ajustable mediante rosca**

Dispositivo montado sobre la mesa de la máquina fresadora sirve de apoyo a la superficie de las piezas de longitudes variantes y de poco diámetro (medidas menores). Pueden sufrir deformación (flexión) durante el mecanizado por la acción de esfuerzos de corte provocados por la herramienta de trabajo. Se conforma por un tornillo roscado, una tuerca roscada, una base y un cuerpo cilíndrico o cualquier forma dada.

Figura 19. **Gato o alza ajustable mediante rosca**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

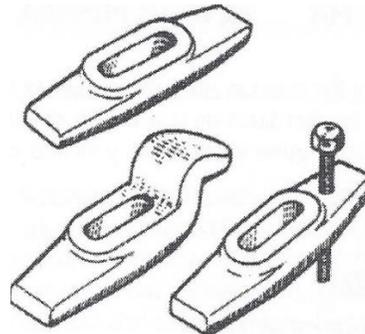
2.4.3. Elementos de fijación a la bancada

Son accesorios de acero o hierro fundido, en forma variadas. Según su aplicación y sirven para la fijación de piezas directamente a la mesa de la máquina fresadora, reciben diferentes nombres dentro lo que tenemos; bridas, alzas, gatos y escuadras.

2.4.3.1. Bridas

Son piezas de acero forjadas o mecanizadas en forma plana o acodadas con ranuras provistas para la fijación mediante tornillos, según montaje.

Figura 20. **Bridas de fijación**

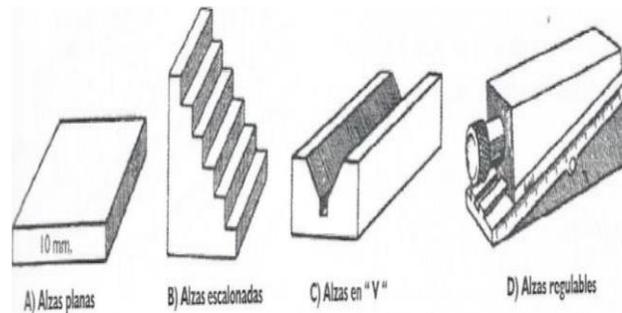


Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

2.4.3.2. Alzas de apoyo

Elementos de apoyo en acero o hierro fundido y mecanizados. Pueden ser planas, escalonadas en "V" y regulables.

Figura 21. Alzas

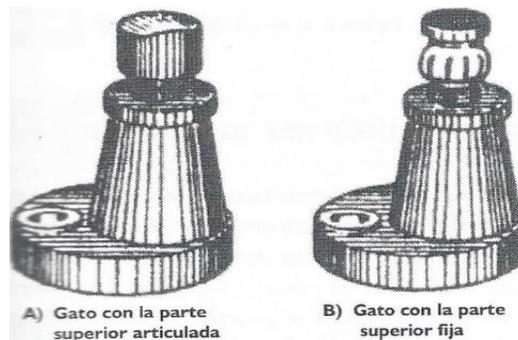


Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

2.4.3.3. Gatos

Son elementos de apoyo al montaje de piezas en la mesa de la máquina fresadora de acero, hierro fundido o mecanizados provista con tornillos autobloqueantes. Las formas pueden ser en la parte superior en forma articulada o basculante.

Figura 22. Gatos de apoyo

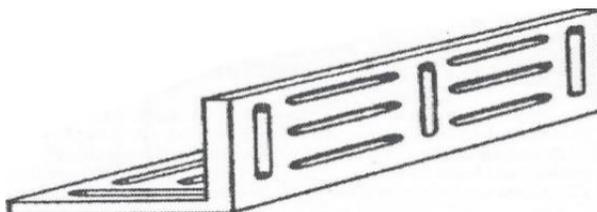


Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

2.4.3.4. Escuadras de apoyo

Elementos contruidos en hierro fundido. Sus caras son planas y mecanizadas, formando un ángulo recto de 90°.

Figura 23. **Escuadras**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

2.4.4. Elementos de sujeción para la herramienta de corte

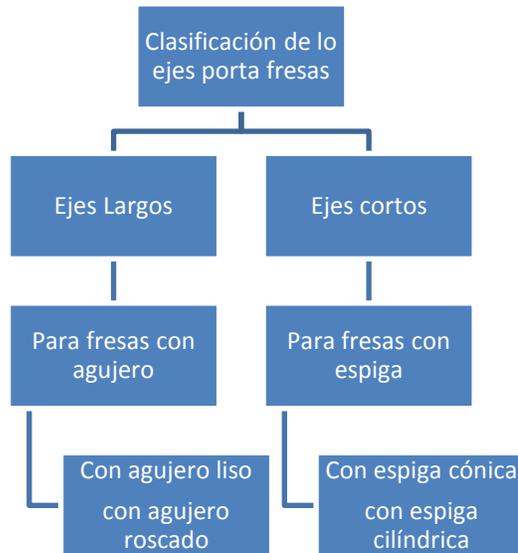
Los elementos de sujeción permiten que el husillo principal transmita el movimiento rotacional a la herramienta de corte permitiendo operar la máquina fresadora con diversas operaciones.

2.4.4.1. Eje porta fresas

Son accesorios de la fresadora que se usan para sujetar la fresa y, a la vez, transmitirle el movimiento que recibe del husillo. Son fabricados de acero al carbono aleados (acero al cromo – níquel), tratados térmicamente con acabados superficiales muy lisos y precisos.

El eje porta fresas se seleccionan según el tipo de fresa a la que se debe montar y al tipo de trabajo que se va a efectuar. Para diferenciar esta porta fresas se les agrupa dentro de una primera clasificación en ejes porta fresas largas y ejes porta fresas cortas.

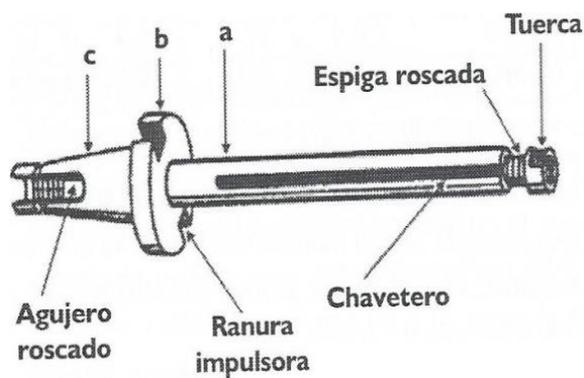
Figura 24. **Clasificación de los ejes porta fresas**



Fuente: elaboración propia.

- El eje porta fresas largas consta de las siguientes partes principales:
 - Eje cilíndrico
 - Collar impulsor
 - Cuerpo cónico

Figura 25. **Eje porta fresas largo**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

En cada una de estas partes hay detalles constructivos que cumplen funciones específicas en el eje porta fresas.

El agujero roscado: en el cuerpo cónico permite fijar el extremo de la barra de apriete (tirante), con el objeto de asegurar su ubicación en el husillo.

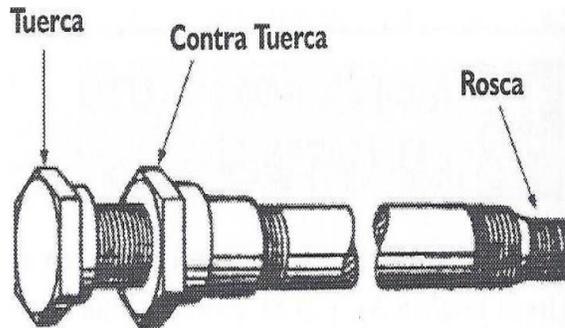
Las ranuras del collar impulsor: son dos, encajan en las chavetas de arrastre del husillo. Evitan que el eje porta fresas se deslice al transmitir el movimiento que recibe de la caja de velocidades.

El chavetero: es una ranura mecanizada de forma rectangular tallada sobre la superficie longitudinal del eje cilíndrico, en el cual se ubica y fija la fresa. Permite que la herramienta pueda transmitir la potencia y giro del husillo, al colocarle la chaveta, sin que resbale al entrar en contacto con la pieza y darle la profundidad de corte correspondiente.

La espiga roscada: se ubica en el extremo del eje cilíndrico. Recibe una tuerca que aprieta y fija la fresa en su posición definitiva, a través de los anillos separadores, impidiendo su salida del eje.

Tirante de fijación: es una barra de acero roscada en ambos extremos, que se introduce a través del husillo, para atornillarlo en el agujero roscado del eje porta fresas, lo que permite fijarlo por completo al husillo mediante una tuerca y una contratuerca que lleva en el otro extremo.

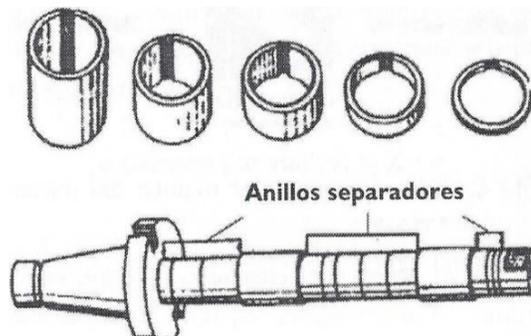
Figura 26. **Tirante de fijación**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

Anillos separadores: son aros con chavetero, ajustados al eje, que sirven como suplemento para la lubricación de las fresas en el eje cilíndrico. Su largo es variable para permitir combinaciones en la ubicación de las fresas, sus caras laterales son planas y paralelas, con un buen acabado.

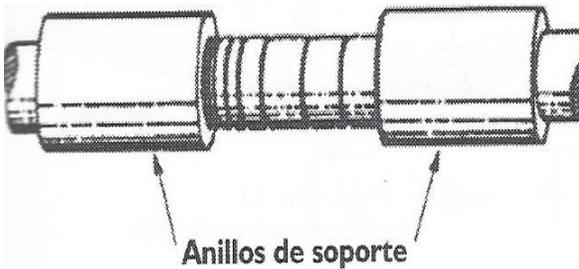
Figura 27. **Anillos separadores**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

Buje guía: sirve de apoyo al eje porta fresas y evita la flexión excesiva del eje durante el trabajo.

Figura 28. **Buje guía de apoyo**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

2.4.4.1.1. Ejes porta fresas cortos

Estos ejes cumplen con la misma función que los ejes porta fresas largas. Su diferencia está en que el eje cilíndrico largo ha sido reemplazado por uno corto y, en otros casos, se ha eliminado por completo, según el tipo de fresa. Estas características permiten clasificar los ejes porta fresas cortos, en dos tipos: fresas con agujero y fresas con espiga.

La fresa debe ser arrastrada por el eje porta fresas con tanta seguridad como sea posible y funcionar con un movimiento exento de sacudidas. Según el tipo de trabajo a realizar, se pueden emplear diversidad de ejes porta fresas, como se describe a continuación.

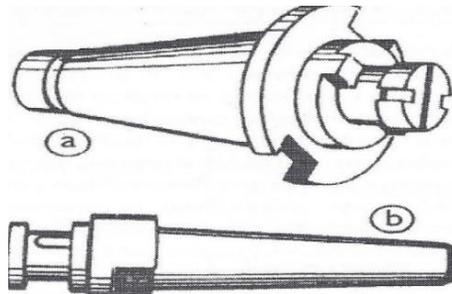
2.4.4.1.2. Eje porta fresa de agujero liso

El eje porta fresas se su clasifica en dos tipos de acuerdo a la cuña de las fresas. El apriete de la fresa se efectúa por medio de una tuerca o tornillo, según el diseño del mandril. El largo del vástago cilíndrico del mandril debe ser menor que el ancho de la fresa. En caso de ser mayor, se complementa el ancho de la fresa con anillos separadores con chavetero, a fin de poder apretar la fresa contra el mandril.

Los tipos de mandriles para fresas con chavetero pueden ser:

- Transversales
- Longitudinales.

Figura 29. **Mandril para fresas con chavetero**

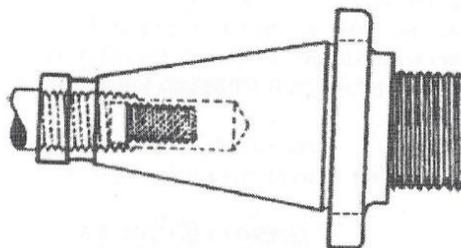


Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

2.4.4.1.3. Eje porta fresas de agujero roscado

Esta porta fresas tiene el vástago roscado internamente y rosca exterior, lo que permite tomar y fijar aquellas fresas que, en lugar de chavetero, llevan agujero roscado.

Figura 30. **Eje porta fresas de agujero roscado**

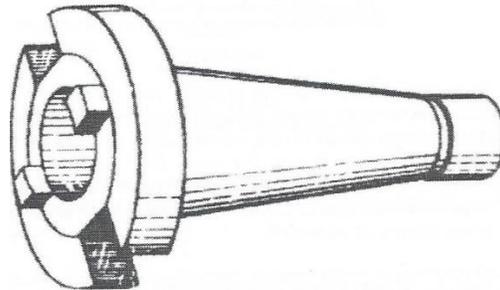


Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

2.4.4.1.4. Eje porta fresas con espiga cónica

Cuando las fresas de espiga cónica no se pueden fijar directamente al husillo, por las diferencias de los diámetros y conicidades. Se emplean mandriles que actúan como manguitos cónicos intermedios entre la espiga y la fresa del husillo. Debido a las combinaciones que resultan al tener que montar fresas con estas espigas, para hacer posible estas combinaciones se construyen con diversas conicidades, por ejemplo: con un cono morse en su interior y un cono estándar o americano en su exterior o viceversa.

Figura 31. **Porta fresas con espiga cónica**

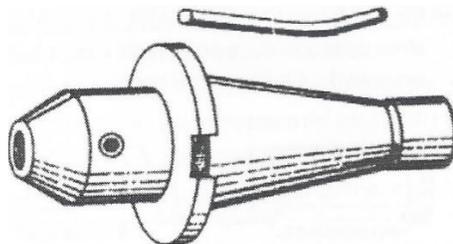


Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

2.4.4.1.5. Eje porta fresas con espiga cilíndrica

Para la sujeción y apriete de las fresas que tienen el mango cilíndrico se dispone de los mandriles con agujero cilíndrico, ya que en cuyo agujero se ajusta el diámetro de la espiga de la fresa. Para fijarlo se dispone de un tornillo prisionero que se aprieta contra una muesca plana que lleva la espiga de la fresa.

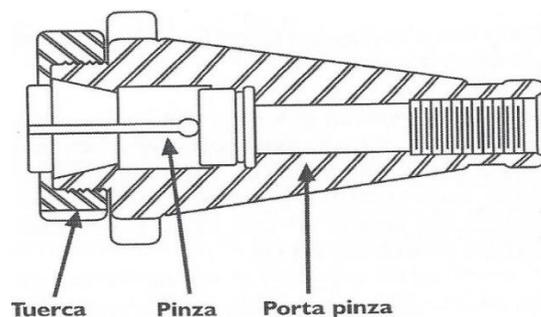
Figura 32. **Mandril con agujero cilíndrico**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

También está la porta boquillas que, por su forma cilíndrica interna, permite el alojamiento de la herramienta en su interior y la forma cónica con ranuras en su exterior.

Figura 33. **Porta boquillas**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

Las condiciones para la precaución son esenciales para su uso y conservación. Antes del montaje se debe verificar que la rosca de la barra de apriete corresponda a la del eje porta fresas. Una vez usados los ejes porta fresas deben cubrirlos con una capa de lubricante y almacenarlos en lugar adecuado sin contacto con otras herramientas de trabajo con el propósito de no golpear las superficies de montaje.

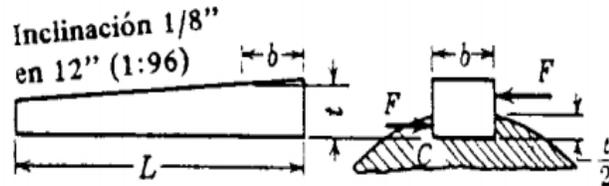
2.5. Diseño de máquinas

Como complemento las máquinas herramientas requieren de ciertos elementos que complementan el funcionamiento para la operación.

2.5.1. Chaveta

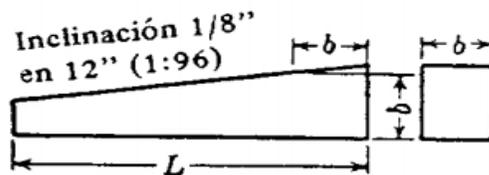
Son llamadas planas o cuadradas. Las chavetas planas son de sección rectangular con la dimensión menor orientada en dirección radial y pueden ser o inclinadas o de cuña. Las chavetas cuadradas tienen una sección cuadrada $b \times b$ y también pueden ser o no de forma de cuña.

Figura 34. Chaveta plana



Fuente: FAIRES, Virgil Moring. *Diseño de elementos de máquinas*. p. 802.

Figura 35. Chaveta cuadrada



Fuente: FAIRES, Virgil Moring. *Diseño de elementos de máquinas*. p. 802.

La magnitud de inclinación real resultante de la chaveta depende, en parte, del ajuste en la parte superior e inferior.

2.5.2. Sistema de lubricación

La función de los lubricantes consiste en reducir la fricción, retirar el calor de los elementos de la máquina donde exista fricción y remover los contaminantes.

2.5.2.1. Aceites

Los aceites lubricantes ofrecen una variedad de grados se clasifican en dos categorías: los aceites de petróleo natural refinado y los lubricantes sintéticos.

2.5.2.1.1. Aceites naturales

Tienen menor costo y dan un servicio satisfactorio en lubricación de propósito general. Con frecuencia se incorporan aditivos al aceite para aumentar la viscosidad a varias temperaturas, reduce la corrosión, retarda la oxidación y otras formas de descomposición química. Aumenta la capacidad para resistir alta presión localizada.

2.5.2.1.2. Lubricantes sintéticos

Son formulaciones químicas de diseño especial y se pueden adaptar a aplicaciones específicas, debido a su mejor desempeño a comparación de los aceites naturales su costo es mayor. Los lubricantes se ofrecen en categorías, como aceite para motor, para engranes, compresores, turbinas y de propósitos generales.

- Los grados de viscosidad *ISO* comunes para lubricantes son; 32, 46, 68, 100, 150, 220, 320, 460, 680 y 1 000. El número de grado es la viscosidad cinemática del aceite, en centistokes a 40 °C (104 °F).
- La *American Gear Manufactures Association* (AGMA) definen los números de lubricantes del 0 al 15. A la designación se agregan sufijos: EP por presión externa y S por aceite sintético.

Figura 36. **Correlación entre AGMA e ISO**

<i>AGMA</i>	<i>ISO</i>	<i>AGMA</i>	<i>ISO</i>	<i>AGMA</i>	<i>ISO</i>
0	32	3	100	6	320
1	46	4	150	7	460
2	68	5	220	8	680

Fuente: FAIRES, Virgil Moring. Diseño de elementos de máquinas. p. 802.

- Los grados de viscosidad SAE también se usan para indicar la viscosidad de un aceite. Son buenos para lubricación en general y para transmisiones con engranes. Los grados comunes son SAE 20, 30, 40, 50, 60, 85, 90, 140 y 250. Estos grados se deben apegar a límites de viscosidad cinemática en centistokes, medidos a 100 °C (212 °F).
- Los grados “W” de los aceites SAE, deben tener viscosidades menores que los límites especificados a bajas temperaturas los cuales van de -5 °C a -55 °C (23 °F a -67 °F). esto garantiza que el lubricante puede llegar a las superficies críticas en ambientes fríos, en especial durante el arranque del equipo.

2.5.2.2. Índice de viscosidad

El índice de viscosidad (IV) es una medida del cambio de la viscosidad de un flujo con la temperatura. El IV se determina al medir la viscosidad de una muestra de fluido a 40 °C (104 °F) y a 100 °C (212 °F).

Un fluido con un IV grande tiene poco cambio de viscosidad, en función de la temperatura. Un fluido con un IV pequeño tiene mucho cambio de viscosidad, en función de la temperatura. Para la mayoría de los lubricantes, conviene tener IV grande porque entonces su protección sería más confiable y tendrían un funcionamiento más uniforme cuando varíe la temperatura.

2.5.2.3. Grasas

Es un lubricante en dos fases compuestas por un espesante dispersado en un fluido base, que en forma típica es un aceite mineral. El aceite suministra lubricación en forma parecida a la descrita. Siempre que exista cantidad suficiente de grasa en la interface, se tiene una lubricación continua.

Al momento de diseñar se debe tener cuidado para asegurar que la grasa no se desplace en zonas críticas.

Se usan varios tipos de espesante en combinación con los aceites naturales o sintéticos. Los espesantes son jabones que se forman por reacción de grasas animales o vegetales con sustancias alcalinas como a base de litio, calcio, un complejo de aluminio, arcilla, poli urea y otros.

El *National Lubricating Grease Institute* (NLGI) define nueve intervalos de consistencia a los que se representan con 000 hasta 6, desde bloque semifluido hasta suave, medio, duro, duro y rígido. El grado #2 es bueno para aplicaciones industriales.

2.5.2.4. Lubricantes sólidos

En algunas aplicaciones no se pueden usar aceites o grasas por la contaminación de otra parte del sistema, exposición a alimentos, temperatura excesivamente altas o bajas, trabajo al vacío u otras consideraciones ambientales.

Los lubricantes sólidos es una capa delgada sólida que reduce la fricción y el desgaste. Algunos se aplican como sólidos, con brocha, aspersión o inmersión, y entonces se adhiere a las superficies en contacto. El bisulfuro de molibdeno (MoS₂) y el grafito son dos de los lubricantes sólidos que se usan con más frecuencia.

2.5.3. Fluidos de corte o refrigerantes

En el maquinado de los materiales el objetivo es quitar el material de forma rápida y económica, por ello, mediante líquidos se reduce la acumulación de calor y aumento del filo de la herramienta, el fluido de corte permite mayores velocidades de corte y de avance, ayudando a producir un mejor acabado superficial. Un fluido de corte eficaz debe cumplir con las siguientes características:

- Lubricación: evitar la producción de orilla formada en las herramientas y lubricar algunas partes de la máquina que están trabajando.

- Enfriamiento: reducir la temperatura de la herramienta de corte y la pieza, permitiendo prolongar la vida y las velocidades de corte y avance.
- Oxido y residuos: debido a los trabajos realizados el fluido de corte debe proteger la máquina y la herramienta de corte contra la corrosión.
- Estabilidad: al almacenarlo debe mantener sus características no deben cambiar con el tiempo.
- Compatibilidad: poder mezclarse con otros lubricantes que usa la máquina.

2.5.3.1. Tipos de fluidos de corte

- Aceites minerales simples: Se utilizan para maquinar metales no ferrosos y aceros de maquinado libre. No tienen actividad química y no manchan el maquinado. Sus propiedades de lubricación son buenas, pero pocas como enfriadores.
- Aceites con tratamientos químicos: Tiene propiedades químicas de lubricación muy buenas cuando se les agrega cloro y azufre.
- Aceites solubles: Es de forma soluble se trata con jabones de diversos tipos se mezcla con facilidad con agua. La mezcla permite que el agua enfríe y el aceite de algo de lubricación evitando la corrosión de la pieza y a la máquina.

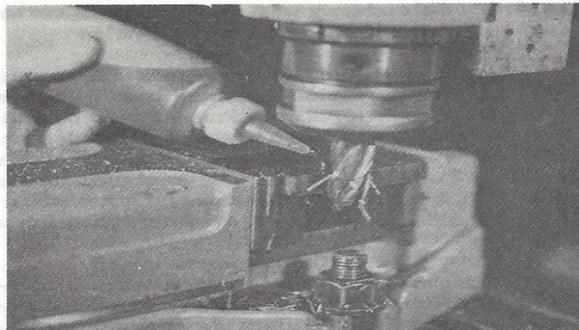
2.5.3.2. Aplicación de los fluidos de corte

La lubricación de las piezas maquinadas es de suma importancia debido a que, los materiales de las piezas aumentan su temperatura por tanto vuelven frágiles las piezas y en cierto punto pueden generar la ruptura. A continuación, se detallan los tipos de aplicaciones de los fluidos para la lubricación.

2.5.3.2.1. Aplicación a mano

En las máquinas herramientas más sencillas no se tiene previsto el bombeo del fluido de corte hacia la herramienta. En tales casos es suficiente aplicando manualmente con una botella exprimible.

Figura 37. **Aplicación manual**

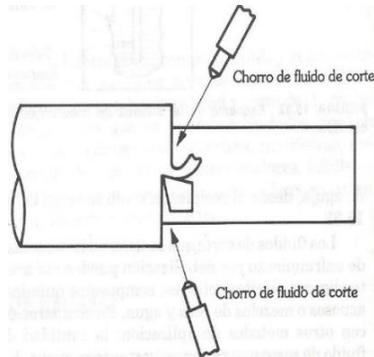


Fuente: W. GENEYRO George. *Enciclopedia Manual de máquinas herramientas*. p. 535.

2.5.3.2.2. Aplicación a chorro

En la mayoría de las aplicaciones de maquinado, el fluido se dirige hacia donde hace contacto la herramienta de corte con la pieza.

Figura 38. **Aplicación a chorro**

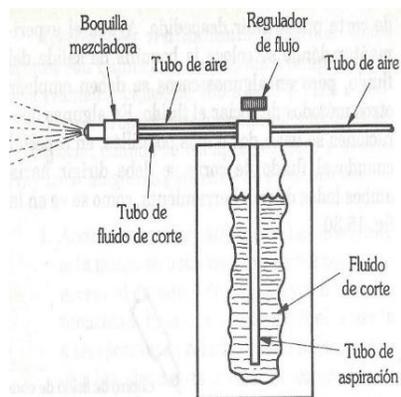


Fuente: W. GENEYRO George. *Enciclopedia Manual de máquinas herramientas*. p. 535.

2.5.3.2.3. **Aplicación en niebla**

En algunos trabajos ligeros el fluido se entrega en forma de aspersion nebulización o niebla. El fluido pasa a la forma de niebla con aire comprimido y se dirige con facilidad a lugares difíciles de llegar.

Figura 39. **Aplicación a niebla**



Fuente: W. GENEYRO George. *Enciclopedia Manual de máquinas herramientas*. p. 535.

2.5.3.2.4. Selección y uso de fluidos de corte

- Material de la pieza: identificar cuidadosamente el material que se máquina y la naturaleza de cualquier tratamiento térmico que afecte la dureza, ya que la facilidad de maquinado es una buena indicación de cual fluido usar.
- Material de la herramienta de corte: determina cuando se debe usar un fluido de corte.
- Vida de la herramienta: la vida de la herramienta es un factor importante, ya que el tiempo que se emplea en cambiar y afilar las herramientas no es productivo.
- Velocidad de corte: el fluido permite un aumento considerable en la velocidad de corte sin afectar la vida de la herramienta.
- Tipo de operación de maquinado: según el trabajo que se realizara se puede elegir el fluido de corte adecuado.
- Método de aplicación: la aplicación afecta la vida de la herramienta, la velocidad de corte y la cantidad de material que se ha removido.
- Acabado que se desea: los fluidos de corte que generan una capa de baja resistencia al corte en la herramienta y la rebaba y dan un enfriamiento efectivo se deben tomar en cuenta para el acabado.

Figura 40. **Aplicación de fluidos de corte**

Material	Operación de maquinado ^a			
	Taladrado	Fresado	Torneado	Roscado
Aluminio	A, C, D	A, C, D	A, C, D	A
Latón	Dry A, C, D	A, C, D	Dry A, C, D	A, C
Bronce	A, C, D	A, C, D	A, C, D	A, C
Hierro dúctil	A, B, C, D	A, B, C, D	A, B, C, D	A, B
Hierro colado gris	seco D	Dry C, D	Dry C, D	Dry A, B
Acero				
Al bajo carbón	A, B, C, D	A, B, C, D	A, B, C, D	A, B
Al medio carbón	A, B, C, D	B, C, D	B, C, D	B
Al alto carbón y aleado	A, B, C, D	B, C, D	B, C, D	B

Nota: La selección final de fluido de corte sólo se debe hacer después de tener en cuenta factores como velocidad de corte y de avance, acabado deseado y vida esperada de la herramienta.
^aA, Aceites minerales simples; B, aceites con tratamiento químico; C, aceites solubles; D, compuestos químicos acuosos.

Fuente: W. GENEYRO George. *Enciclopedia Manual de máquinas herramientas*. p. 535.

A: aceites minerales simples, B: aceites con tratamiento químico, C: aceites solubles y D: compuestos químicos acuosos.

2.6. Motor eléctrico

Es una máquina eléctrica rotativa que permite la conversión de la energía eléctrica suministrada en energía mecánica. La energía origina campos magnéticos en el bobinado del estator.

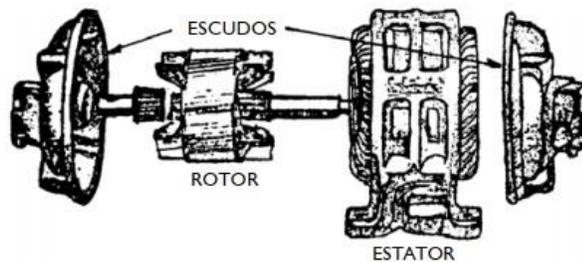
2.6.1. Partes del motor eléctrico

El motor eléctrico está conformado de las siguientes partes.

2.6.1.1. Estator

Es fabricado de hierro al silicio introducido a presión en una carcasa de hierro colado. El enchapado es ranura, lo cual sirve para insertar las bobinas que, a su vez, se construye con alambre de cobre de diferentes diámetros.

Figura 41. Estator de hierro

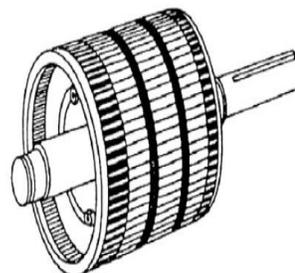


Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139

2.6.1.2. El rotor

Es la parte móvil del motor, está formada por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas en los extremos con tornillos. Este tipo de rotor es el más común llamado jaula de ardilla.

Figura 42. Rotor Jaula de ardilla

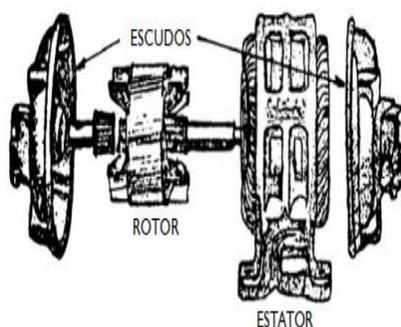


Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

2.6.1.3. Escudos

Son fabricados de hierro colado y tienen cavidades donde se incrustan los rodamientos, donde descansa el eje del rotor. Los escudos deben estar siempre ajustados con respecto al estator, porque de ellos depende el giro libre del rotor.

Figura 43. Escudos de hierro colado



Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

2.6.2. Tipos de motores eléctricos

De acuerdo a su configuración, a su aplicación y funcionamiento los motores pueden ser.

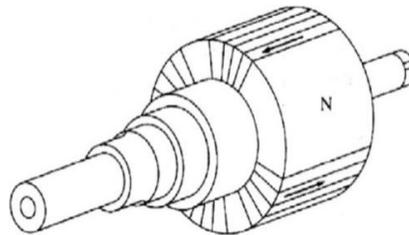
2.6.2.1. Motores síncronos

La velocidad de giro es proporcional a la frecuencia de la red de corriente alterna que lo alimenta. Usualmente, se utilizan donde se desea una velocidad constante. Las máquinas síncronas funcionan como generadores y motores y la aplicación es mínima, casi siempre son utilizados en la generación de energía eléctrica. Los motores síncronos se subdividen de acuerdo al tipo del rotor que utilizan.

2.6.2.1.1. Motores de rotor de polos lisos

Se utiliza en rotores de dos y cuatros polos. Estos tipos de rotores están contruidos al mismo nivel de la superficie del rotor, permitiendo trabajar en elevadas velocidades.

Figura 44. **Motores de rotor de polos lisos**

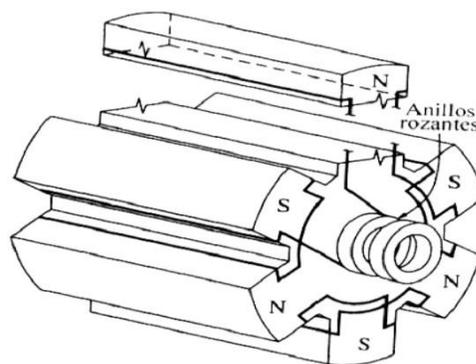


Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

2.6.2.1.2. Motor de polos salientes

Trabajan a bajas velocidades, ya que un polo saliente es un polo magnético que se proyecta hacia fuera de la superficie del rotor. Son utilizados en rotores de cuatro o más polos

Figura 45. **Motores de polos salientes**

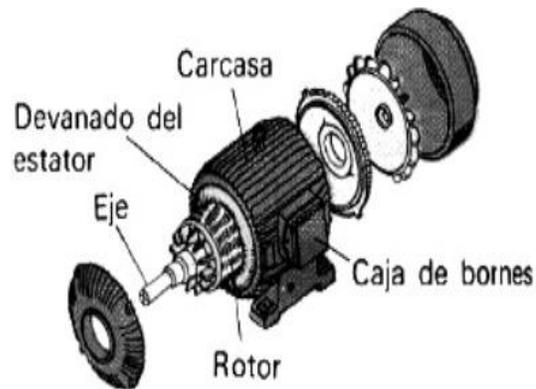


Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

2.6.2.2. Motores asíncronos

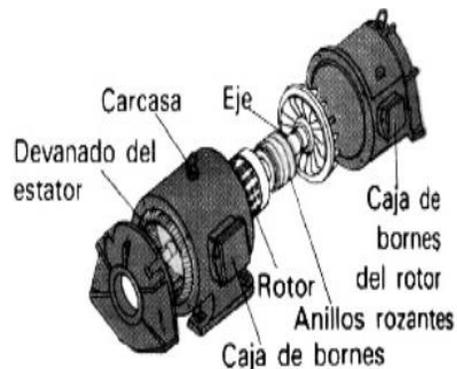
Los motores asíncronos o motores de inducción son las máquinas de impulsión eléctrica más utilizada por su sencillez, seguridad y económicos. Los motores asíncronos se clasifican según el tipo de rotor, pueden ser motores de rotor en jaula de ardilla (motores de inducción) o motores de rotor bobinado (anillos rasantes).

Figura 46. **Motores Jaula de ardilla**



Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

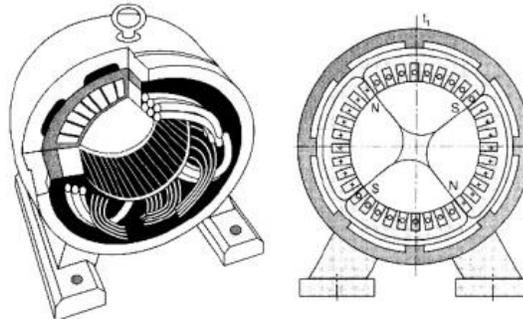
Figura 47. **Motor de rotor bobinado con anillos rasantes**



Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

En los motores asíncronos trifásicos, la energía eléctrica se suministra al bobinado del estator. Como consecuencia de ello, aparece un par aplicado al rotor y este girara.

Figura 48. **Estator de motor trifásico**

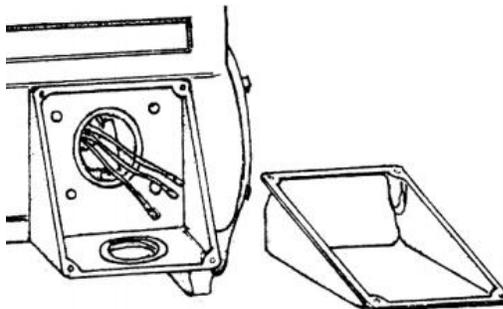


Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

2.6.3. **Conexión eléctrica**

Los motores eléctricos están diseñados para ser conectados a un sistema de alimentación (corriente alterna). Las conexiones necesarias se realizan en la bornera de cada motor.

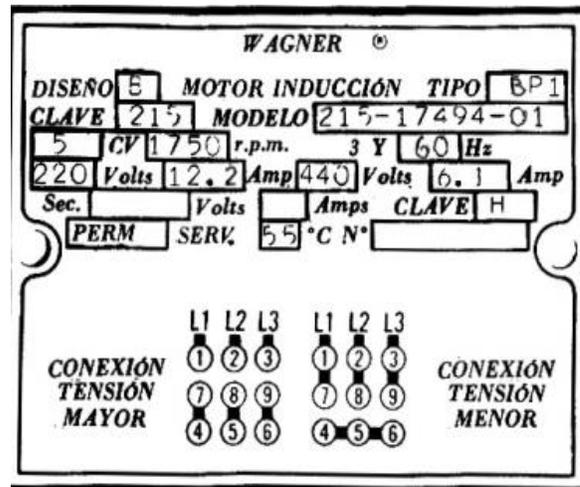
Figura 49. **Bornera de un motor**



Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

Las conexiones dependen del diseño del motor y la tensión de alimentación; ambas especificadas en la placa de características del motor. En dicha placa se muestra también los tipos de conexiones para el motor.

Figura 50. **Placa de características**

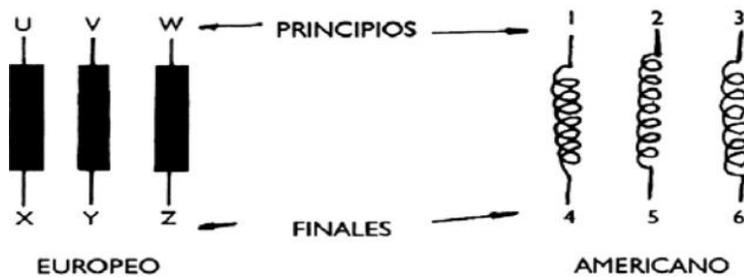


Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

2.6.4. Nomenclatura eléctrica

Los motores trifásicos se pueden conectar de dos formas: en estrella y en triángulo o delta. El motor tiene en sus bobinados tres fases, cada una de ellas con su principio y su final, estas reciben una nomenclatura dependiendo del sistema que se use americano o europeo.

Figura 51. **Nomenclatura eléctrica**



Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

2.6.5. Arranque de motor

Al arrancar un motor eléctrico aparece una corriente más alta que la corriente nominal llamada corriente de arranque, alcanza valores muy elevados, hasta valores de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor.

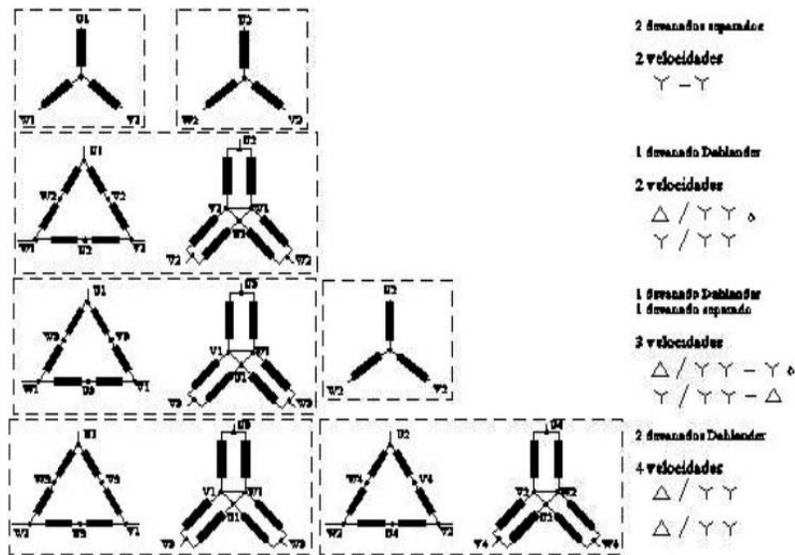
Esto puede ocasionar caída de tensión en la red principal, a la vez, pueden dar lugar a un gran choque en la máquina accionada en el arranque. Para evitar que esta circunstancia es necesario que los dispositivos elegidos tengan en cuenta la carga y se eviten periodos muy largos de aceleración, ocasionando calentamiento en el motor.

2.6.5.1. Arranque de motor por tensión conmutable

El arranque más utilizado para realizar la conmutación de tensión es la conexión estrella-delta. Se alimenta el motor asíncrono trifásico conectándolo en estrella mientras se pone en movimiento y, una vez haya alcanzado aproximadamente el 70 % de su velocidad (3 a 10 segundos), se conecta en delta (triángulo). Este arranque se realiza automáticamente por medio de tres contactores y un *timer*.

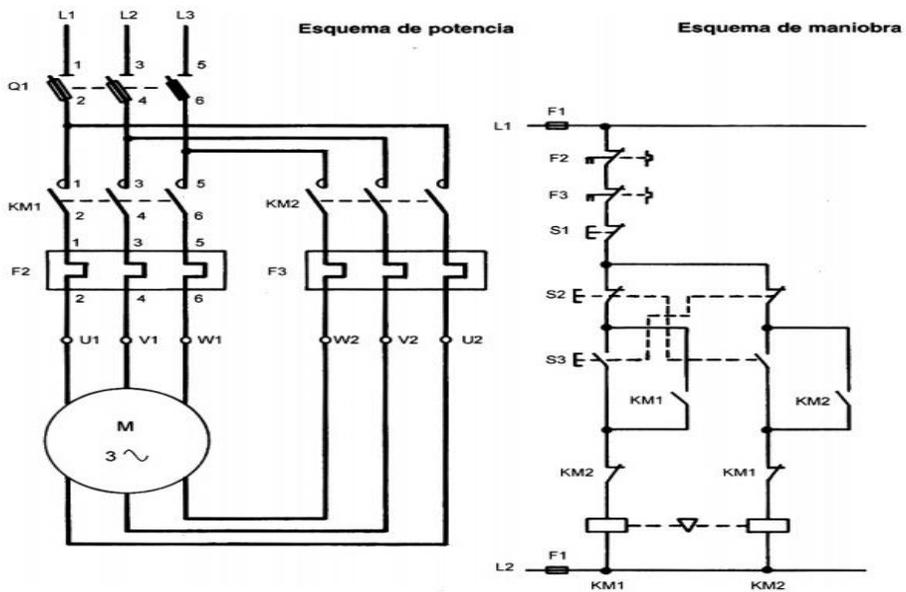
Los motores asíncronos trifásicos pueden construirse para más de una velocidad, con varios bobinados de distintos números de polos. O bien, con un solo bobinado, contruidos de tal forma que pueda conectarse exteriormente con diferentes números de polos. A continuación, se esquematizan los diferentes tipos de bobinados y conexión de estos.

Figura 52. Sistema de conexión de motores asíncronos



Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

Figura 53. Esquema eléctrico de potencia y mando



Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

2.6.5.2. Cálculo de conductores para motores eléctricos

Quando se alimenta un motor la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado debe ser al menos del 125 % de la corriente a plena carga o nominal del motor. A continuación de muestra una tabla de corriente a plena carga para motores de hasta

Figura 54. Corriente a plena carga de motores

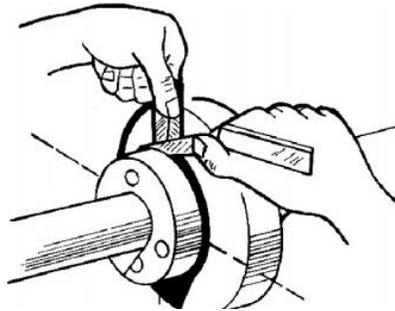
DATOS PARA MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN Y ELEMENTOS DEL CIRCUITO DERIVADO								
CAP. MAX. HP.	V	CORR. NOR. AMPS	INTERRUPTOR		ARRANCADOR TAMANO NEMA	CONDUCTOR TW (AWG o MCM)	DIAM. TUBO CONDUIT	
			AMP	MARCO			m.m.	Pulg.
1/4	220	1	15	TE	00	3 Nº 12	13	1/2
1/2	220	2	15	TE	00	3 Nº 12	13	1/2
3/4	220	2.8	15	TE	00	3 Nº 12	13	1/2
1	220	3.5	15	TE	00	3 Nº 12	13	1/2
	440	1.8	15	TEF	00	3 Nº 12	13	1/2
1 1/2	220	5	15	TE	00	3 Nº 12	13	1/2
	440	2.5	15	TEF	00	3 Nº 12	13	1/2
2	220	6.5	20	TE	00	3 Nº 12	13	1/2
	440	3.3	15	TEF	00	3 Nº 12	13	1/2
3	220	9	30	TE	0	3 Nº 12	13	1/2
	440	4.5	15	TEF	0	3 Nº 12	13	1/2
5	220	15	30	TE	1	3 Nº 12	13	1/2
	440	7.5	20	TEF	0	3 Nº 12	13	1/2
7 1/2	220	22	50	TE	1	3 Nº 10	19	3/4
	440	11	20	TEF	1	3 Nº 12	13	1/2
10	220	27	50	TE	2	3 Nº 10	19	3/4
	440	14	30	TEF	1	3 Nº 12	13	1/2
15	220	40	70	TE	2	3 Nº 8	19	3/4
	440	20	30	TEF	2	3 Nº 10	19	3/4
20	220	52	100	TE	3	3 Nº 6	25	1
	440	26	50	TEF	2	3 Nº 8	19	3/4
25	220	64	100	TE	3	3 Nº 4	32	1 1/4
	440	32	50	TEF	2	3 Nº 8	19	3/4
30	220	78	125	TFJ	3	3 Nº 2	32	1 1/4
	440	39	70	TEF	3	3 Nº 8	19	3/4
40	220	104	200	TFJ	4	3 Nº 0	51	2
	440	52	100	TEF	3	3 Nº 6	25	1
50	220	125	200	TFJ	4	3 Nº 0	51	2
	440	63	100	TEF	3	3 Nº 4	32	1 1/4
60	220	150	225	TFJ	5	3 Nº 2/0	51	2
	440	75	125	TFJ	4	3 Nº 2	32	1 1/4
75	220	185	300	TJJ	5	3 Nº 4/0	64	2 1/2
	440	93	150	TFJ	4	3 Nº 2	32	1 1/4
100	220	246	400	TJJ	5	3 Nº 300 MCM	64	2 1/2
	440	123	200	TFJ	4	3 Nº 0	51	2
125	220	310	400	TJJ	—	—	—	—
	440	155	225	TFJ	5	3 Nº 3/0	51	2
150	220	360	600	TKM	—	—	—	—
	440	180	300	TJJ	5	3 Nº 4/0	64	2 1/2
200	220	480	800	TKM	—	—	—	—
	440	240	400	TJJ	5	3 Nº 300 MCM	64	2 1/2

Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos.* p. 139.

2.6.6. Mantenimiento básico

Verificar entre los acoplamientos para un accionamiento directo por medio de un calibrador de hojas para determinar si están paralelos, o existe un posible juego lo que resulte en un funcionamiento anormal produciendo oscilaciones mecánicas.

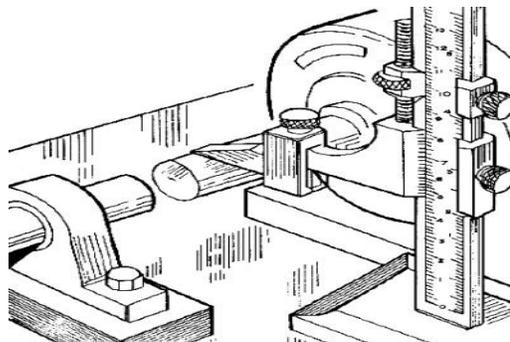
Figura 55. **Uso de hojas calibradoras**



Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

Utilizar un vernier para alinear los ejes del motor y el elemento accionado. Actualmente, se tiene un equipo de última generación para la comprobación de dicho mecanismo, dentro de los que se mencionan equipos de alineación laser.

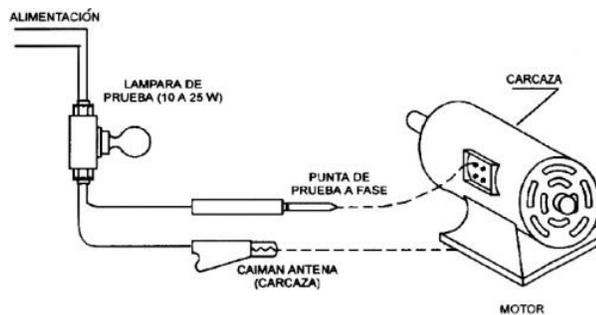
Figura 56. **Alineación del eje del motor**



Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139

Comprobar que los bobinados del motor no estén conectados a la carcasa del motor por medio de una bombilla, a través de él se comprueba si existe continuidad entre el embobinado y la carcasa. Esta prueba se debe realizar entre cada uno de los bobinados.

Figura 57. **Método de la lámpara**



Fuente: INTECAP. *Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. p. 139.

Observar que la conmutación del arranque del motor no se efectúe demasiado pronto, pues, la corriente consumida tendría intensidades excesivas.

3. REACONDICIONAMIENTO DE LA FRESADORA

Para alcanzar el reacondicionamiento y su correspondiente funcionamiento de la máquina fresadora vertical, en el laboratorio de procesos de manufactura 1, se procedió a ejecutar la verificación, funcionamiento y corrección del sistema: eléctrico y mecánico.

Figura 58. Reacondicionamiento de la fresadora



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.1. Sistema eléctrico

Se lista la situación del sistema eléctrico para poner en marcha el motor eléctrico.

3.1.1. Diagnostico eléctrico

Verificación del estado en el sistema eléctrico de la máquina. Se subdividió la fase eléctrica en estado actual del motor eléctrico y sistema de alimentación general quedando de la siguiente forma:

- Fabricación y dimensionado del panel eléctrico.
- Componentes de mando con accionamiento eléctrico, que requieren como resultado el diseño del circuito, para ejecutar el respectivo cableado del circuito necesario para el funcionamiento eléctrico de la máquina
- Construcción del panel eléctrico con el dimensionado adecuado para el montaje y resguardo de los componentes eléctricos requeridos para su funcionamiento. Las mejoras futuras que se consideren realizar al sistema eléctrico en general.
- Ensamblado de dispositivos de mando y control en el panel eléctrico.

3.1.2. Mantenimiento básico al motor eléctrico

Para realizar el mantenimiento básico del motor eléctrico se procedió a desmontar de la máquina para la manipulación correcta en un área de trabajo libre.

Figura 59. **Desmontaje del motor eléctrico**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.1.2.1. Mediciones eléctricas del motor

Se realizan las siguientes mediciones eléctricas al motor eléctrico.

3.1.2.1.1. Identificación de bobinas

Se mide con un multímetro digital las borneras para identificar las bobinas del motor eléctrico para la conexión obteniendo los siguientes datos:

Tabla III. **Identificación de bobinas**

Bobina	Ohm
1,4	294,1
2,5	212,0
3,6	282,8

Fuente: elaboración propia.

Figura 60. Identificación de bobinas



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.1.2.1.2. Aterrizado a tierra

Con esta prueba se demostró que ninguna parte del embobinado interno este dañado y esté haciendo contacto entre las bobinas o con la carcasa del motor, ya que esto representa un motor dañado y se debe rebobinar.

Figura 61. Aterrizado a tierra



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Con el óhmetro digital se verificó el estado de las bobinas, ya se colocó una de las puntas en la bornera y la otra a la carcasa metálica, comprobando con cada una de las puntas de la bornera del motor.

Tabla IV. **Aterrizado a tierra**

Bobina	Valor
1	1
2	1
3	1

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.1.3. Prueba aislamiento

Para la prueba de aislamiento se realizó la prueba en un taller externo para determinar el aislamiento del motor eléctrico. Con un Óhmetro digital, marca *Chauvin Arnoux*, digital se le aplicó una tensión 250 voltios durante 1 minuto y se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla V. **Prueba aislamiento**

Bobina	MΩ
1,4	10
2,5	10
3,6	10

Fuente: elaboración propia.

Figura 62. **Prueba de aislamiento**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Con los datos obtenidos se verificó que el motor eléctrico aún es funcional en la máquina de acuerdo a los criterios referenciados en la norma IEEE Std 43-2000 al numeral 12,3 Resistencia de aislamiento.

3.1.3. Conexión eléctrica

Para las instalaciones eléctricas se describe a continuación.

3.1.3.1. Sistema de alimentación

Se ubicó dentro de las instalaciones el tablero principal que alimenta el sistema eléctrico de la máquina, en el laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 63. **Sistema de alimentación**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica
Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 64. **Tablero eléctrico**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica
Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 65. **Medición de tensión (voltaje)**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Tabla VI. **Tensión**

Línea	Voltaje
1,2	240
2,3	240
1,3	240

Fuente: elaboración propia.

3.1.3.2. **Panel de control**

Para el control eléctrico del motor trifásico 240 V de 1 hp se diseñó el gabinete eléctrico, cumpliendo con los requerimientos para su puesta en marcha.

3.1.3.2.1. Listado de material y herramienta

- Cable THHN No. 12
- Cable THHN No. 16
- Riel Din para acoplar los elementos
- Riel unicanal perforado 4"x2" para fijación
- Cinta de aislar
- Guarda motor
- Multímetro
- Pinzas
- Navaja
- Contactores de tres polos
- Botonera Paro-Marcha.
- Luz led para indicar la operación de la máquina, de acuerdo a norma para instalaciones de tipo industrial.

Figura 66. **Panel de control**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.1.3.3. Montar motor y accesorios

- Montaje del gabinete eléctrico.
- Instalación del motor en la máquina.

Figura 67. **Montaje del gabinete eléctrico**

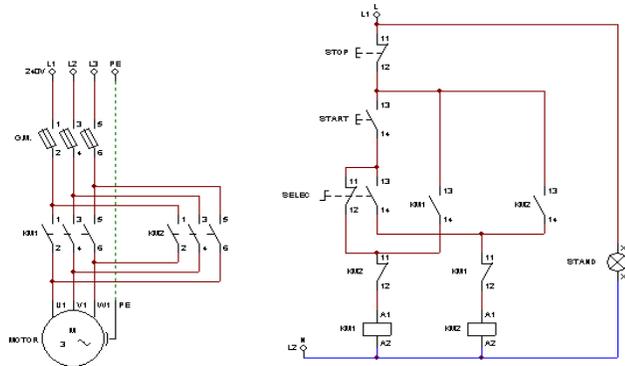


Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.1.3.4. Conexión circuito

- Se conecta con base al diagrama eléctrico de potencia y mando.
- Se conectaron los elementos de control y equipo utilizado.
- Se aterrizó a tierra toda estructura metálica.

Figura 68. **Diagrama eléctrico de potencia y control**



Fuente: elaboración propia.

Figura 69. **Conexión de potencia y control**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.1.3.5. **Energizar circuito**

- Se comprobó que las conexiones estén bien realizadas y apretadas.
- Se verificó la continuidad con el multímetro.
- Se conecta a corriente el circuito.
- Se prueban las botoneras de paro y marcha.
- Se realizan pruebas con cambio de giro.

- Se mide el amperaje del motor eléctrico en marcha.
- Se desconecta de la red eléctrica.

Figura 70. **Conexión eléctrica**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica
Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 71. **Medición en operación**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Realizamos la medición del motor eléctrico en operación, demostrando que el motor está en buenas condiciones para su puesta en marcha.

Tabla VII. **Amperaje**

Línea	Amperaje
1	2,17
2	2,26
3	2,18

Fuente: elaboración propia.

3.2. Sistema mecánico

Se diagnostica el sistema mecánico para la puesta en marcha de la maquina fresadora.

3.2.1. Diagnostico mecánico

Verificación y estado actual de partes mecánicas con el diseño y fabricación de componentes mecánicos faltantes, así como la puesta en marcha de funcionamiento con demostraciones de mecanizado.

- En esta fase se contempló la limpieza de superficies dañadas por el ambiente.
- Lubricación de superficies dañadas por el medio ambiente.
- Diseño de componentes mecánicos de movimiento manual.
- Fabricación de componentes mecánicos de movimiento.

3.2.2. Diseño mecánico

Los componentes fueron modelados mediante diseño asistido por computadora. Se adjuntan los planos con las especificaciones para la fabricación de las piezas en el laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.2.2.1. Chaveta

Las medidas fueron obtenidas con el vernier directamente de la fresadora y fueron fabricadas en acero *cold roll*, es el material adecuado para la aplicación.

Figura 72. **Medición de chaveta**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.2.2.2. **Volante**

Para la manipulación de las bancadas se fabricaron los volantes que permiten los movimientos principales de la máquina.

Figura 73. **Sin volante el husillo principal**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 74. **Con Volante el husillo principal**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.2.3. Sistema de lubricación

Toda máquina en movimiento genera desgastes mecánicos a las piezas en contacto, por lo cual el sistema de lubricación permite reducir este efecto por lo cual prolonga la vida de la máquina.

3.2.3.1. Lubricación

La aplicación de tribología como una ciencia que se encarga del tratamiento de la: fricción, el desgaste y la lubricación acción que da lugar durante el contacto entre superficies sólidas en movimiento. Dicho término es utilizado desde finales del siglo XX, como medio para prolongar la vida útil de partes en movimiento en máquinas y equipos, siendo esta actividad que consiste en aplicar una micropelícula de lubricante a superficies en movimiento, cuyo propósito es el reducir el deterioro de dichas superficies en contacto, como resultado de la fricción entre dichos cuerpos.

Las piezas metálicas están expuestas a constante fricción, y del medio ambiente como un contribuyente al deterioro de las superficies metálicas como resultado lo más común es la oxidación superficial, la condición como se encontraba dicha máquina. Con base en recomendación del manual de mantenimiento del fabricante de la fresadora se debe aplicar el lubricante, de acuerdo a los periodos en horas de servicio que cumplirá con las condiciones a las que estará la máquina durante su operación. Por la falta de mantenimiento las piezas metálicas expuestas al polvo y humedad del ambiente oxidaron varias partes de la máquina.

Figura 75. **Piezas oxidadas**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica
Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Se eliminó la capa de polvo que cubría las piezas y se redujo la oxidación de las partes con papel de lija.

Figura 76. Reducir la oxidación



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Se aplicó una capa de lubricante para reducir a que se vuelva a oxidar las partes.

Figura 77. Lubricación de piezas



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.2.4. Plan básico de mantenimiento preventivo

Es el conjunto de actividades que deben realizar a instalaciones, máquinas y equipos (activos) de una organización. En este caso será la fresadora en proceso de reacondicionamiento, con el propósito de corregir o prevenir fallas durante la operación, restableciendo parámetros cercanos a los de fábrica. Se obtendrá el funcionamiento continuo, mantenimiento que en la actualidad por las exigencias de mercados nacionales e internacionales requieren ser competitivos. El mantenimiento se enfoca en prevenir fallas, para ello hoy día se auxilia de equipos de tecnología que permiten llevar dicho mantenimiento a un nivel predictivo. Este alcance la cultura de ser posible certificable con ISO 55001, para evaluar y tener el control del estado del activo se realizan mediciones de temperatura, vibraciones, análisis de lubricantes, ultrasonido entre otras, y serán de acuerdo a requerimientos de los activos a analizar, como actividades de mantenimiento de tipo predictivo. Plan recomendado de acuerdo al manual del fabricante de la máquina fresadora vertical *MILLRITE*. Actividades básicas del mantenimiento preventivo:

3.2.4.1. Inspección

Previo a realizar actividades de mecanizado, se realiza revisión visual de las condiciones de la máquina de manera a obtener indicios de algún desperfecto en cada uno de sus componentes.

3.2.4.2. Limpieza

Limpieza luego de utilizar la máquina durante la práctica a realizar.

Figura 78. Limpieza de la máquina



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.2.4.3. Lubricación

Previo a realizar la práctica debe lubricarse con el tipo de lubricante recomendado por el fabricante, las partes que estarán en movimiento continuo, principalmente al finalizar la práctica de laboratorio, asegurarse de que la máquina quede con una película de lubricante en las partes expuestas al medio ambiente, principalmente si ésta quedara sin uso por tiempo prolongado.

Observación: no operar la máquina fresadora hasta que este correctamente lubricada, una serie de accesorios (boquillas lubricadoras) se encuentran localizadas en diferentes posiciones alrededor de la máquina como se muestra en la figs.75 y 76 utilizando una pistola de agarre rellena con lubricante de alta calidad No. 50 o su equivalente, lubrique las áreas de rodamiento, usando grasa Sohio Tram No. 2 o su equivalente, lubricar áreas de carga (tornillos de movimiento).

Lubricar los rodamientos Timken en la columna del husillo cada 200 horas de funcionamiento o 45 días lo que pase primero. Para lograr esto: primero bajar la columna del husillo hasta que el tapón del tubo quede expuesto. Luego retirar el tapón del tubo y cubrir el área en grasa Sohio Sacram No. 2, o su equivalente. No llene en exceso, ya que esto puede causar calentamiento en este eje.

Figura 79. **Plan básico de mantenimiento lubricación con aceite**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 80. **Plan básico de mantenimiento lubricación con grasa**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

3.2.5. Área de emplazamiento

Debido a la falta de uso el área donde está la máquina se empezó a limitar, ya que había restos de materiales, desechos, basura y otros que limitaban el espacio para manipular dicha máquina. Se procede a ordenar el área de trabajo para la máquina fresadora de todos estos desechos de materiales identificados en la imagen.

Figura 81. Área de emplazamiento antes



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 82. **Área de emplazamiento ordenada y limpia**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica
Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

4. FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA FRESADORA

Previo a realizar la operación y puesta en marcha de la máquina fresadora vertical se considera las siguientes recomendaciones dadas en el manual del fabricante de la fresadora vertical marca *MILLRITE*.

4.1. Recomendaciones para la manipulación de la fresadora de husillo vertical

Para una buena manipulación de la máquina fresadora y el resguardo del operario tomar en cuenta las siguientes:

4.1.1. Protección la fresadora con instalación de tierra física

Asegurarse de que el bastidor de la máquina esté conectada a tierra y que el cable de conexión a tierra esté incluido en la instalación de suministro eléctrico (tablero de conexión eléctrico). En caso de que la instalación sea realizada por cable suelto, se debe asegurar que el cable este provisto de línea a tierra la espiga y el enchufe tipo armadura de péndulo, siguiendo las recomendaciones de instalaciones de ese tipo por el código eléctrico nacional.

4.1.2. Protección y seguridad visual

Use el protector facial, visual, gafas o lentes de seguridad aprobado por la norma internacional.

4.1.3. Equipo de protección personal

Antes de operar la máquina, retirar los objetos personales tales como corbata, anillos, reloj y otras joyas. Las mangas en camisa de vestir hasta arriba del codo, quitar toda ropa suelta (floja) exterior y utilizar redecilla para el cabello en caso de tener largo el cabello. Hacer uso de calzado de protección, hacer uso de protectores de oído de acuerdo a los niveles de ruido permitidos y cuando estos excedan los niveles de exposición permitidos de acuerdo a la norma internacional, sección 1910.95 regulaciones dadas en OSHA (vigencia actual ISO 45001). No usar guantes.

Figura 83. Equipo de protección personal



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

4.1.4. Área de trabajo

Asegurar de que el área cercana a la máquina fresadora se encuentre limpia y libre de herramientas y otros materiales, como aceite, grasa, o refrigerante derramado, virutas en abundancia. Minimizar el peligro de tropiezos o resbalones. Para la limpieza del piso se recomienda aplicar un desengrasante industrial o desinfectante y colocar tiras antideslizantes, donde normalmente el operador se encuentre o permanece trabajando. El área de trabajo de cada máquina debe estar marcada de acuerdo a recomendaciones de seguridad en norma internacional. El área de trabajo debe estar bien iluminada (luxes) de acuerdo a estándares de norma internacional, así como buena ventilación, tener espacio disponible o libre de obstáculos en cercanía a la máquina fresadora.

Figura 84. Área de trabajo antes



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 85. **Área de trabajo ahora**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

4.1.5. Precaución en el mantenimiento desconexión eléctrica

Desconectar la red principal de alimentación eléctrica a la máquina fresadora, previo a realizar cualquier actividad de mantenimiento, debe ser realizado solo por personal calificado para que así sea garantizada dicha actividad de mantenimiento.

4.1.6. Reemplazo de partes

Piezas de repuesto, utilice únicamente piezas de repuesto y accesorios de fábrica indicada en la lista de partes del manual de mantenimiento de la máquina, para garantizar la vida útil dada por el fabricante de la máquina, de lo contrario, la garantía quedara anulada.

Figura 86. **Reemplazo de partes**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

4.1.7. **Seguridad con las manos**

Mantener las manos alejadas de las herramientas de corte y del área de trabajo cuando la máquina está bajo alimentación (mecanizando material).

Figura 87. **Seguridad con las manos**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

4.1.8. Precaución durante los ajustes de máquina

Realizar todos los ajustes necesarios en la máquina con la alimentación eléctrica en modo apagado (OFF), excepto cuando ajuste la velocidad lo permita operando o modo de velocidad variable.

4.1.9. Evitar el arranque accidental de la máquina

Evitar el arranque accidental, revisando que el interruptor del motor este en la posición de apagado (off) antes de conectar la alimentación a la máquina.

4.1.10. Iluminación

Asegurar el área de la máquina fresadora esté bien iluminada y ventilada para Seguir los requerimientos de las regulaciones dadas por la norma internacional OSHA-18000 (ISO 45001).

Figura 88. Iluminación



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

4.2. Prueba de rotación del husillo principal

Durante la puesta en marcha de la máquina fresadora, en el laboratorio de procesos de manufactura 1, se realizaron las pruebas de funcionamiento de las velocidades del husillo principal (vertical) obteniendo los resultados satisfactoriamente.

Tabla VIII. **Velocidades del husillo en rpm**

No. de prueba por posición de poleas	1	2	3	4	5	6
Se obtuvo el No. de rev/min	250	430	725	1160	2 300	3 400

Fuente: elaboración propia.

Figura 89. **Prueba de rotación del husillo principal**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

4.3. Movimiento axial de la mesa

Durante la prueba del funcionamiento de la mesa de trabajo se realizó prueba en direcciones de corte en vacío, siendo horizontal, vertical y transversal como se representará en las siguientes imágenes.

Figura 90. **Movimiento horizontal de la mesa**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 91. **Movimiento vertical de la mesa**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 92. **Movimiento transversal de la mesa**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica
Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

4.4. Movimiento vertical del husillo principal

Este movimiento se realizó de dos formas, la primera, sin movimiento motriz del husillo como una medida de seguridad. En la segunda, se observó el libre movimiento, por lo que se procede a accionar el movimiento del husillo ya con movimiento provisto por el motor principal, según se observa en la imagen.

Figura 93. **Movimiento vertical del husillo principal**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

4.5. Prueba de mecanizado

Se procede a demostrar un tipo de mecanizado denominado taladrado, en el cual utilizamos una broca de alto rendimiento, para acero de $\varnothing 1/4$ " y un eje de acero inoxidable. Este tipo de proceso de maquinado es el más común dentro de las operaciones de mecanizado en la fresadora, el funcionamiento nos indica que la máquina está apta para dichos procesos en general, garantiza su buen funcionamiento. Se observa la calidad de mecanizado obtenido en la pieza de prueba, demostrando su optima funcionalidad con ello se garantiza el aporte de capacidad instalada con un puesto para las prácticas de laboratorio de procesos de manufactura 1. Este aporte permitirá la atención a un mayor número de estudiante semanalmente.

Figura 94. Prueba de mecanizado



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 95. Fresadora de husillo vertical



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 96. **Fresadora de husillo vertical *Millrite* modelo MVN**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica
Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

5. GUÍA DE LAS PRÁCTICAS

Las guías se realizarán en el laboratorio de procesos de manufactura 1, ubicado en la escuela de Ingeniería Mecánica (edificio T7), de la universidad de San Carlos, con la supervisión del encargado de laboratorio.

5.1. Procedimiento general de operación

- Inspeccionar la condición actual de la máquina fresadora vertical.
- Accionar el *flip on* principal de alimentación eléctrica.
- Realizar pruebas de funcionamiento.
- Verificar niveles y puntos de lubricación (lubricante de acuerdo con lo indicado por el fabricante).
- Preparar área de trabajo, herramientas y accesorios necesarios para el tipo de práctica a realizar, así como los materiales a mecanizar.
- Utilizar equipo de seguridad de acuerdo con la práctica.
- Montar el eje porta herramienta y accesorios requeridos para mecanizar.

5.2. Taladrado en la fresadora

Operación consistente en perforar agujeros cuyo propósito final pueda ser para realizar rosca interna, alojamiento de tornillos o pasadores, en diversos materiales, dicha tarea se realiza con la ayuda de una broca helicoidal que montada en el husillo vertical de la fresadora. Este proceso puede ser de baja o alta precisión.

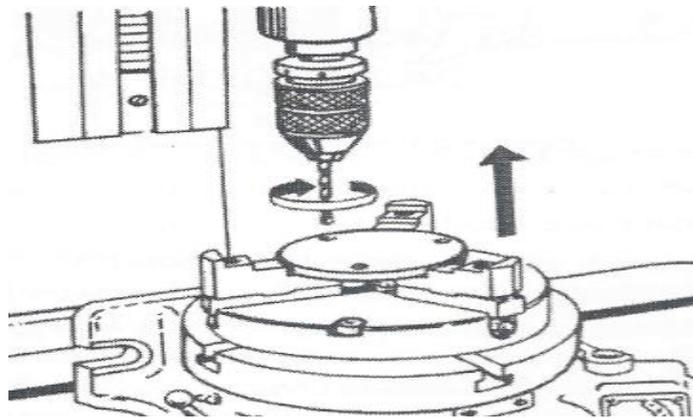
5.2.1. Proceso de ejecución

- Paso 1: inspeccionar el estado la máquina fresadora y realizar prueba de funcionamiento.
- Paso 2: comprobar los respectivos ajustes para realizar el taladrado vertical (avance, revoluciones por minuto de acuerdo al material).
- Paso 3: monte los accesorios de fijación. Prensa para fresa, mesa circular, cabezal divisor o bridas de fijación, de acuerdo con la geometría del material a taladrar el cual puede ser: cuadrada, rectangular, circular o irregular.
- Paso 4: de acuerdo con la forma geométrica de la figura 82 el material es *cold rolled* cuadrado de 2" x 4". Verificar la alineación de montaje sea la adecuada, comprobar mediante el uso de gramil, indicador de cuadrante o nivel de precisión.
- Paso 5: trazar con una regla y marque con un punzón donde se realizará el taladrado.
- Paso 6: montar el árbol en el husillo vertical y porta herramienta.
- Paso 7: utilizar primero la broca de centro en el mandril porta broca, para realizar el taladrado de acuerdo al paso 4.
- Paso 8: ajuste las revoluciones por minuto en la fresadora de acuerdo a la ecuación, para la broca de diámetro de 10 milímetros la velocidad de corte es 18m/min. Datos obtenidos en tabla 110 anexos.
- Paso 9: usar la broca de diámetro 10 milímetros, 25,4 milímetros de profundidad.
- Paso 10: aproximar el material a la broca mediante el uso de la manivela de la bancada vertical.
- Paso 11: aproximar la herramienta de corte al material y ajuste el dial de medida con un referencial de medida cero.
- Paso 12: taladrar mediante girar la manivela del husillo principal.

- Paso 13: lubricar la herramienta de corte como la pieza a taladrar para facilitar el proceso.
- Paso 14: verificar con vernier de profundidad la medida dada en el paso 7.
- Paso 15: limpiar las medidas del taladrado con el vernier.
- Paso 16: eliminar todo filo o rebaba.
- Paso 17: desmontar las herramientas y accesorios utilizados durante la práctica.
- Paso 18: dejar limpia la máquina y ordene el área de trabajo.
- Ecuación velocidad de corte.

$$Vc = (d \times \pi \times N) / 1000$$

Figura 97. **Taladrado en la fresadora**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

Figura 98. **Fijación de prensa de fresa**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica
Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Figura 99. **Demostración de funcionamiento de taladrado**



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica
Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

5.3. Fresado de superficies planas

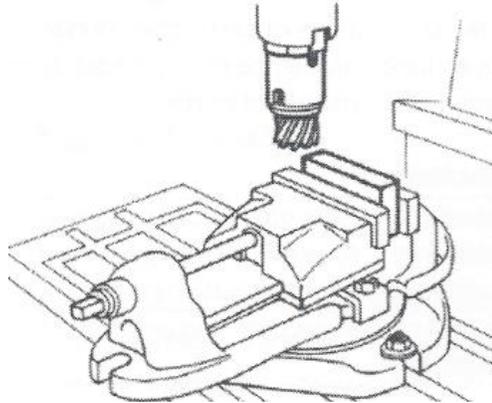
Es el proceso mediante el cual se mecaniza la parte superior de una pieza, con la herramienta de corte (fresa) que montada mediante el árbol en el husillo vertical y su correspondiente porta herramienta en posición vertical. La forma más sencilla de mecanizado de superficies planas en la fresadora, dicha operación puede ser mediante la fijación de una prensa para fresadora o por medio de bridas de fijación directamente a la bancada de la máquina.

5.3.1. Proceso de ejecución

- Paso 1: monte la prensa de fresadora y verifique la alineación de la misma.
- Paso 2: monte el material de ser necesario utilizar alzas, verifique la alineación de la pieza, con gramil o reloj comparador.
- Paso 3: monte el árbol en el husillo vertical de la fresadora, la porta herramienta fresa de vástago cilíndrico o cónico de $\frac{1}{2}$ " de diámetro de dos filos o tres. Asegurarse que el montaje fue adecuado y fijado en el husillo. Ajustar las revoluciones por minuto de la herramienta de corte de acuerdo a información técnica en la tabla II del numeral 2.3.3 velocidad de corte.
- Paso 4: realizar la primera pasada de corte aproximando la herramienta de corte al material a mecanizar. Al tener el mínimo contacto ajuste el anillo graduado para referencia a cero e iniciar el corte dando profundidad de corte las veces que permita llegar a la medida.
- Paso 5: verificar las dimensiones de la pieza antes de desmontarla.

- Paso 6: desmontar la pieza mecanizada y las herramientas utilizadas.
- Paso 7: limpiar y ordenar el área de trabajo, así como lubricar la máquina.

Figura 100. **Fresado de superficie plana**



Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora*. p. 137.

5.4. **Fresado de ranuras**

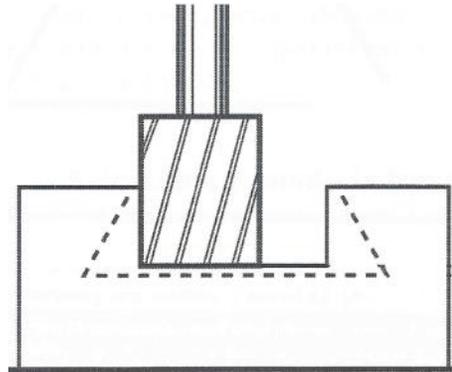
El fresado de ranuras en superficies planas y redondas, las cuales son ranuras normalizadas como ejemplo en alojamientos de cabezas de tornillos y en ejes como lo son las chavetas de formas diversas, como parte de elementos de fijación para la transmisión de potencia mecánica de rotación.

5.4.1. **Proceso de ejecución**

- Paso 1: inspecciones el área de trabajo, realizar pruebas de funcionamiento de la fresadora, así como los ajustes necesarios (avances, rpm) como parte de preparación de la máquina.
- Paso 2: montar la porta herramienta fresa de vástago cilíndrico o cónico de ½”.

- Paso 3: según dimensiones y forma del material *cold rolled* cuadrado de 2" x 4" a mecanizar monte los accesorios necesarios (prensa, cabezal divisor, mesa circular o bridas de fijación).
- Paso 4: verificar la alineación del material con nivel de precisión de acuerdo con la exigencia del trabajo, o con indicador de cuadrante (reloj comparador).
- Paso 5: iniciar el fresado de la ranura acercando lentamente la herramienta de corte (fresa cilíndrica o de forma a la ranura).
- Paso 6: cuando tenga el mínimo contacto con la superficie del material ajustar el cero en el anillo graduado para el control del corte. Iniciar el mecanizado de la ranura.
- Paso 6: verificar las dimensiones con instrumentos de medición (vernier o micrómetro) la ranura previa a retirar el material de la máquina.
- Paso 7: finalizado el mecanizado proceda a desmontar la pieza, y los accesorios utilizados, así como la herramienta de corte.
- Paso 8: limpiar y ordenar el área, herramientas deje lubricada la máquina.

Figura 101. **Fresado de ranuras**



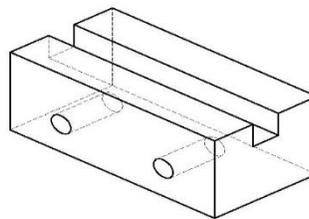
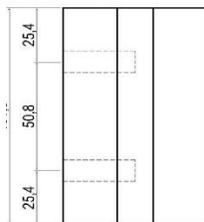
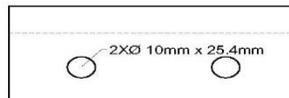
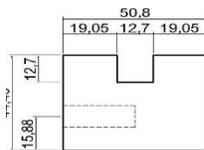
Fuente: INTECAP. *Operaciones de maquinado en la fresadora.* p. 137.

5.5. **Diseño de las tres prácticas**

Figura de la pieza para las prácticas:

- Taladrado en la fresadora
- Fresado de superficies planas
- Fresado de ranuras.
-

Figura 102. **Guía práctica**



Nota:
Material Cold rolled cuadrado
2" x 2" x 4"

Fuente: elaboración propia.

5.6. Medidas de seguridad

- Aplicar las buenas prácticas de laboratorio.
- Antes de iniciar el mecanizado, evaluar el entorno identificando posibles actos y acciones inseguros.
- Utilizar el equipó de protección personal (EPP) necesario de acuerdo a la práctica a realizar.
- Ordenar y limpiar la máquina y las herramientas utilizadas durante la práctica asegurarse de que los desechos no contaminen el ambiente.
- Asegurarse que la máquina se encuentra en buen funcionamiento de componentes y accesorios para las prácticas de laboratorio.

5.7. Evaluación

Se establecen los lineamientos de evaluación para valorar las habilidades adquiridas del estudiante para la manipulación de la máquina.

Tabla IX. **Evaluación**

Descripción	Ponderación	Nota
Asistencia y puntualidad	10 %	
Taladrado en Fresa	20 %	
Fresado en plano	20 %	
Fresado de ranuras	20 %	
Medidas de seguridad	20 %	
Limpieza y orden	10 %	
Total	100 %	

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Como parte de una de las necesidades en el laboratorio de procesos de manufactura 1 se consideró el reacondicionamiento de la fresadora vertical marca *U.S. BRUKE MILLRITE* modelo MVN, mediante actividades de mantenimiento. Se diseñaron componentes mecánicos y de circuito eléctrico para obtener la funcionalidad de dicha máquina, con ello se da mayor cobertura a la atención a más estudiantes de las diversas carreras de la ingeniería.
2. Se determinaron los componentes faltantes de la máquina a través de una inspección visual. Con el apoyo del asesor, se elaboró un listado determinando cada uno de los componentes importantes que no permitían el funcionamiento de la fresadora. Se realizó el mantenimiento correctivo eléctrico y mecánico.
3. Como fuente principal nos basarnos en los manuales del fabricante, ya que en estos manuales se nos proporcionan los lineamientos del funcionamiento y operación de la máquina, así como las recomendaciones de los métodos o técnicas de mantenimiento, si dado caso carece de dicho manual acudir a la experiencia laboral u otras fuentes que nos permitan aclarar las dudas que lleguemos a tener.
4. Se consideró que la fresadora es todavía funcional para el laboratorio de procesos de manufactura 1, permitiendo su utilización en las prácticas de laboratorio asignadas.

5. Para preservar el funcionamiento de la máquina se estableció un plan de mantenimiento preventivo que se debe aplicar durante cada semestre para evitar que la máquina vuelva a ser descuidada.

6. Mediante las guías el estudiante tendrá la oportunidad de complementar de forma práctica lo aprendido en la clase teórica, haciendo uso de la máquina fresadora y los movimientos básicos de operación.

RECOMENDACIONES

1. Antes, durante y después de la manipulación de la máquina herramienta mantener el área de trabajo limpia y despejada para evitar accidentes.
2. Revisar la máquina antes de llevar a cabo la práctica. Si se detecta alguna falla reportarla al encargado de laboratorio.
3. Utilizar el equipo de seguridad industrial dentro de las instalaciones del laboratorio.
4. Se considera dar seguimiento al mantenimiento preventivo a dicha fresadora y aplicar la mejora continua a las bases o lineamientos descritos en este documento con el propósito de mantenerla en condiciones de operación y funcionamiento alargando la vida útil de la misma.
5. Implementar un control de seguimiento de las horas de servicio con el propósito de llevar un historial y planificar los periodos de mantenimiento preventivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. FAIRES, Virgin Moring. *Diseño de elementos de máquinas*. 4a ed. Barcelona; España: 1971. 411 p.
2. GONZÁLEZ, Michael. *Manual de instrucción de operación y mantenimiento de la máquina fresadora vertical Modelo MVN MILLRITE*. [en línea]. <<http://neme-s.org/Shaper%20Books/millrite-manual1.pdf>>. [Consulta: 05 de abril 2020].
3. GUAMÁN, VÁZQUEZ, Edison Raúl; PESÁNTEZ DELGADO, John E. *Análisis de la degradación del aislamiento ante sobrecargas eléctricas en los cables de mayor utilización en las instalaciones civiles de la ciudad de Cuenca (Bachelor's thesis)*. Ecuador: 2014. 142 p.
4. HITTEL, Michael J., BINGHAM, R., & SANDERS, M. K. *NFPA 70B recommended practice for electrical equipment maintenance*. [en línea]. <<https://www.nfpa.org/assets/files/AboutTheCodes/70B/70B-A2002-rop.pdf>>. [Consulta: 21 de mayo 2020].
5. INTECAP. *Modulo no. 5, Operaciones de maquinado en la fresadora*. 1a ed. Guatemala: 2002. 137 p.
6. INTECAP. *Módulo no. 10, Instalación y mantenimiento de motores eléctricos trifásicos*. 1a ed. Guatemala: 2002. 139 p.

7. JUTZ, H. *Prontuario de metales*. 3a ed. México: Reverté 204. 2021. 180 p.
8. SANCHEZ, Pedro H. C. *Afilado de herramientas*. Centro Industrial Regional Boyacá – Sogamoso. [en línea]. <https://repositorio.sena.edu.co/sitios/afilado_herramientas/vol9/vol9.html#>. [Consulta: 18 de abril 2020].
9. W. GENEYRO George, S. HEINEMAN Stephen. *Enciclopedia Manual de máquinas herramientas*. 2a edición. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 1994. 535 p.

APÉNDICES

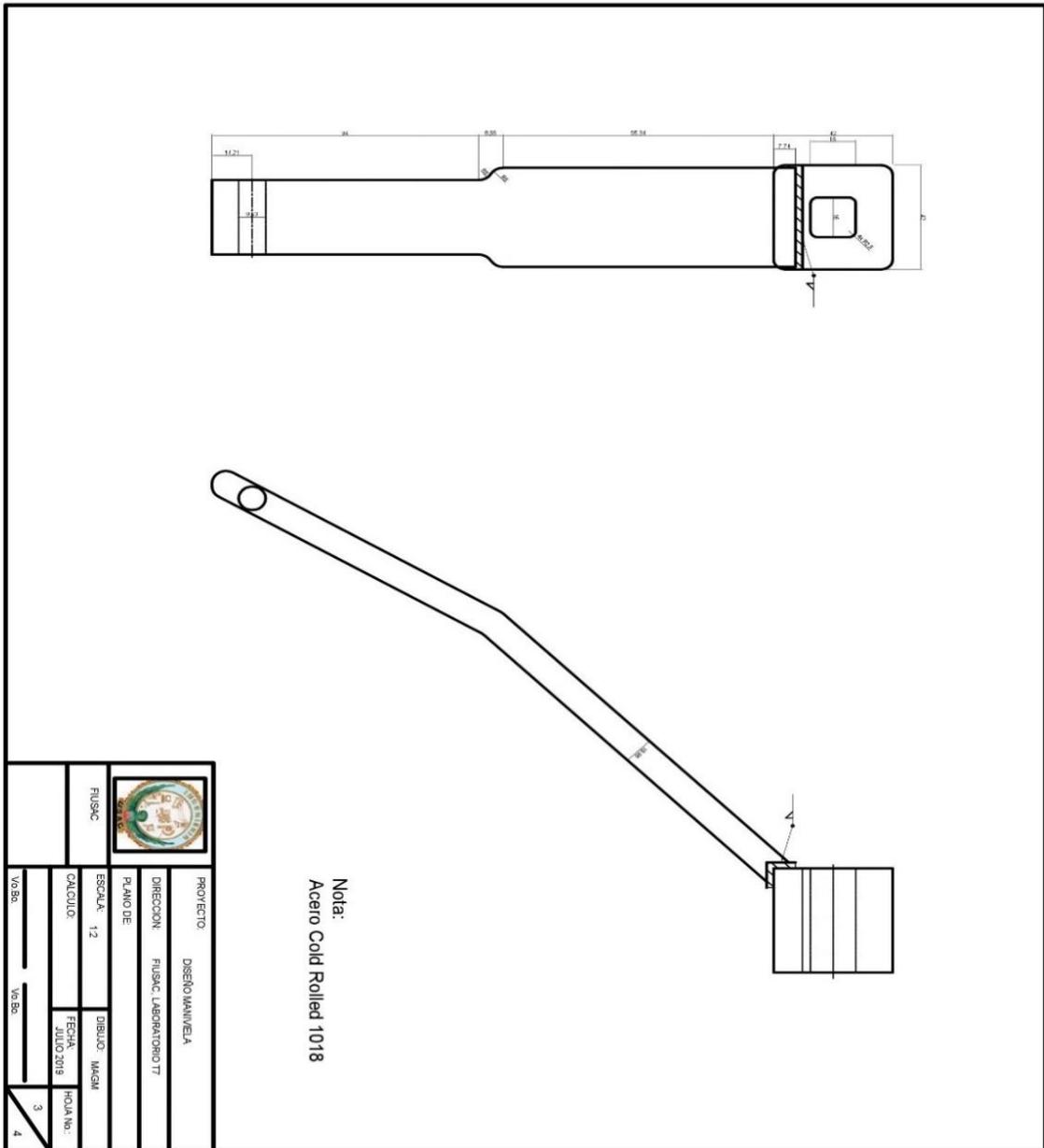
Apéndice 1. Planos de piezas



Nota:
Material Acero Cold Rolled 1018

PROYECTO: DISEÑO DE CUNA	
DIRECCIÓN: FUSC, LABORATORIO 17	
PLANO DE:	
ESCALA: 1:1	DEBIDO: MAGM
UNIDAD: MM	FECHA: JUNIO 2019
HOLIA NO.:	
1	4

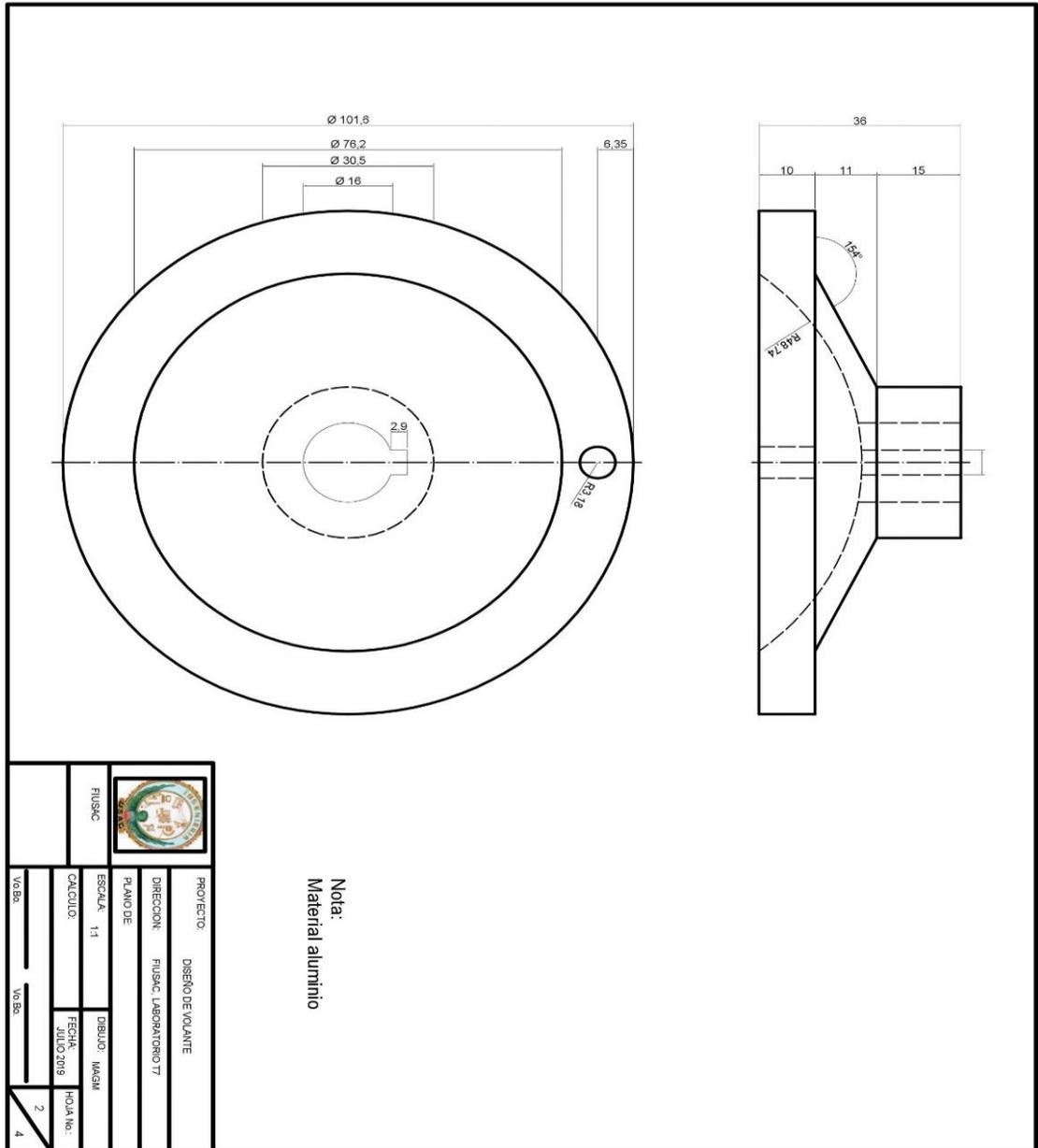
Continuación del apéndice 1.



Nota:
Acero Cold Rolled 1018

		PROYECTO	DISEÑO MANIVELA
		DIRECCION	FUSAC, LABORATORIO T7
FUSAC		PLANO DE	
ESCALA:	1:2	DIBUJO:	MAGM
CALCULO:		FECHA:	JUNIO 2018
		HOLA No.:	
			3
			4

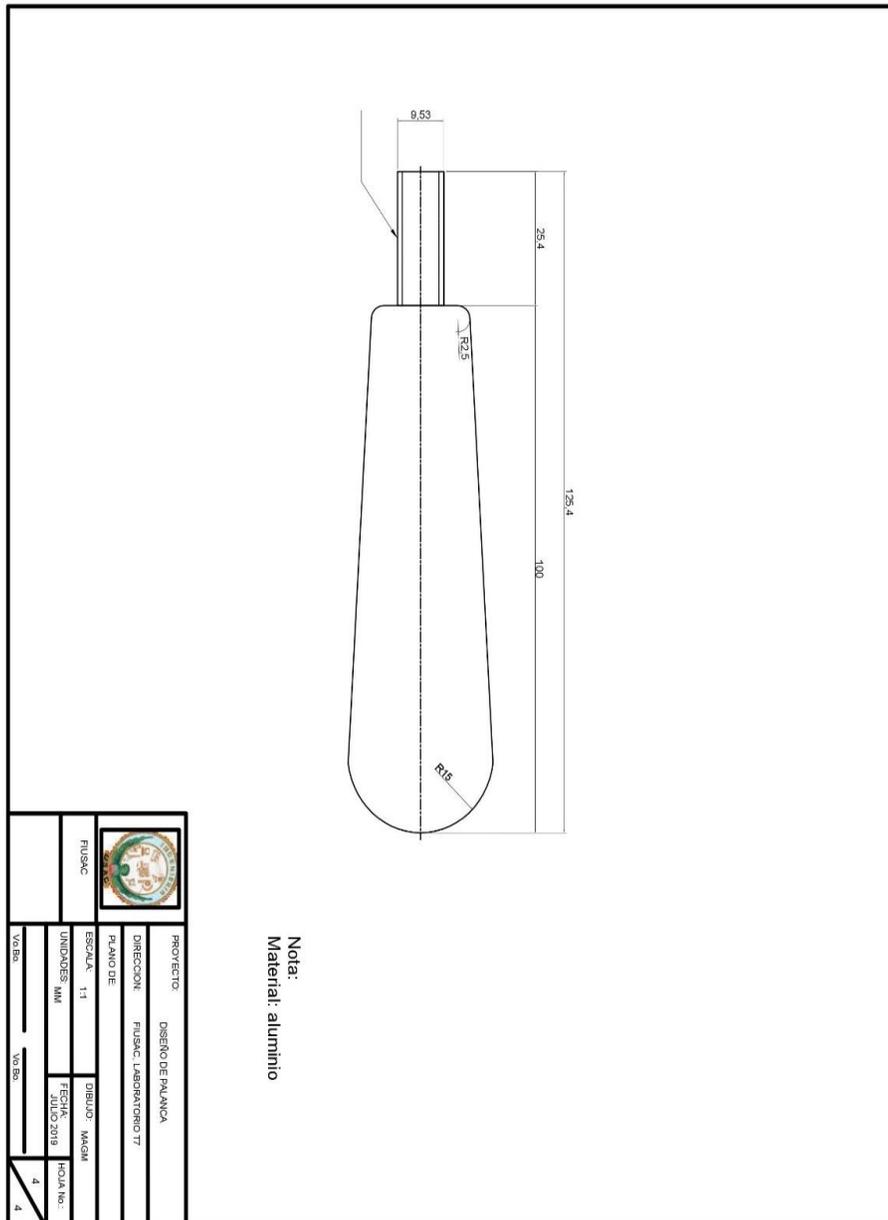
Continuación del apéndice 1



Nota:
Material aluminio

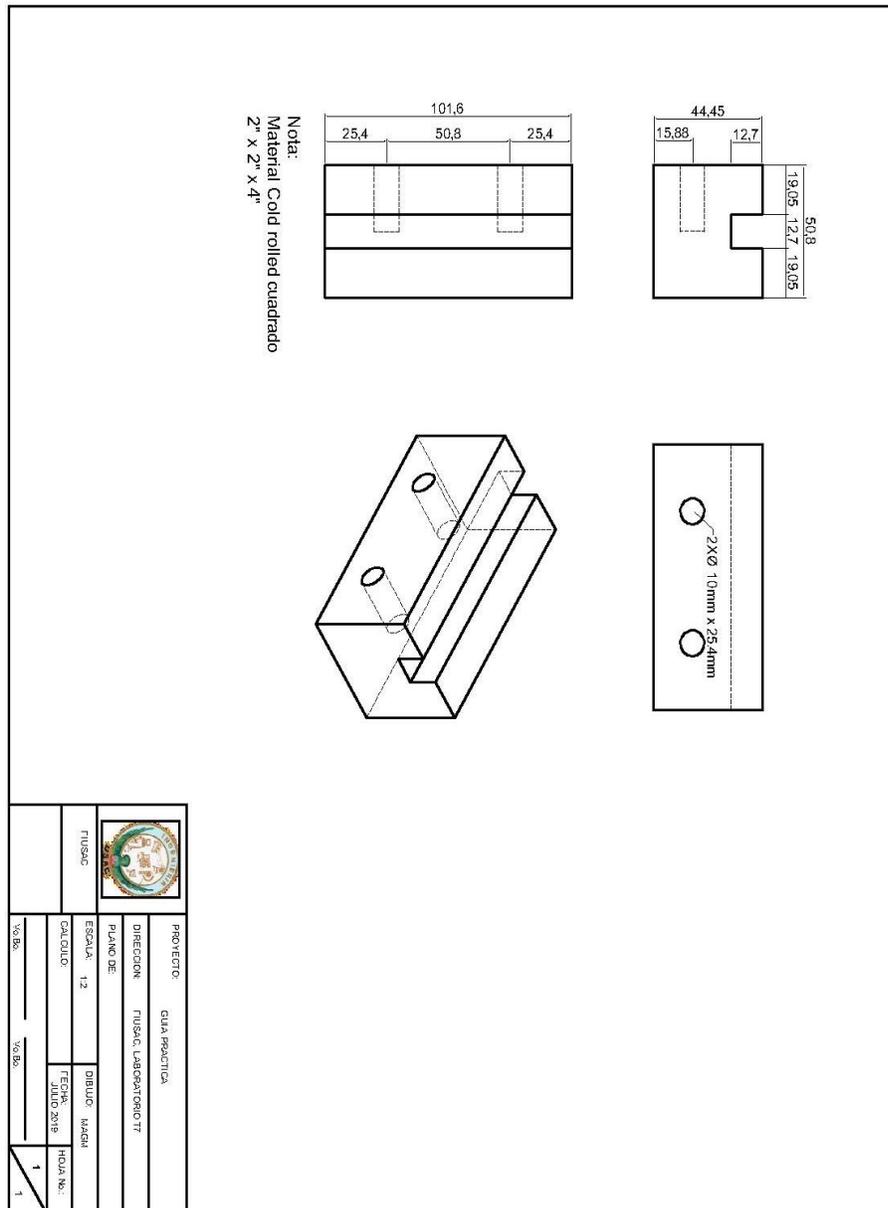
		PROYECTO:	DISEÑO DE VOLANTE		
		DIRECCION:	FUSC, LABORATORIO 7		
PLANO DE:		ESCALA:	1:1	DIBUJO:	MASH
FUSC		CALCULO:		FECHA:	JULIO 2018
Vo Ba		Vo Ba		HOJA No:	2
					4

Continuación del apéndice 1



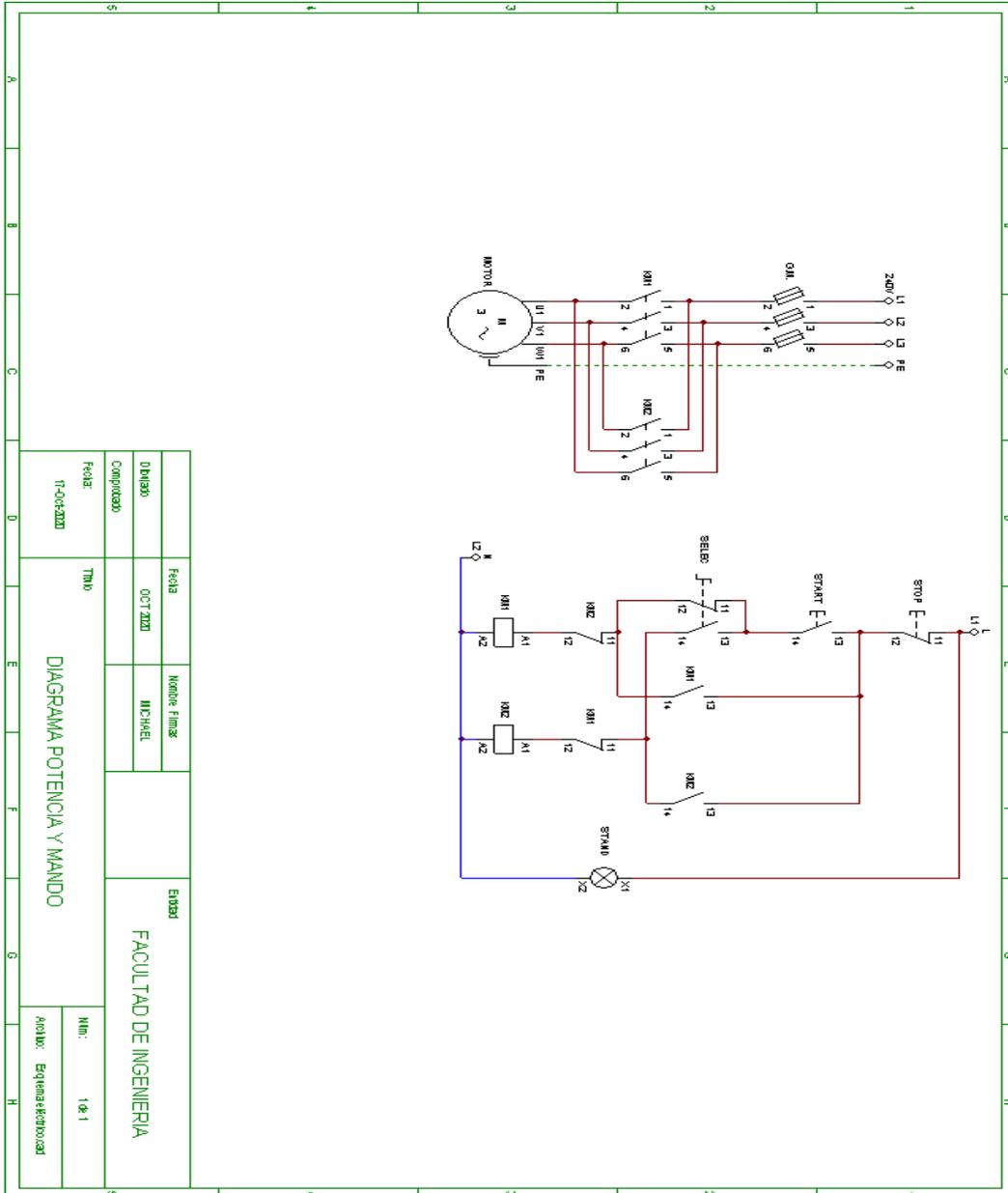
Fuente: elaboración propia, AutoCAD

Apéndice 2. Plano de la guía



Fuente: elaboración propia, AutoCAD.

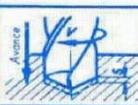
Apéndice 3. Diagrama de potencia y mando



Fuente: elaboración propia, AutoCAD

ANEXOS

Anexo 1. Tabla velocidad de corte para broca



Velocidad de corte v — Avance s — Refrigeración

v = Velocidad de corte = velocidad periférica en m/min (dependiente del material de la pieza y de la broca, del avance y de la profundidad del agujero)

s = Avance por revolución, en mm (dependiente del material de la pieza y de la broca, así como de su diámetro)

Tabla de valores para longitud de duración = 2000 mm y profundidad de cada agujero $2 \cdot d$

Material	Velocidad de corte para caso de acero de herramientas	Avance s mm/rev.							Medio de refrigeración y lubricación
		Velocidad de corte v en m/min para caso de acero rápido de aleación baja							
		Diámetro de la broca							
		5	10	15	20	25	30	35	
Acero hasta 390 N/mm ²	... 20	0,1	0,18	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	Taladrina o bien aceite de corte y refrigerante
hasta 590 N/mm ²	... 14	15	18	22	26	29	32	35	
hasta 780 N/mm ²	... 10	0,07	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	
hasta 980 N/mm ²	—	12	14	16	18	21	23	24	
más de 980 N/mm ²	—	8	10	13	15	17	18	19	
Fundición gris		0,015 0,17 mm/rev.							
hasta 180 N/mm ²	... 14	ó ... 12 m/min							En seco o con taladrina abundante
hasta 220 N/mm ²	... 10	0,15	0,24	0,3	0,32	0,35	0,38	0,4	
hasta 290 N/mm ²	... 8	24	28	32	34	37	39	40	
Latón	... 40	16	18	21	24	26	27	28	
hasta 390 N/mm ²	... 25	0,1	0,16	0,2	0,24	0,28	0,3	0,3	Taladrina o aceites minerales
hasta 590 N/mm ²	... 15	60 ... 70 m/min							
Bronce	... 12	0,07	0,12	0,18	0,24	0,25	0,28	0,32	
hasta 290 N/mm ²	... 8	40 ... 60 m/min							
hasta 690 N/mm ²	... 12	0,1	0,15	0,22	0,27	0,3	0,32	0,36	En seco o con aceites especiales
Aluminio técnico	... 50	30 ... 40 m/min							
aleaciones de aluminio	... 40	0,05	0,08	0,12	0,18	0,2	0,22	0,26	
aleaciones de Magnesio	... 80	25 ... 35 m/min							
Materiales prensados, no estratificados	... 15	0,05	0,12	0,2	0,3	0,35	0,4	0,46	Aire comprimido
		80 ... 120 m/min							
		0,12	0,2	0,3	0,4	0,46	0,5	0,6	
		100 ... 150 m/min							
		0,15	0,2	0,3	0,38	0,4	0,45	0,5	
		200 ... 250 m/min							
		0,04	0,05	0,07	0,1	0,12	0,15	0,17	
		35 ... 45 m/min							

Fuente: JÜTZ, Herman; SCHARKUS, Eduard; LOBERT, Rolf. *Tablas para la industria metalúrgica*. p.110.

Anexo 2. **Reacondicionamiento de la fresadora de husillo vertical millrite modelo MVN**

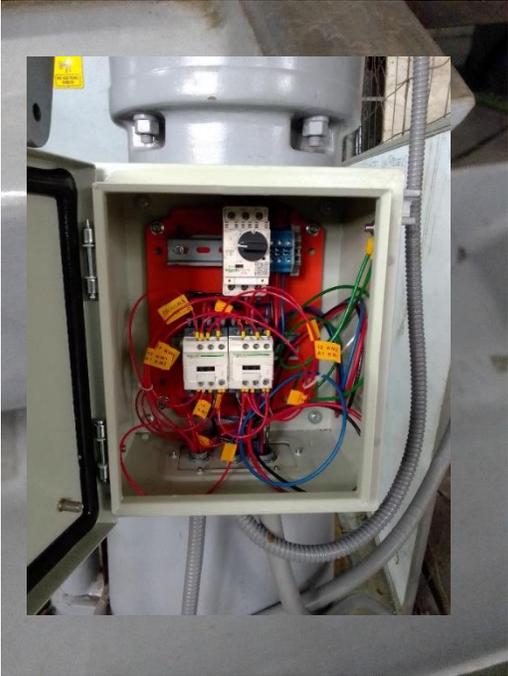
Imágenes de las actividades durante la preparación y verificación de las fases y procedimientos de instalación de componentes mecánicos y eléctricos requeridos para la puesta en marcha de la máquina fresadora de husillo vertical *Millrite* modelo MVN previo a la demostración de funcionamiento.



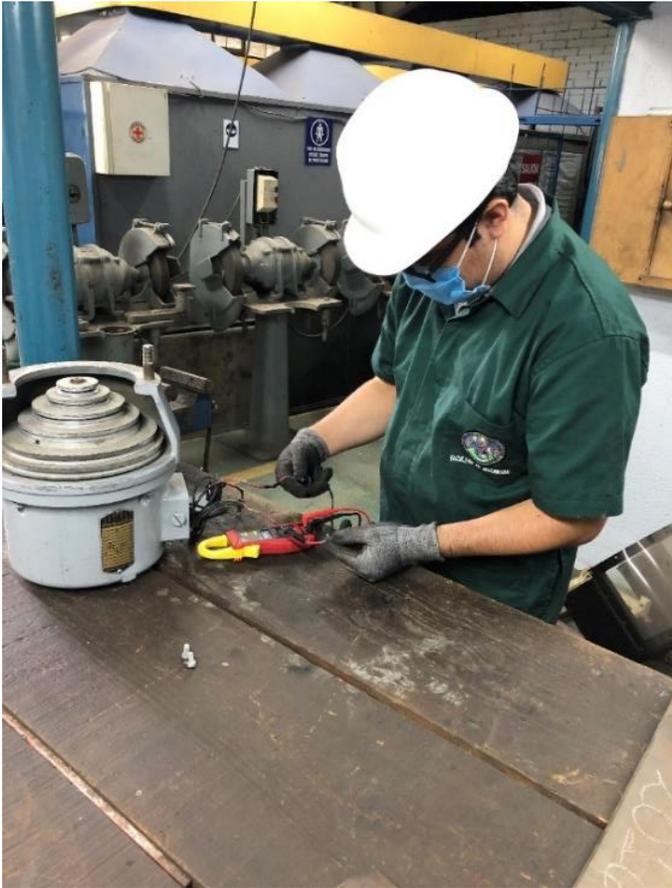
Continuación del anexo 2.



Continuación del anexo 2.



Continuación del anexo 2.



Continuación del anexo 2.



Continuación del anexo 2.



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela Mecánica Edificio T-7, Laboratorio de procesos de manufactura 1.

Anexo 3. Manual del fabricante

Downloaded from ToolTrip.com

INSTRUCTIONS FOR UNCRATING AND POSITIONING YOUR MILLING MACHINE

The Millrite is an accurate, precision built machine tool. It should be carefully uncrated and inspected. Be sure that all items listed on the packing slip are contained in the crate. Report any shortages immediately. In the event of shipping damage please make a notation on the bill of lading, have the delivering carrier sign to this effect, and notify us.

While moving the machine to its permanent position try to jar it as little as possible. A rope sling around the overarm will facilitate positioning. Or, if preferred, rollers under the skid may be used.

Do not turn the head over until the machine has been permanently positioned. Once the machine has been properly located it should be securely bolted to the floor.

The chief consideration in setting up your Millrite is that all four corners of the base rest firmly on the floor, (shims, or vibration reducing pads).

Leveling the machine is desirable, but not nearly as important as making sure that there is no twist or strain on the column.

Before connecting the motor, read and verify the current characteristics contained on the motor plate. Be sure the motor is wired correctly, so that when the drum type switch is turned to the "forward" position the spindle rotates in the proper direction.

The shipping sludge used to protect the ways in transit should be carefully removed with kerosene or other solvent. Thereafter lubricate all bearing surfaces, shafts, and screws with a good grade of medium viscosity machine oil.

Please note that the plate to which the motor is secured may be swung in either direction by loosening the cap screws that secure it to the head. This will simplify turning the head over, and eliminate bumping the motor plate against the under side of the ram.

Continuación del anexo 3.

Downloaded from ToolTrip.com

GENERAL INSTRUCTIONS

GIB ADJUSTMENT

Adjustable gibs are located between the column and knee, knee and saddle, and saddle and table. To adjust the knee gib loosen the square headed locking screws and the retaining nuts that are attached to the adjusting screws.

Alter the tension on the adjusting screws the desired amount and retighten the nuts to hold them in position.

To adjust the table gib loosen the gib lock handle and alter the position of the two exposed screws. It will not be necessary to change the adjustment of the screws that are not in view.

Adjustment of the saddle gib is made in the same manner.

GIB LOCKS

The gib lock handles for the table and saddle are located on the left side of the saddle. The knee gib has two $\frac{5}{8}$ " square headed locking screws that are turned by using the elevating crank handle. It is normally not considered necessary to lock the knee gib, but when boring the saddle and table gib should be secured.

Good milling practice is to secure all gib slides that are not being used for a particular operation. When milling horizontally be sure the quill lock is engaged.

ADJUSTMENT OF SCREWS

The lead screws (longitudinal, cross, and vertical), are all equipped with thrust bearings and adjusting nuts. The "drag" on the screws may be altered by repositioning the adjusting nuts. The crossfeed nut is split, with a socket head screw holding the two sections together.

To reduce backlash turn this screw. A very slight adjustment will serve to reduce backlash to a minimum.

CHANGING COLLETS

The Millrite is equipped with an exclusive anti-friction bearing draw bar, furnished to assist you in breaking the bind of the self holding #9 B & S Taper spindle and its mating long taper collet.

To change collets raise the spindle lock plunger until it engages one of the holes in the spindle pulley provided for this purpose.

The $\frac{5}{8}$ " square draw bar nut may be turned by using the elevating crank handle. Counter-clockwise rotation ejects the collet, and clockwise rotation tightens the collet in position.

When the cutter is positioned and secured, be sure that the spindle lock is disengaged before turning on the motor.

CHANGING BELT POSITIONS

Merely loosen the wing nuts on either side of the spindle guard to permit pivoting the guard forward.

Loosen the nut on the right side of the motor mount, slide the motor forward to decrease belt tension, and reposition the drive belt, (refer to the speed chart for the desired belt position).

Continuación del anexo 3.

Downloaded from ToolTrip.com

TURRET, RAM, AND HEAD POSITIONING

The turret, ram, and head positions are altered manually. When the position of the head has been changed it is absolutely necessary to sweep the table with an indicator to make sure that the head is in a true vertical position. This is most easily accomplished by securing an indicator to the spindle nose or in a test bar held in the spindle.

On Millrites with single swivel head the sweep need only be right and left. With compound swivel head machines the table must be swept to the front and back as well.

The Millrite is sometimes used for horizontal milling. If you find that the motor interferes with your set up, merely loosen the two screws that hold the motor plate on the head, and swivel the motor out of the way. The machine may be efficiently used with the motor in any convenient location.

SPINDLE BEARING ADJUSTMENT

The Millrite has an exclusive, exceptionally rigid spindle design incorporating the use of 5 bearings. A double row of shielded ball bearing supports the pulley sleeve. A single row of shielded ball bearings acts as a pilot, and all of the thrust is taken up at the spindle nose by a double row of precision tapered roller bearings mounted back to back.

The sketch and description on the following page tells how to adjust the preload of the roller bearings either to compensate for wear or for extreme ranges of milling speeds.

QUILL FEED MECHANISM

Another Millrite feature is the manner in which the quill is actuated. A bronze nut is attached to the side of the quill, and through it runs a 5 pitch acme screw. Turning the feed handle rotates the screw to feed the quill just as the table and saddle handles actuate their respective assemblies.

This permits exceptionally accurate boring feed and depth control. The adjustable micrometer dial, graduated in .001", .200" per revolution, may be used as a reliable depth measuring instrument. (Please note that in the parts section the alternate rapid hand quill feed head is also pictured.)

LUBRICATION

A number of alemite fittings are located in conspicuous positions around the machine. They should be regularly lubricated with heavy machine oil similar to Sunoco's Way Lube.

The easiest way to apply the oil is by using a small grease gun. **Caution:** Grease is not a recommended lubricant because of its tendency to "cake", trap foreign matter, and adhere to the bearing surfaces.

The Timken bearings in the spindle may be lubricated through the plug hole in the rear of the quill. Each 45 days, or after 200 hours of operation a small amount of grease should be applied. Use a conventional alemite gun, and any good grade of bearing grease.

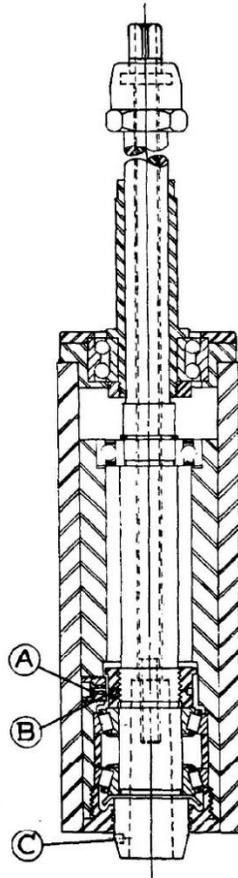
Specifically, the best grease to use for this purpose is a short fibre, medium sponge grease, with sodium soap base. This is not a critical requirement however, and the main concern is not to lubricate these bearings too often or too heavily. None of the other spindle bearings need additional lubricant.

On page 14 is a wiring diagram of both single and three phase motors and the alternative controls provided. There is no overload protection furnished as standard equipment, and for this reason we strongly suggest mounting a fused disconnect switch between the factory power supply and the drum type reversing switch.

Continuación del anexo 3.

Downloaded from ToolTrip.com

HOW TO CHANGE PRELOAD OF SPINDLE BEARINGS



- 1.) Feed out quill until plug "A" is exposed.
- 2.) Remove plug "A" with 5/16" hex key.
- 3.) Rotate spindle manually until 1/4" socket set screw "B" in preloading nut is accessible through plug hole. Loosen this set screw with 1/8" hex key.
- 4.) Insert pin wrench in any of (3) 3/16" radial holes in preloading nut. Be careful not to damage thread in plug hole.
- 5.) Turn spindle at "C" position to right to increase preload or vice versa.
- 6.) Assure proper seating of bearing races on spindle by lightly tapping top and bottom of spindle. Rotate spindle to feel the "drag" on the bearings. There should be no noticeable drag when running predominantly at high spindle speeds.
- 7.) Tighten set screw "B" and replace outer plug "A" in quill. Make sure that plug clears quill housing, but do not force it in too far or it might interfere with inner rotating parts.

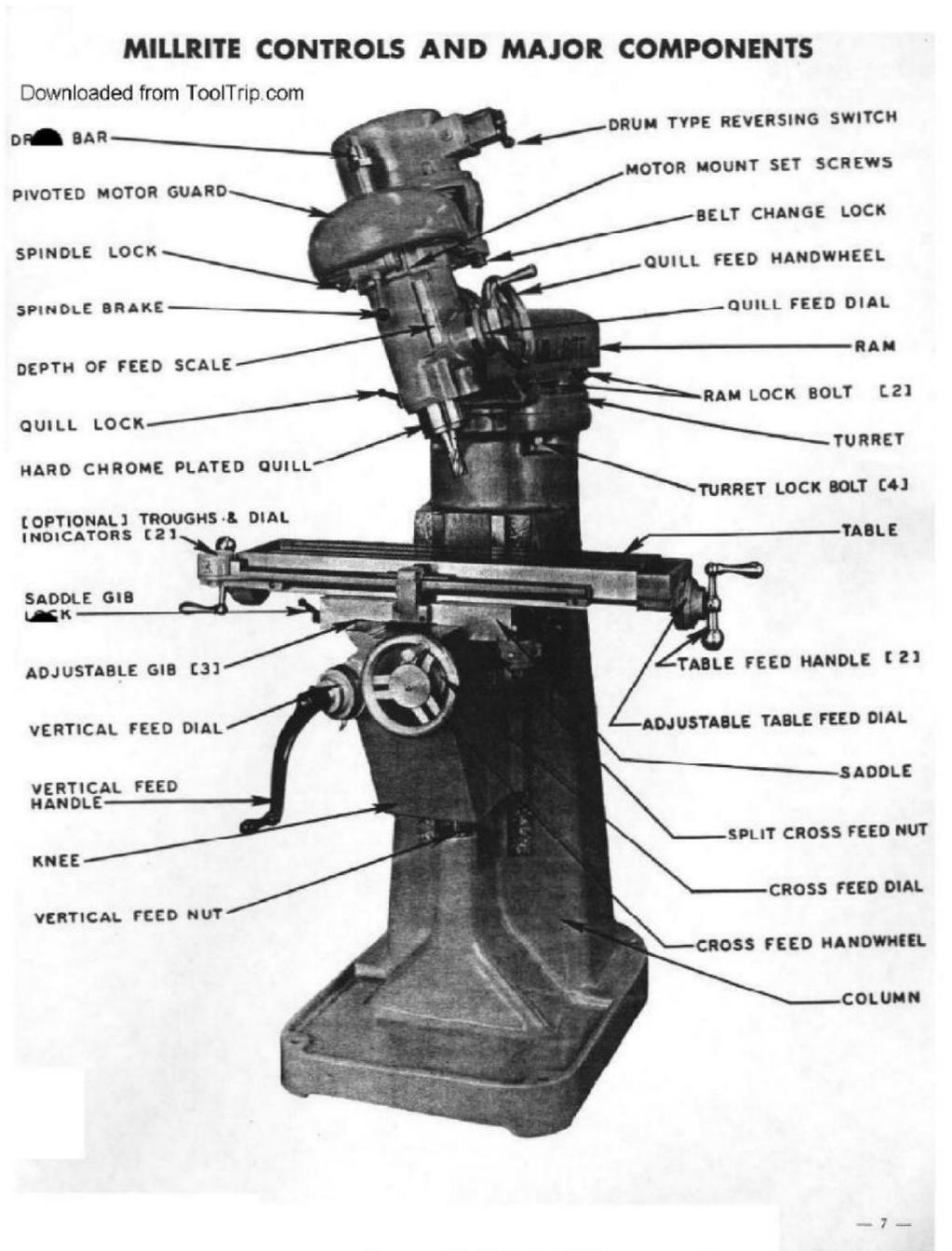
CAUTION

The roller bearings are grease lubricated. If the spindle is rotated at very high speeds, and the pre-load set too tight, excessive heat will be generated. This will liquify the spindle grease, and cause what appears to be an oil leak.

In the event such high speed milling will be performed for a relatively short period the pre-load need not be altered.

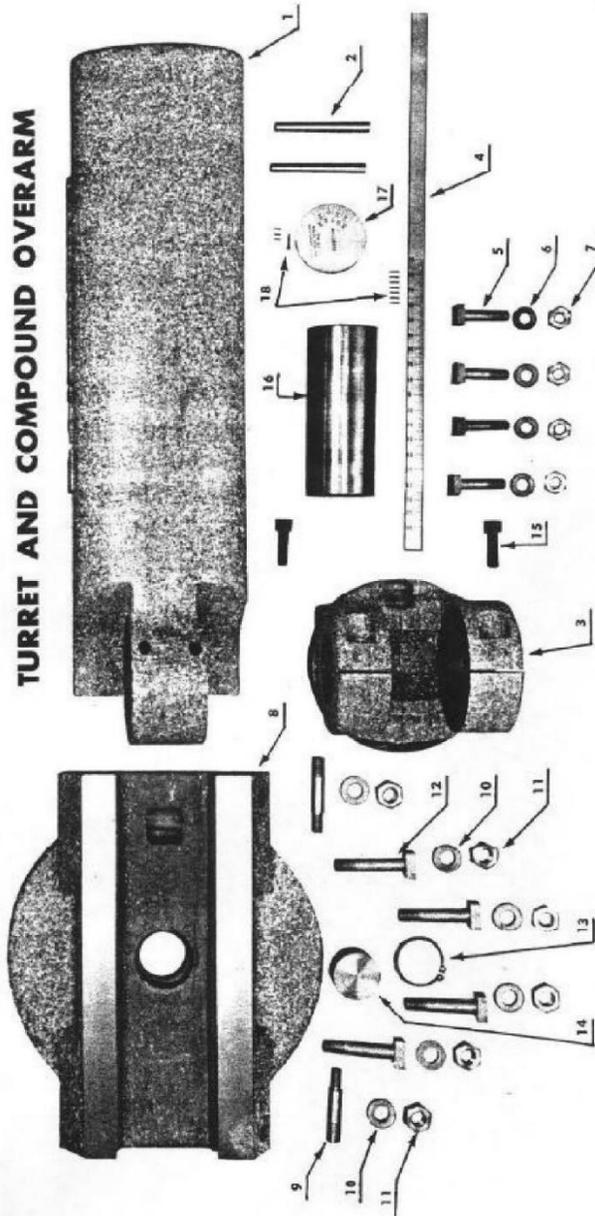
Another caution is to make sure that the adjusting nut is held against the top bearing. If it is too loose the bearings can lock, creating the impression of a "seized" or "frozen" spindle, and causing too much end play.

Continuación del anexo 3.



Continuación del anexo 3.

Downloaded from ToolTrip.com



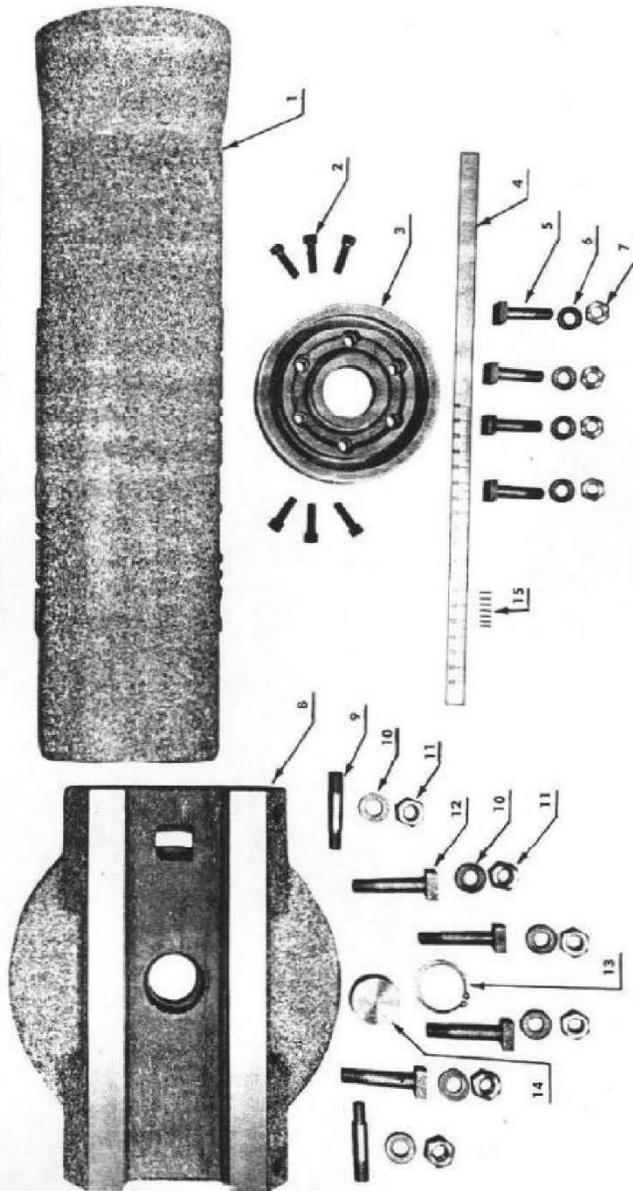
TURRET AND COMPOUND OVERARM

No.	Qty.	Part No.	Name of Part	No.	Qty.	Part No.	Name of Part
1	1	MV-1464	Overarm, compound	10	6	MV-1761	Washers, $\frac{3}{8}$ " bolt
2	2	MV-1781	Upper pin, No. 8 x $\frac{1}{2}$ " long	11	1	MV-1762	Hex nuts, $\frac{3}{8}$ "-11
3	1	MV-1459	Compound bracket	12	4	MV-1508	Tee bolts, turret clamp
4	4	MV-1460	Stop ring	13	1	MV-1760	Stop ring
5	4	MV-1765	Tee bolts, for head	14	1	MV-1507	Pin for turret
6	4	MV-1766	Washers, $\frac{3}{8}$ " bolt	15	2	MV-1765	Socket head cap screws, $\frac{3}{8}$ "-1.31 $\frac{3}{4}$ " long
7	4	MV-1767	Hex nuts, $\frac{3}{8}$ "-13	16	1	MV-1511	Shaft, compound swivel
8	1	MV-1454	Turret	17	1	MV-1529	Scale, compound swivel
9	2	MV-1509	Stud, overarm clamp	18	10	MV-1768	Type U drive screws, No. 4 x $\frac{3}{4}$ "

Continuación del anexo 3.

Downloaded from ToolTrip.com

TURRET AND PLAIN OVERARM

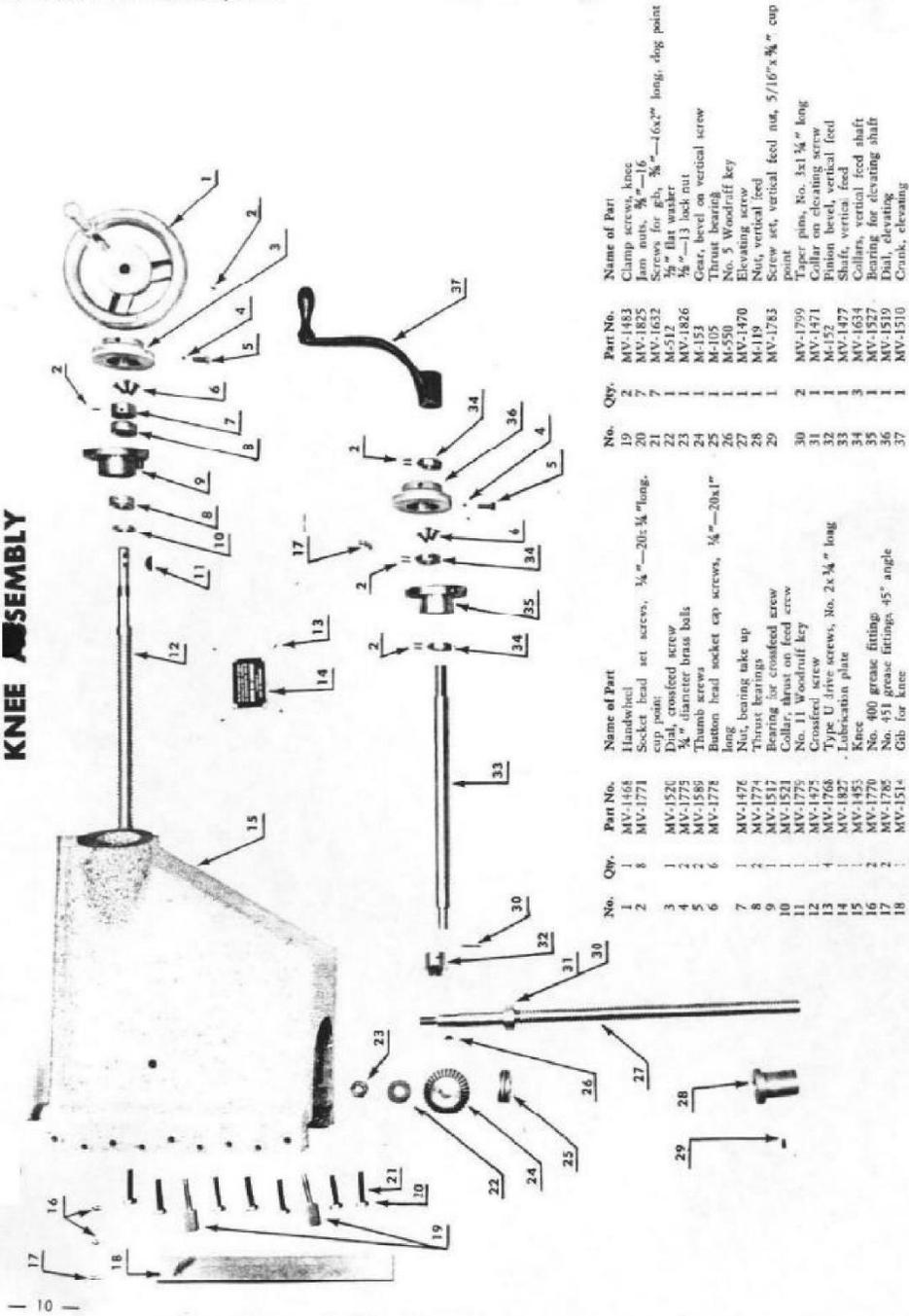


No.	Qty.	Part No.	Name of Part	No.	Qty.	Part No.	Name of Part
1	1	MV-1463	Overarm, plain	9	2	MV-1509	Stud, overarm clamp
2	6	MV-1763	Socket head cap screws, $\frac{3}{8}$ "-16x1 $\frac{3}{4}$ " long	10	6	MV-1761	Washers, $\frac{3}{8}$ " bolt
3	1	MV-1481	Swivel disc head	11	6	MV-1762	Hex nuts, $\frac{3}{8}$ "-11
4	1	MV-1528	Scale	12	4	MV-1508	Trc bolts, turret clamp
5	4	MV-1490	Trc bolts for head	13	1	MV-1760	Snap ring
6	4	MV-1766	Washers, $\frac{3}{8}$ " bolt	14	1	MV-1507	Pin for turret
7	4	MV-1767	Hex nuts, $\frac{3}{8}$ "-13	15	7	MV-1768	Type U drive screws, No. 2 x $\frac{3}{4}$ "
8	1	MV-1554	Turret				

Continuación del anexo 3.

Downloaded from ToolTrip.com

KNEE ASSEMBLY



No.	Qty.	Part No.	Name of Part	No.	Qty.	Part No.	Name of Part
1	1	MV-1468	Handwheel	19	2	MV-1483	Clamp screws, knee
2	8	MV-1771	Socket head set screws, $\frac{3}{8}$ "—20x $\frac{3}{4}$ " long, cup point	20	7	MV-1825	Jam nuts, $\frac{3}{8}$ "—16
3	1	MV-1520	Dial, crossfeed screw	21	1	MV-1632	Screws for gib, $\frac{3}{8}$ "—16x2" long, dog point
4	2	MV-1775	$\frac{3}{8}$ " diameter brass balls	22	1	M-512	$\frac{1}{2}$ " flat washer
5	2	MV-1586	Thumb screws	23	1	MV-1826	$\frac{3}{8}$ "—13 lock nut
6	6	MV-1778	Button head socket cap screws, $\frac{3}{8}$ "—20x1" long	24	1	M-153	Gear, bevel on vertical screw
7	1	MV-1476	Nut, bearing take up	25	1	M-105	Throat bearing
8	2	MV-1774	Bearing for crossfeed screw	26	1	M-550	No. 5 Woodruff key
9	1	MV-1521	Collar, nut on feed screw	27	1	M-119	Elevating screw
10	1	MV-1521	Collar, nut on feed screw	28	1	MV-1783	Nut, vertical feed
11	1	MV-1773	No. 11 Woodruff key	29	1	MV-1783	Screw set, vertical feed nut, 5/16"x $\frac{3}{4}$ " cup point
12	1	MV-1475	Calliper	30	2	MV-1799	Trunk pins, No. 1x1 $\frac{3}{4}$ " long
13	4	MV-1768	Type U drive screws, No. 2x $\frac{3}{4}$ " long	31	1	MV-1471	Calliper elevating screw
14	1	MV-1827	Lubrication plate	32	1	M-152	Pinion bevel, vertical feed
15	1	MV-1455	Knee	33	1	MV-1477	Shaft, vertical feed
16	2	MV-1770	No. 400 grease fittings	34	3	MV-1634	Collars, vertical feed shaft
17	2	MV-1785	No. 451 grease fittings 45° angle	35	1	MV-1527	Bearing for elevating shaft
18	2	MV-1514	Gib for knee	36	1	MV-1519	Dial, elevating
				37	1	MV-1510	Crunk, elevating

Continuación del anexo 3.

Downloaded from ToolTrip.com

TABLE AND SADDLE ASSEMBLY

No.	Qty.	Part No.	Name of Part
1	2	MV-1397	Bull cranks, 5/8" bore
2	4	MV-1460	Socket set screws, 3/8"-20x 3/4" long
3	4	MV-1461	Thrust screws
4	2	MV-1470	Longitudinal feed screw
5	2	MV-1275	3/8" diameter 3/4" ball
6	2	MV-1276	No. 406 Woodruff key, 3/16"x 3/8"
7	1	MV-1596	Spacer, longitudinal table feed
8	1	MV-1474	Collar, thrust on feed screw
9	1	MV-1521	Thrust bearing
10	2	MV-1523	Stops, movable in table
11	2	MV-1476	Nut, bearing take up
12	1	U-132-N	Nut in sec. slot
13	3	MV-1769	Socket head cap screws, 5/16"-18x2 1/2" long
14	1	MV-1458	Table bracket, right hand
15	1	MV-1455	Table, 7"x22"
16	1	MV-1515	Gib for table
17	1	MV-1783	Socket head set screws, 5/16"-18x 3/8" long, dog point
18	6	MV-1788	Fillister head machine screws, 5/16"-16x1 3/8" long
19	1	MV-1787	Fillister head machine screws, 5/16"-16x2 1/2" long
20	3	MV-1485	Clamp screw, table
21	2	MV-1784	Socket head cap screws, 3/8"-20x 3/4" long
22	2	MV-1516	Handles, gib clamp
23	1	MV-1484	Gib for saddle
24	1	MV-1484	Clamp screw, saddle
25	1	MV-1782	Fillister head machine screws, 5/16"-16x1 3/8" long
26	4	MV-1456	Saddle
27	1	MV-1522	Stop in saddle
28	1	MV-1525	Nut, crossfeed
29	1	MV-1781	Socket head cap screw, 5/16"-18x1 3/8" long
30	1	MV-1781	Socket head cap screw, 5/16"-18x1 3/8" long
31	2	MV-1780	Socket head cap screws, 3/8"-16x1 3/8" long
32	2	MV-1780	Dowel pins, 5/16" diameter x 1 1/4" long
33	1	MV-1482	Nut, longitudinal feed
34	1	MV-1485	No. 451 grease fittings, 45° angle
35	4	MV-1785	No. 400 grease fittings
36	2	MV-1777	Table bracket, left hand
37	1	MV-1457	Table bracket, left hand
38	4	MV-1772	Socket head cap screws, 5/16"-18x1 3/8" long
39	2	MV-1773	Socket head cap screws, 5/16"-18x3/8" long

Continuación del anexo 3.

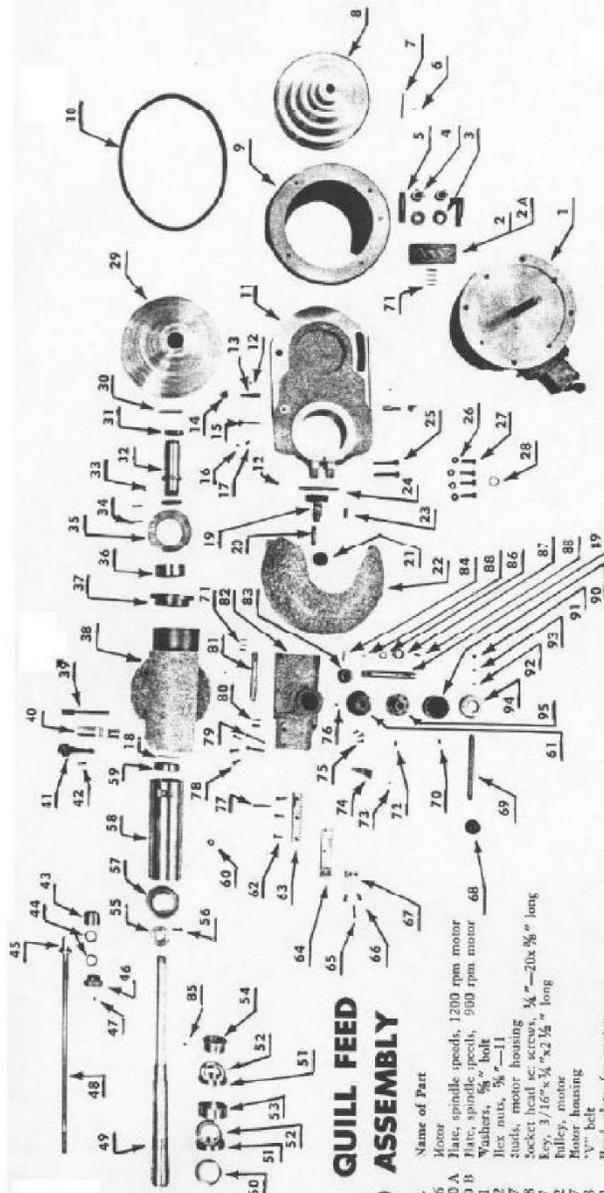
Downloaded from ToolTrip.com

STANDARD HEAD ASSEMBLY

No.	Qty	Part No.	Name of Part	No.	Qty.	Part No.	Name of Part
1	1	MV-1536	Motor	61	1	MV-1509 A	Nut, screw quill feed
2	1	MV-1530 A	Plate, spindile speeds, 1230 rpm motor	65	3	MV-1800	Noelle thrust bearings
2A	1	MV-1530 B	Plate, spindile speeds, 930 rpm motor	66	6	MV-1801	Thrust races
3	2	MV-1763	Washers, 3/8" bolt	67	1 set	MV-1501 A	Miter gears
4	2	MV-1762	Hex nuts, 3/8"-11	68	1	MV-1798	Socket head set screw, 3/8"-20x 3/8" long
5	2	MV-1487	Studs, motor housing	69	1	MV-1802	S.H. set screws, 5/16"-11 N. C. x 3/4" long
6	2	MV-1798	Socket head set screws, 3/8"-20x 3/8" long				
7	1	MV-1817	Key, 3/16"x 3/8"x 2 1/2" long				
8	1	MV-1472	Pulley, motor				
9	1	MV-1467	Motor housing				
10	1	MV-1513	"V" belt				
11	1	MV-1462	Head plate for motor				
12	4	MV-1771	S. H. set screws, 3/8"-20x 3/8" long, cup pt.				
13	2	MV-1488	Clamp screws, guard				
14	2	MV-1488	Spring nut & washer, 5/16"-18				
15	2	MV-1489	Pin, pulley lock				
16	1	MV-1806	S. H. set screws, 5/16"-18x 3/16" long, dig pt.				
17	1	MV-1807	S.H. set screw, 5/16"-18x 3/16" long, dig pt.				
18	1	MV-1819	Snap ring				
19	1	MV-1479	Brake lever				
20	1	MV-1491	Handle for brake				
21	1	MV-1811	Plastic control ball				
22	1	MV-4469	Belt guards				
23	1	MV-1812	Spring, 3/8" O. D.				
24	1	MV-1486	Pivot pin				
25	2	MV-1805	Socket head cap screws, 3/8"-16x 2" long				
26	4	MV-1810	Lock washers, 3/8" bolt				
27	4	MV-1809	Hex head cap screws, 3/8"-16x 1" long				
28	1	MV-1824	Snap ring				
29	1	MV-1473	Pulley, spindle				
30	2	U-10	Key, 3/8"x 3/8"x 2 1/2" long				
31	2	U-10	Pulley, core nut				
32	2	MV-1478	Pulley, core nut				
33	2	MV-1815	S. H. set screws, No. 10 x 24-3/16" long				
34	3	MV-1814	F. H. machine screws, No. 10x2 1/4" long				
35	1	U-10	Bearing cap, cover				
36	1	MV-1816	Ball bearing				
37	1	U-9	Bearing cap				
38	1	MV-1461	Head, milling				
39	1	MV-1493	Clamp screw, quill lock				
40	1	MV-1492	Clamp for quill				
41	1	MV-1514	Head machine screw, No. 10-24x 1/2" long				
42	1	MV-1514	Head machine screw, No. 10-24x 1/2" long				
43	1	MV-1494	Head machine screw, No. 10-24x 1/2" long				
44	2	MV-1480	Head machine screw, No. 10-24x 1/2" long				
45	1	MV-1538	End piece, drawbar				
46	1	MV-1539	Connector, drawbar				
47	1	MV-1798	S.H. set screw, 3/8"-20x 3/8" long cup pt.				
48	1	MV-1537	Rod, drawbar				
49	1	MV-1532	Spindle, No. 9B&S, Timken bearing				
50	1	MV-1430	Grease slinger				
51	2	MV-1120	Timken cones, No. 9268, grade 3				
52	2	MV-1121	Timken cones, No. 9159, grade 3				
53	1	MV-1535	Spacer Timken bearing				
54	1	MV-1534	Nut on spindle-bearing take up				
55	1	MV-590	Painter				
56	1	MV-126	Pin, 5 Woodruff key				
57	1	MV-1594	Head machine screw, No. 10-24x 1/2" long				
58	1	MV-1497	Core nut, quill				
59	2	MV-1275	S. H. cap screws, 3/8"-20x 1 1/2" long				
60	1	MV-1431	S. H. tie plate, 3/8" long, Almatic fitting No. 1853				
61	2	MV-1791	Dowel pins, 5/16" diameter x 3/8" long				
62	1	MV-1341	Scale, quill travel				
63	1	MV-1466 A	Cover for head				
64	1	MV-1799	Head machine screw, 5/16"-18x 3/8" long				
65	3	MV-1835	No. 90 grease fittings				
66	6	MV-1792	Socket head cap screws, 3/8"-20x 1" long				
67	1 set	MV-1501 A	Timken bearings				
68	1	MV-1798	Socket head cap screws, 3/8"-20x 3/8" long				
69	1	MV-1802	S.H. set screws, 5/16"-11 N. C. x 3/4" long				
70	1	MV-1499 A	Screw, quill feed				
71	4	MV-1498	Miter, quill feed				
72	4	MV-1789	Socket head cap screws, 3/8"-20x 3/8" long				
73	1	MV-1790	Socket head cap screws, 3/8"-20x 1 1/2" long				
74	7	MV-1768	Type U drive screws, No. 2x 3/8" long				
75	1	MV-1531	Quill, Timken bearing				
76	1	MV-1793	Socket head cap screw, 3/8"-16x 3/8" long				
77	1	MV-1502 A	Shaft for handwheel				
78	1	MV-1504	Collar				
79	1	MV-1503 A	Bearing for bev'd gear				
80	1	MV-1505	Dial, screw feed head				
81	1	MV-1468	Handwheel				
82	1	MV-1799	Tiger pin, No. 3 x 1 1/2" long				
83	1	MV-1835	Socket head set screw, 5/16"-18x 3/8" long				
84	1	MV-1790	No. 90 grease fittings				
85	2	MV-1500	Socket head cap screws, 3/8"-20x 1" long				
86	1	MV-1502	Timken bearing				
87	2	MV-1803	3/16" diameter brass balls				
88	1	MV-1818	Brass shoe, 3/16" diameter x 1/16" long				
89	1	MV-1797	No. 9 Woodruff key				
90	1	MV-1533	Quill nut				
91	1	MV-1822	Ball bearing				

Continuación del anexo 3.

Downloaded from ToolTrip.com



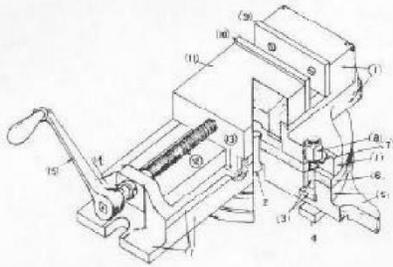
RAPID QUILL FEED HEAD ASSEMBLY

No.	Qty.	Part No.	Name of Part	No.	Qty.	Part No.	Name of Part	No.	Qty.	Part No.	Name of Part
1	1	MV-1536	Motor	69	1	MV-1660	Handle	1	1	MV-1660	Handle
2	1	MV-1530 A	Plate, spindle speeds, 1200 rpm motor	70	1	MV-1720	Grease fitting, No. 400	2	1	MV-1720	Type U drive screws, No. 2x 1/4"
2 A	1	MV-1530 B	Plate, spindle speeds, 900 rpm motor	71	7	MV-1768	Dowel pin, 3/8" x 3/4" long	3	1	MV-1834	Dowel pin, 3/8" x 3/4" long
3	2	MV-1761	Washers, 5/8" bolt	72	1	MV-1784	Socket head cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	4	1	MV-1696	Pointer, rapid quill feed
4	2	MV-1762	Washers, 5/8" bolt	73	2	MV-1784	Socket head cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	5	3	MV-1838	S.H. set screws, No. 10 - 24x 3/4" long
5	2	MV-1487	Flex nuts, 5/8" - 11	74	1	MV-1696	Pointer, rapid quill feed	6	1	MV-1843	Set screw, 5/8" - 14, cone point
6	2	MV-1798	Studs, motor housing	75	3	MV-1838	S.H. set screws, No. 10 - 24x 3/4" long	7	1	MV-1843	Set screw, 5/8" - 14, cone point
7	1	MV-1817	Socket head set screws, 3/8" - 20x 1/2" long	76	1	MV-1843	Set screw, 5/8" - 14, cone point	8	1	MV-1847	Dowel pin, 5/16" diameter x 1 1/4" long
8	1	MV-1817	Key, 3/16" x 3/4" x 2 1/2" long	77	1	MV-1847	Socket head cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	9	1	MV-1844	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
9	1	MV-1472	Bulley, motor	78	3	MV-1847	Socket head cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	10	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
10	1	MV-1467	Motor housing	79	2	MV-1844	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	11	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
11	1	MV-1513	"V" belt	80	2	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	12	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
12	1	MV-1462	Brad plate for motor	81	1	MV-1649	Cover, feed	13	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
13	1	MV-1771	S.H. set screws, 3/8" - 20x 1/4" long, cup pt.	82	1	MV-1649	Cover, feed	14	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
14	2	MV-1488	Clamp screws, guard	83	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	15	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
15	2	MV-1488	Clamp screws, guard	84	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	16	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
16	1	MV-1806	Wing nut and washer, 5/16" - 18	85	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	17	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
17	1	MV-1807	Wing nut and washer, 5/16" - 18x 3/4" long, dog pt.	86	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	18	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
18	1	MV-1807	Wing nut and washer, 5/16" - 18x 3/4" long, dog pt.	87	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	19	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
19	1	MV-1479	Brake lever	88	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	20	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
20	1	MV-1491	Handle for brake	89	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	21	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
21	1	MV-1811	Bolt guard	90	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	22	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
22	1	MV-1469	String, 5/8" O. D.	91	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	23	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
23	1	MV-1812	String, 5/8" O. D.	92	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	24	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
24	1	MV-1486	Pivot pin	93	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	25	2	MV-1805	Socket head cap screws, 3/8" - 16x 2" long
25	2	MV-1486	Pivot pin	94	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	26	4	MV-1809	Lock washers, 3/8" bolt
26	4	MV-1805	Socket head cap screws, 3/8" - 16x 2" long	95	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	27	4	MV-1809	Lock washers, 3/8" bolt
27	4	MV-1809	Lock washers, 3/8" bolt	96	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	28	1	MV-1824	Hex head cap screws, 3/8" - 16x 1" long
28	1	MV-1824	Hex head cap screws, 3/8" - 16x 1" long	97	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	29	1	MV-1473	Snap ring
29	1	MV-1473	Snap ring	98	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	30	1	MV-1478	Pulley, spindle
30	1	MV-1478	Pulley, spindle	99	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	31	2	U-12	Key, 3/4" x 3/4" x 2 1/2" long
31	2	U-12	Key, 3/4" x 3/4" x 2 1/2" long	100	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	32	2	MV-1478	Pulley sleeve nuts
32	2	MV-1478	Pulley sleeve nuts	101	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	33	2	MV-1815	S.H. set screws, No. 10 - 24x 3/4" long, dog pt.
33	2	MV-1815	S.H. set screws, No. 10 - 24x 3/4" long, dog pt.	102	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	34	3	MV-1814	S.H. set screws, No. 10 - 24x 1" long
34	3	MV-1814	S.H. set screws, No. 10 - 24x 1" long	103	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	35	1	U-10	Bushing in machine screws, No. 10 - 24x 1" long
35	1	U-10	Bushing in machine screws, No. 10 - 24x 1" long	104	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	36	1	U-9	Bushing in machine screws, No. 10 - 24x 3/4" long
36	1	U-9	Bushing in machine screws, No. 10 - 24x 3/4" long	105	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	37	1	U-9	Bushing in machine screws, No. 10 - 24x 3/4" long
37	1	U-9	Bushing in machine screws, No. 10 - 24x 3/4" long	106	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	38	1	MV-1461	Bearing cap
38	1	MV-1461	Bearing cap	107	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	39	1	MV-1493	Lead, milling
39	1	MV-1493	Lead, milling	108	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	40	1	MV-1492	Camp screw, quill lock
40	1	MV-1492	Camp screw, quill lock	109	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	41	1	M-151	Camp for quill
41	1	M-151	Camp for quill	110	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	42	1	M-151	Handle clamp
42	1	M-151	Handle clamp	111	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	43	1	M-151	Handle clamp
43	1	M-151	Handle clamp	112	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	44	1	M-151	Handle clamp
44	1	M-151	Handle clamp	113	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	45	1	M-151	Handle clamp
45	1	M-151	Handle clamp	114	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	46	1	M-151	Handle clamp
46	1	M-151	Handle clamp	115	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	47	1	M-151	Handle clamp
47	1	M-151	Handle clamp	116	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	48	1	M-151	Handle clamp
48	1	M-151	Handle clamp	117	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	49	1	M-151	Handle clamp
49	1	M-151	Handle clamp	118	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	50	1	M-151	Handle clamp
50	1	M-151	Handle clamp	119	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	51	1	M-151	Handle clamp
51	1	M-151	Handle clamp	120	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	52	1	M-151	Handle clamp
52	1	M-151	Handle clamp	121	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	53	1	M-151	Handle clamp
53	1	M-151	Handle clamp	122	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	54	1	M-151	Handle clamp
54	1	M-151	Handle clamp	123	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	55	1	M-151	Handle clamp
55	1	M-151	Handle clamp	124	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	56	1	M-151	Handle clamp
56	1	M-151	Handle clamp	125	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	57	1	M-151	Handle clamp
57	1	M-151	Handle clamp	126	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	58	1	M-151	Handle clamp
58	1	M-151	Handle clamp	127	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	59	1	M-151	Handle clamp
59	1	M-151	Handle clamp	128	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	60	1	M-151	Handle clamp
60	1	M-151	Handle clamp	129	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	61	1	M-151	Handle clamp
61	1	M-151	Handle clamp	130	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	62	1	M-151	Handle clamp
62	1	M-151	Handle clamp	131	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	63	1	M-151	Handle clamp
63	1	M-151	Handle clamp	132	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	64	1	M-151	Handle clamp
64	1	M-151	Handle clamp	133	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	65	1	M-151	Handle clamp
65	1	M-151	Handle clamp	134	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	66	2	MV-1819	Socket head cap screws, 3/8" - 20x 3/4" long
66	2	MV-1819	Socket head cap screws, 3/8" - 20x 3/4" long	135	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	67	1	MV-1662	Socket head cap screws, 3/8" - 20x 3/4" long
67	1	MV-1662	Socket head cap screws, 3/8" - 20x 3/4" long	136	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	68	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
68	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	137	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	69	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
69	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	138	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	70	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
70	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	139	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	71	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
71	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	140	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	72	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
72	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	141	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	73	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
73	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	142	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	74	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
74	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	143	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	75	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
75	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	144	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	76	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
76	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	145	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	77	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
77	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	146	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	78	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
78	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	147	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	79	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter
79	1	MV-1811	Plastic ball handle, 1 3/8" diameter	148	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	80	2	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
80	2	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	149	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	81	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
81	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	150	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	82	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
82	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	151	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	83	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
83	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	152	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	84	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
84	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	153	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	85	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
85	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	154	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	86	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
86	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long	155	1	MV-1651	No. 2 taper pin, 1" long	87	1	MV-1846	S.H. cap screws, 3/8" - 20x 1/2" long
87	1										

Continuación del anexo 3.

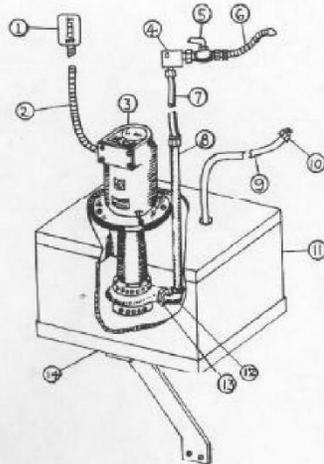
Downloaded from ToolTrip.com

VICE ASSEMBLY



No.	Qty.	Part No.	NAME OF PART
1	1	M-300	Vise Body
2	1	M-332	Swivel Plug
3	2	M-562	T-Bolt
4	2	M-308	Tongue Strip
5	1	M-330-S	Graduated Swivel Base
6	1	M-331	Swivel Plate
7	2	M-563	Washer (Hard.)
8	2	M-564	Nut
9	1	M-304	Body Jaw
10	1	M-305	Slide Jaw
11	1	M-900	Vise Slide
12	1	M-307	Vise Screw
13	2	M-301	Slide Clamp
14	1	M-544	Collar
15	1	MV-1510	Handle

COOLANT ATTACHMENT

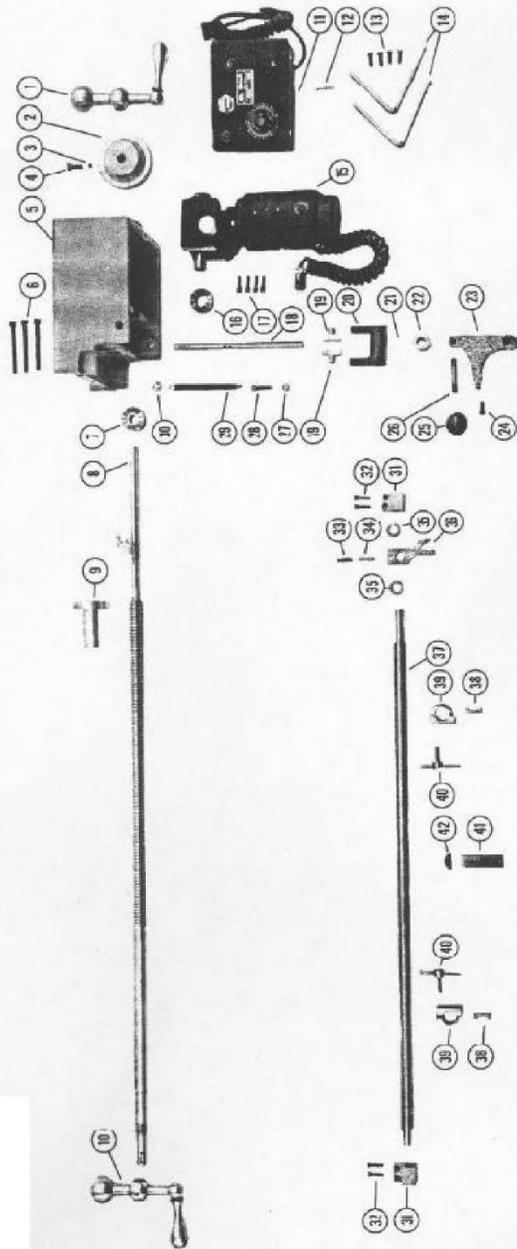


No.	Qty.	Part No.	NAME OF PART
1	1	MV-2464	Manual motor starter
2	1	MV-2465	Flex conduit (3/4" x 2')
3	1	M-250	Gusher pump (1 or 3 phase)
4	1	MV-2466	3/4" 90° Anchor block
5	1	MV-2467	3/4" Shut-off cock
6	1	MV-2468	Coolant spout
7	1	MV-2469	Hose
8	1	M-259	Nipple (3/8" x 11")
9	1	MV-2470	Hose - coolant return
10	1	MV-2471	Hose stem
11	1	MV-1674	Tank
12	1	M-258	Street elbow 90°
13	1	M-257-A	Reducing Bushing
14	1	MV-1670	Bracket pump tank

Continuación del anexo 3.

Downloaded from ToolTrip.com

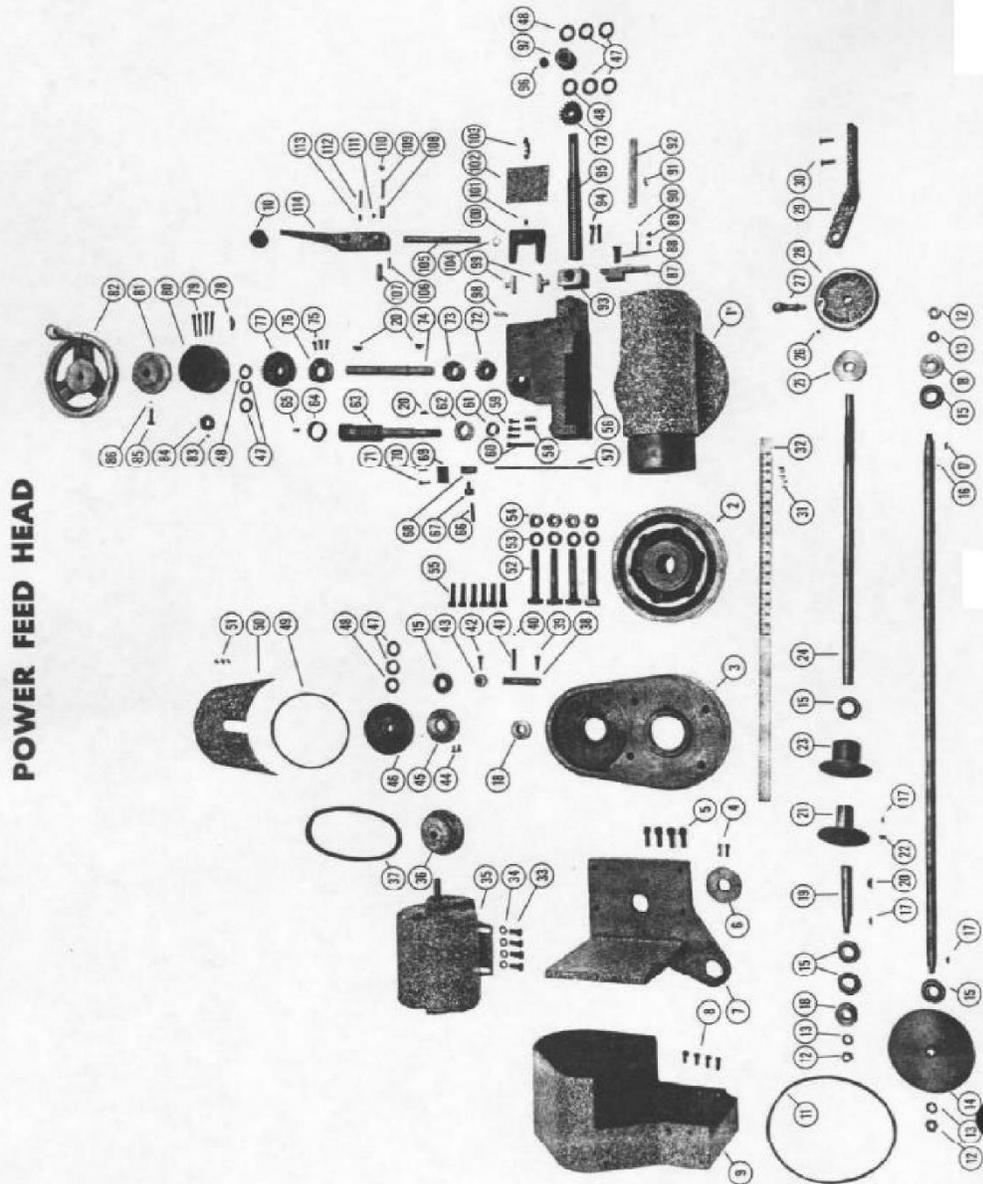
POWER FEED TABLE



No.	Qty.	Part No.	Name of Part	No.	Qty.	Part No.	Name of Part
1	1	MV-2185	Ball crank, 1/2" bore	22	1	MV-2267	Spacer
2	1	MV-2184	Dial	23	1	MV-2189	Shifter shaft
3	1	MV-1275	Beass ball, 3/8" dia.	24	1	MV-2458	Button Head Cap Screw 3/4"-20 x 3/4" Long
4	1	MV-1559	Thumb screw	25	1	MV-1811	Plastic ball 1 1/2" dia.
5	1	MV-2170	Bracket-table	26	1	MV-1491	Handle
6	3	MV-1773	Socket Head Cap Screws 5/16"-13 x 3" Long	27	1	MV-2462	Hex half nut 3/4"-20
7	1	MV-2173	Clutch sliding	28	1	MV-2425	Socket Head Cap Screw 3/4"-20 x 1 1/2" Long
8	1	MV-2171	Screw, 27° longitudinal feed	29	1	MV-2424	Spring, 1/2" dia. x 5/16"-18
9	1	MV-1482	Nut, longitudinal feed	30	1	MV-2453	Shifter shaft
10	1	MV-1597	Ball crank, 3/8" bore	31	2	MV-2186	Anchor block
11	1	MV-2455	Flange	32	2	MV-2452	Socket Head Cap Screw #10-24 x 3/4" Long
12	1	MV-2456	Flange	33	1	MV-2456	Spring
13	4	MV-2458	Button Head Cap Screw 3/4"-20 x 3/4" Long	34	1	D-120	Plunger
14	2	MV-2112	Control box bracket	35	2	MV-2457	Bronze thrust bearings
15	1	MV-2461	Gear motor	36	1	MV-2180	Trip lever
16	1	MV-2172	Clutch	37	1	MV-2182	Trip rod, 27" table
17	4	MV-2452	Socket Head Cap Screw #10-22 x 3/4" Long	38	2	MV-2181	Key
18	1	MV-2179	Shifter shaft	39	2	MV-2105	Dog
19	2	MV-2006	Shoe-shifter fork	40	1	MV-2180	Socket Head Cap Screw #10-24 x 3/4" Long
20	1	MV-2005	Shifter fork	41	1	MV-2183	Socket Head Cap Screw #10-24 x 3/4" Long
21	1	MV-1771	Socket Head Set Screw 3/4"-20 x 3/4" Long	42	1	MV-2463	Wrench key #15

Continuación del anexo 3.

Downloaded from ToolTrip.com

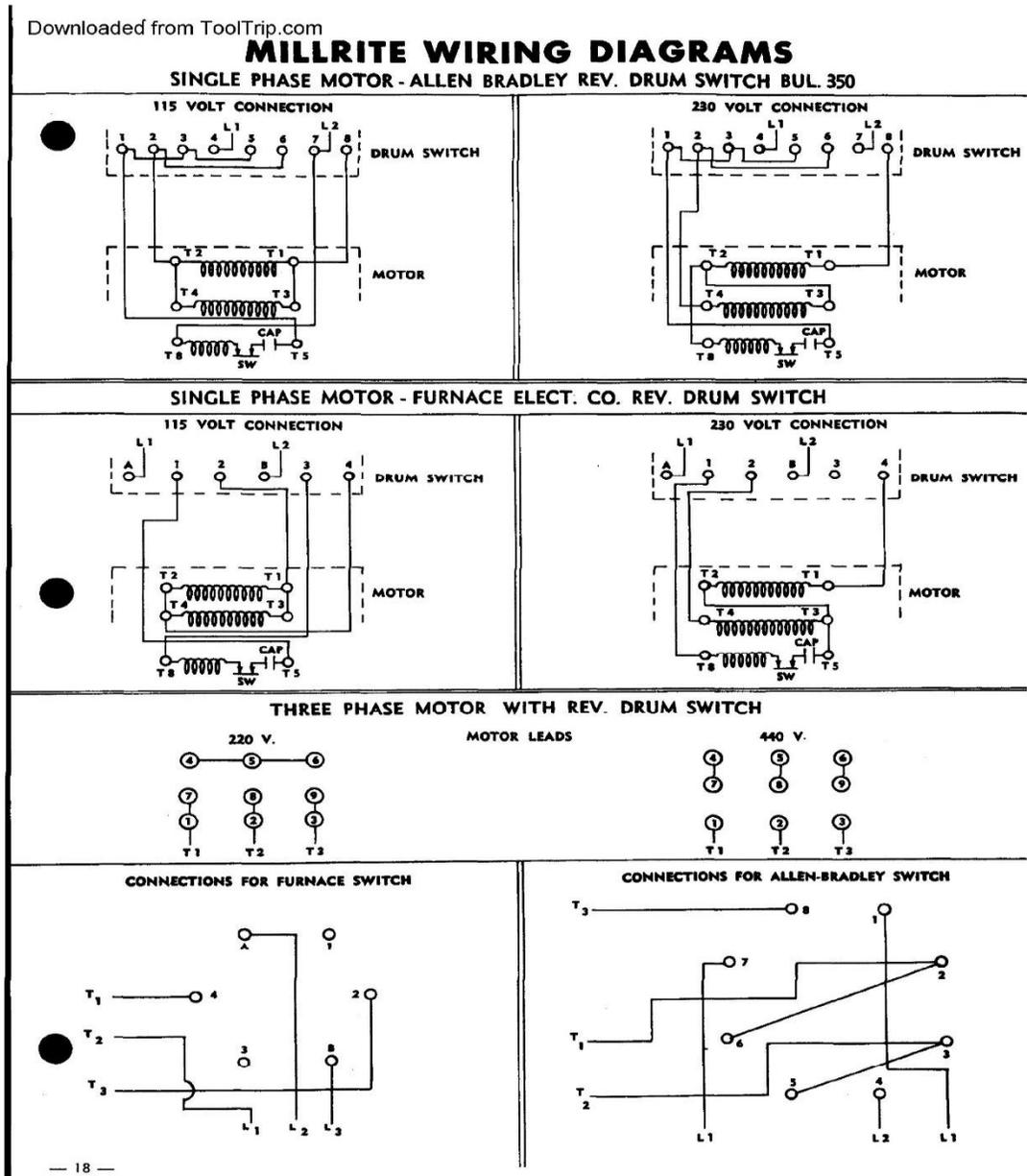


Continuación del anexo 3.

Downloaded from ToolTrip.com

No.	Part No.	Name of Part	No.	Qty.	Part No.	Name of Part
1	MV-1461	Head Milling	59	3	MV-1845	Socket Head Cap Screws $\frac{3}{8}$ "-20 x $\frac{3}{8}$ " Long
2	MV-1997	Swivel Plate	60	1	MV-1804	Socket Head Cap Screw $\frac{3}{8}$ "-20 x 1 $\frac{3}{8}$ " Long
3	MV-1986	Front Pulley Guard	61	1	QV-2063	Backnut
4	MV-2429	Soc. Head Cap Screw #10-24 x $\frac{3}{8}$ " Long	62	1	MV-2063	Worm
5	MV-1809	Soc. Head Cap Screw #16 x 1" Long	63	1	MV-1992	Bushing
6	MV-2012	Pilot Mounting Plate	65	1	MV-1770	No. 400 Grease Fitting
7	MV-2008A	Socket Head Cap Screw $\frac{3}{8}$ "-20 x $\frac{3}{8}$ " Long	66	1	MV-2443	Taper Pin #1 x $\frac{3}{8}$ " Long
8	MV-2047	Guard	67	1	MV-2037	Screw for Adj. Stop
9	MV-1811	Plastic Control Ball	68	1	MV-2035	Adj. Stop
10	MV-2168	"V" Belt	69	1	MV-2032	Bracket Upper
11	MV-2430	Hex. Jam Nuts #10-16	70	1	MV-2444	Roll Pin
12	MV-2431	Lock Washers $\frac{3}{8}$ "	71	1	MV-2445	Socket Head Cap Screw #10-24 x $\frac{1}{2}$ " Long
13	MV-1987	Pulley Rear	72	1	MV-1988	Spacers for Quill Feed
14	MV-2166	Ball Bearing	73	1	MV-1989	Clutch Sliding
15	MV-2009	Drive Shaft	74	3	MV-2445	Socket Head Cap Screws #10-24 x $\frac{1}{2}$ " Long
16	MV-2432	Woodruff Key #3	75	3	MV-2000	Clutch in Worm
17	MV-1989	Small Pulley	77	1	MV-1785	Worm Gear left Hand
18	MV-2051	Woodruff Key #9	78	1	MV-2446	No. 451 Grease Fitting 45° Angle
19	MV-2054	Fixed Pulley Half	79	4	MV-2041	Socket Head Cap Screws #10-24 x 1 $\frac{1}{2}$ " Long
20	MV-1798	Socket Head Set Screw $\frac{3}{8}$ "-20 x $\frac{3}{8}$ " Long	80	1	MV-1505	Socket Head Cap Screw #10-24 x 1 $\frac{1}{2}$ " Long
21	MV-2055	Movable Pulley Half	81	1	MV-1668	Dial, Screw Feed Head
22	MV-2049	Shaft Speed Selector	82	1	MV-1835	Handwheel
23	MV-2050	Lock Nut	83	1	MV-1804	Socket Head Set Screw $\frac{5}{16}$ "-18 x $\frac{1}{4}$ " Long
24	MV-1771	Soc. Head Set Screw $\frac{3}{8}$ "-20 x $\frac{3}{8}$ " Long	84	1	MV-1806	Top Hat Screw
25	MV-2433	Handwheel	85	1	MV-1803	3/16" Diameter Brass Ball
26	MV-2056	Bracket	86	1	MV-2042	Connector for Quill
27	MV-2434	Burton Head Cap Screws $\frac{1}{2}$ "-20 x $\frac{3}{8}$ " Long	87	1	MV-2447	Socket Head Cap Screw #16 x $\frac{3}{8}$ " Long
28	MV-1768	Drive Screws #2 x $\frac{3}{8}$ "	88	2	MV-2442	Burton Head Cap Screws #10-24 x $\frac{3}{8}$ " Long
29	MV-2435	Hex. Head Screws 5/16"-18 x $\frac{3}{8}$ " Long	89	2	MV-2058	Pointer—Power Feed Head
30	MV-2436	Hex. Head Screws 5/16"-18 x $\frac{3}{8}$ " Long	90	1	MV-1768	Type "U" Drive Screws, No. 2 x $\frac{3}{8}$ " Long
31	MV-2437	$\frac{3}{8}$ H. P. 1700 R. P. M. Motor	91	7	MV-1541	Scale Quill Travel
32	MV-2438	Variable Pulley Assembly	92	1	MV-1775	Nut, Quill Feed
33	MV-2439	"V" Belt	93	1	MV-1798	Socket Head Cap Screws $\frac{1}{2}$ "-20 x 1" Long
34	MV-2440	Idler Arm	94	2	MV-1694	Screw, Quill Feed
35	MV-2441	Shoulder Screws 10"-24 x $\frac{3}{8}$ " Long	95	1	MV-1802	Socket Head Set Screw #10-24 x $\frac{1}{2}$ " Long
36	MV-2442	Socket Head Set Screw #10-24 x $\frac{3}{8}$ " Long	96	1	MV-1500A	Cap Screw Quill Feed
37	MV-2443	Shoulder Screw #10-24 x $\frac{3}{8}$ " Long	97	1	MV-2451	Grease Fitting
38	MV-2444	Idler Pulley	98	1	MV-2006	Shoe Shifter Fork
39	MV-2445	Idler Pulley	99	2	MV-2005	Shifter Fork
40	MV-2446	Idler Pulley	100	1	MV-1798	Socket Head Cap Screw #10-24 x $\frac{3}{8}$ " Long
41	MV-2447	Idler Pulley	101	1	MV-2066	Burton Head Cap Screw #10-24 x $\frac{3}{8}$ " Long
42	MV-2448	Idler Pulley	102	4	MV-2442	Trussac Ring
43	MV-2449	Idler Pulley	103	4	MV-2448	Trussac Ring
44	MV-1988	Idler Pulley	104	1	MV-2004	Shifter Shaft
45	MV-1801	Thrust Races	105	1	MV-2444	Roll Pin Fixed in Head
46	MV-1800	Needle Thrust Bearing	106	1	MV-2065	Tripp Pin in Handle
47	MV-2057	Cover	107	1	MV-2066	Tripp Pin in Handle
48	MV-2057	Cover	108	1	MV-2449	Spacers
49	MV-2442	Burton Head Cap Screws #10-24 x $\frac{3}{8}$ " Long	109	1	MV-2157	Adj. Screw
50	MV-2048	Ter. Bolt $\frac{1}{2}$ " Bolt	110	1	MV-2450	Woodruff Key #2
51	MV-1766	Washers $\frac{1}{2}$ " Bolt	111	1	MV-2443	Taper Pin #1 x 1 $\frac{1}{2}$ " Long
52	MV-1766	Washers $\frac{1}{2}$ " Bolt	112	1	MV-1771	Socket Head Set Screw $\frac{3}{8}$ "-20 x $\frac{3}{8}$ " Long
53	MV-1766	Washers $\frac{1}{2}$ " Bolt	113	1	MV-2003A	Handle
54	MV-1767	Socket Head Cap Screws #10-24 x $\frac{3}{8}$ " Long	114	1		
55	MV-1763	Cover Head Feed				
56	MV-1985	Tripp Pin				
57	MV-1800	Tripp Pin				
58	MV-1846	Dowel Pin 5/16" Dia. x $\frac{3}{8}$ " Long				

Continuación del anexo 3.



Fuente: GONZÁLEZ, Michael. *Manual de instrucción de operación y mantenimiento de la máquina fresadora vertical Modelo MVN MILLRITE*. <http://nemes.org/Shaper%20Books/millrite-manual1.pdf>. Consulta: 17 de abril del 2020.

