



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

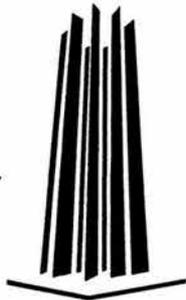
**“SISTEMAS DE MANUFACTURA APLICADAS
EN UN TALLER MECANICO INDUSTRIAL”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRISISTA
(AREA MECANICA)**

**P R E S E N T A :
BEATRIZ RODRIGUEZ GARCIA**

ASESOR: ING. JOSE JUAN RAMON MEJIA ROLDAN



MÉXICO

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**SISTEMAS DE MANUFACTURA
APLICADAS EN
UN TALLER MECÁNICO INDUSTRIAL**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN

BEATRIZ RODRIGUEZ GARCIA
Presente

Con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobado su tema de tesis y asesor.

TÍTULO:

"SISTEMAS DE MANUFACTURA APLICADAS EN UN TALLER MECÁNICO INDUSTRIAL"

ASESOR: Ing. JOSÉ JUAN RAMÓN MEJÍA ROLDÁN

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 14 de octubre de 2003.

LA DIRECTORA

ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ



C p Secretaria Académica
C p Jefatura de Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica
C p Asesor de Tesis

LTG/AIR/cm



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

TEMA DE TESIS

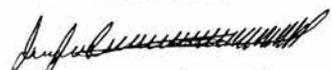
" SISTEMAS DE MANUFACTURA
APLICADAS EN UN TALLER
MECÁNICO INDUSTRIAL "

SECRETARÍA GENERAL
COORDINACIÓN DE LA
ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
UNIDAD DE RECEPCIÓN Y
EXPEDICIÓN DE DOCUMENTOS
DEPTO. DE EXÁMENES PROFS.

CIRCULAR

Por la presente comunico a ustedes que el día 13 de SEPTIEMBRE del 2004 a las 9:00 horas, tendrá lugar en la ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN, el examen profesional de RODRÍGUEZ GARCÍA BEATRIZ de la carrera de INGENIERA MECÁNICA ELECTRICISTA, con el siguiente jurado:


PRESIDENTE ING. RAÚL BARRÓN VERA


VOCAL ING. JOSÉ JUAN RAMÓN MEJÍA ROLDÁN


SECRETARIO ING. JUAN ANTONIO VILLANUEVA ORTEGA


SUPLENTE ING. ABEL VERDE CRUZ


SUPLENTE ING. JOSÉ LUIS ESTRADA GARCÍA

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

San Juan de Aragón, Edo. de Méx. a 2 DE AGOSTO DEL 2004.
JEFE DEL DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES


LIC. MA. TERESA LUNA SÁNCHEZ

*Mirar desde la altura, bajar al verde valle;
Dejar que el alma grite y hacer que el labio calle...*

*Aspirar la ternura que se abre a nuestros ojos;
Olvidar las tristezas y ponernos de hinojos.*

*Salvar las lejanías donde se duerme el río;
Ser sombra solitaria perdida en el vacío.*

*Saber que en el vacío nos reclama una voz,
Que todos los vacíos están llenos de Dios.*

*Y quedarnos estáticos, como si la mirada
Se llenara de todo donde no existe nada.*

*Forjar una quimera y encender un anhelo,
Y engalánar la vida con el azul del cielo...*

*Porque en cada latido de nuestro corazón
Hay un canto a la vida y un toque de oración.*

AGRADECIMIENTOS

A mis padres
María de los Ángeles García
Y *Félix Rodríguez*

A mi tía y a mi abuelita
Yolanda García y Catalina Robles

A mis hijos
Félix Adrián
Y *Axel Iván*

A mis hermanos y familia.
Rubén y Miriam,
Gabriel,
Félix Alejandro e Irlen

Agradezco a Dios por la fortaleza que me ha dado para poder realizar mis sueños que en toda mi vida he forjado.

Agradezco a mi mamita por todo el apoyo que me ha brindado junto con mi papá, ya que ellos han sido parte de esa fortaleza y nunca han permitido que me dé por vencida ante las adversidades de la vida. A mi tía Yolanda porque en ella siempre puedo encontrar un consejo, a mis hermanos Alejandro , Gabriel y Rubén porque no me han dejado sentir sola. A mis padrinos Eloisa y Juan quienes son un gran ejemplo como familia. A mi abuelita Catalina por los sabios consejos que la vida le ha regalado. A mis hijos por el tiempo que les he tomado. Y a toda mi familia en general, por todo el apoyo que he sentido.

También quiero agradecer a las personas que hoy se encuentran solo en nuestros corazones en especial a mi abuelito Félix Rodríguez R. (q.e.p.d.) porque nos enseñó a vivir en familia y porque por el seguimos viéndonos como familia, gracias a él mi padre me ha dado el mayor ejemplo en mi vida. Vivir por la familia.

Agradezco a la Universidad Autónoma de México, a mi asesor José Juan Ramón Mejía Roldan y mi profesor Sergio García por que ellos fortalecieron mis pasos para llegar a la culminación de una carrera académica y el comienzo de una carrera profesional en la vida. Y a todos mis profesores que he tenido en esta gran trayectoria por el tiempo que me han dedicado y por el esfuerzo tan merecido de su labor.

Agradezco también a todas las personas que me han enseñado a hacer lo que está bien y ha no hacer lo que no está bien.

CONTENIDO.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. SISTEMAS DE MANUFACTURA	
1.1 Concepto.....	8
1.2 Clasificación.....	8
1.2.1 Conformado primario.....	9
1.2.2 Conformado por deformación.....	10
1.2.3 Conformado por corte.....	10
1.2.4 Conformado por unión.....	11
1.2.5 Conformado por tratamientos.....	12
1.3 Procedimientos tecnológicos.....	13
1.3.1 Sin arranque de viruta.....	13
1.3.2 Con arranque de viruta.....	14
2. EL TALLER MECÁNICO	
2.1 Concepto.....	17
2.2 Tipos.....	18
2.3 Seguridad en el Taller.....	19
2.4 Procesos de trabajo (de banco).....	20
2.5 Herramientas principales de banco.....	22
2.5.1 Herramientas cortantes.	22
2.5.2 Herramientas no cortantes.....	27
3. MATERIALES EN LOS PROCESOS DE MECANIZADO	
3.1 Generalidades.....	32
3.2 Metales.....	33
3.3 Propiedades de los metales.....	33
3.3.1 Propiedades Mecánicas.....	34
3.3.2 Propiedades Químicas.....	35

3.3.3	Propiedades Físicas.....	35
3.3.4	Propiedades Tecnológicas.....	36
3.4	Hierro y Acero.....	37
3.4.1	Estructura del acero.....	40
3.4.2	Tratamiento térmico del acero.....	41

4. HERRAMIENTAS DE CORTE PARA METALES

4.1	Concepto.....	44
4.2	Clasificación.....	44
4.2.1	De acuerdo al número de filos.....	45
4.2.2	De acuerdo al material de fabricación.....	46
4.2.3	Por el tipo de movimiento de corte.....	46
4.2.4	Por el tipo de viruta que genera.....	47
4.2.5	Por el tipo de máquina en que se utiliza.....	47
4.3	Herramientas para el Torno.....	47
4.4	Herramientas para el Cepillo.....	52
4.5	Herramientas para la Fresadora.....	53
4.7	Herramientas para el Taladro.....	54
4.8	Fluidos de corte y técnicas de formado.....	55

5. MÁQUINAS HERRAMIENTA

5.1	Definición.....	59
5.2	Historia.....	59
5.3	Clasificación.....	61
5.4	Máquinas herramienta convencionales	64
5.4.1	Torno.....	65
5.4.2	Perfiladora.....	76
5.4.3	Cepilladora.....	76
5.4.4	Fresadora.....	86
5.4.5	Taladradora y perfiladora.....	94
5.4.6	Pulidora.....	105
5.4.7	Sierras.....	105
5.4.8	Esmeriladoras y rectificadoras.....	108
5.5	Máquinas no productoras de viruta.....	111
5.6	Máquinas herramienta no convencionales.....	115
5.6.1	Arco de plasma.....	115
5.6.2	Láser.....	115
5.6.3	Descarga eléctrica.....	117

5.6.4	Electroquímica.....	118
5.6.5	Ultrasónica.....	118
5.6.6	Haz de electrones.....	118
5.7	Elementos básicos.....	119
5.7.1	Estructura básica.....	119
5.7.2	Elementos de sujeción.....	122
5.7.3	Movimientos.....	124
5.7.4	Dispositivos para el trabajo manual.....	126
5.7.5	Cálculos de las velocidades de corte.....	128
5.7.6	Cálculos de las velocidades de transmisión.....	130
5.7.7	Mantenimiento.....	132

6. TALLER MECÁNICO EN ESTUDIO

6.1	Descripción de la zona.....	134
6.2	Taller Mecánico.....	135

CONCLUSIONES.....	146
--------------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA.....	149
--------------------------	------------

INTRODUCCIÓN.

INTRODUCCIÓN

La derivación de la palabra Manufactura refleja su significado original: hacer a mano. Sin embargo, hoy en día la manufactura se efectúa principalmente mediante maquinaria. La actividad de la cual dependen todas las ramas de la manufactura es la fabricación y el uso de maquinaria.

En algunas áreas, como la industria de las máquinas herramienta y la automotriz, la maquinaria es el producto final lo mismo que el medio de manufactura. En industrias como la textil y de muebles, la maquinaria es el medio de producción. En conjunto, los procesos que producen maquinaria y herrajes son básicos para todas las formas de industrias.

Para la selección de la mejor máquina o del proceso de fabricación para un problema dado se requiere de un amplio conocimiento de todos los métodos de fabricación existentes. Los factores a considerarse son el volumen de producción, calidad del producto terminado y las ventajas y limitaciones de diversos tipos de equipos capaces de hacer el mismo trabajo. No puede hacerse demasiado énfasis al hecho de que la pieza pueda generarse por varios métodos sino que este énfasis debe hacerse en el sentido de descubrir él o los procesos que no ofrecen ventajas económicas.

Los métodos de fabricación para el trabajo de los metales pueden clasificarse de acuerdo a los procesos de manufactura, varios de los cuales, con ciertas modificaciones, pueden aplicarse a la mayoría de los materiales no metálicos.

Al clasificar los procesos de manufactura se puede citar lo siguiente:

Entre los procesos que cambian la forma del material se encuentran: la fundición, la metalurgia de polvos, el procesado (moldeado) de plásticos, el formado en frío y en caliente, los procesos de masa, los procesos con lámina o placa.

Entre los procesos que provocan un desprendimiento de viruta para obtener la pieza dentro de las tolerancias indicadas se encuentran el maquinado convencional con arranque de viruta y el maquinado no convencional.

Entre los procesos para el ensamblado de los materiales se encuentran: la unión mecánica, ya sea por medio de pernos, remaches y adhesivos; y la unión por soldadura.

Entre los procesos para cambiar las propiedades de la pieza se encuentran: los tratamientos térmicos, los acabados superficiales y los trabajos en frío y en caliente.

Para la fabricación se requieren herramientas y máquinas que puedan producir tanto económicamente como con la precisión deseada. La economía depende en gran medida de la selección apropiada de la máquina o del proceso que generen un producto terminado satisfactorio. Esta selección se ve influida, en primer termino, por la cantidad de piezas a producirse.

Generalmente, existe una maquinaria apropiada a un problema de fabricación dado. Para la producción de lotes pequeños las máquinas de propósito generales (máquinas convencionales como el torno, la taladradora, la cepilladora, etc.) se justifican como el tipo de máquina más apropiado dado que son las más adaptables, representa un costo inicial bajo,

requieren menos mantenimiento y poseen la versatilidad para afrontar condiciones de cambio en el taller.

Por otra parte, las máquinas de propósitos especiales (máquinas no convencionales) deberán tomarse en cuenta para la fabricación de grandes lotes de un producto normalizado. Una máquina concebida y construida para un solo tipo de trabajo u operación, tal como el rectificado de un pistón o el rectificado plano de la cabeza de un cilindro, ejecutará el trabajo menor, más rápidamente, a un costo bajo y empleando a un operador semicalificado.

En el proyecto y manufactura de un producto, es esencial que el material y el método de fabricación sean compatibles. Los materiales difieren ampliamente en sus propiedades físicas, sus características de maquinabilidad, y su grado de conformación plástica en sus posibles índices de vida de servicio. Los materiales son de dos tipos básicos, los metálicos (ferrosos y no ferrosos), y los no metálicos (orgánicos e inorgánicos).

Pocos materiales usados en la industria existen como elementos naturales. Los metales, por ejemplo, tienen componentes inherentes tales como óxidos, sulfuros o carbonatos y deben someterse a un proceso de separación o de refinamiento antes de que sean utilizables. Una vez separadas estas impurezas, los materiales deben tomar una estructura atómica que sea estable a temperaturas ordinarias durante un tiempo prolongado.

En el trabajo de los metales, el hierro es tal vez el elemento natural más importante. El Hierro en estado puro tiene poco uso comercial, pero cuando se combina con ciertos elementos da lugar a varias aleaciones convirtiéndose en el

metal por excelencia de la ingeniería. Los metales no ferrosos incluyendo el cobre, estaño, zinc, níquel, magnesio, aluminio, plomo y otros, todos juegan un papel importante, pues cada uno tiene propiedades y usos específicos.

La mayoría de los productos metálicos tienen su origen en un lingote fundido obtenido a su vez en algún proceso de reducción o de refinamiento de mineral. El metal líquido se vacía en moldes de grafito o en moldes metálicos para que den lugar a lingotes de tamaño y forma convenientes para su trabajo posterior.

Por regla general las piezas requieren trabajarse por algunos de los siguientes métodos de maquinado, ya sea torneado, cepillado, taladrado, mandrilado, rimado, aserrado, brochado, fresado, rectificado, tallado de engranes y contorneado. Los métodos de maquinado no convencionales son ultrasónico, electro erosión, por arco eléctrico, maquinado por haz de láser, electroquímico, fresado químico, maquinado por chorro abrasivo, maquinado por haz de electrones, maquinado por arco de plasma.

En estos métodos de fabricación que se emplean en muchas piezas especificadas con tolerancias relativamente estrechas, el metal se desprende en forma de pequeñas virutas. Estas operaciones generalmente se llevan a cabo sobre máquinas herramienta que generalmente disponen de varias unidades motrices para provocar los movimientos necesarios en la herramienta y/ o la pieza. Estos movimientos generalmente son del tipo rotatorio y reciprocante.

Cuando la pieza es pequeña se utiliza el cepillo de codo que es una máquina reciprocante en la que la herramienta realiza el movimiento largo de ida y vuelta mientras la pieza

avanza transversalmente a cada golpe. Las máquinas de tipo rotatorio se ejemplifican con el torno, en el cual la pieza gira mientras la herramienta tiene un movimiento de avance rectilíneo. En el caso de las taladradoras es la herramienta la que gira.

En el maquinado ultrasónico y en el maquinado por arco eléctrico, el metal se desprende por la acción abrasiva de granos conducidos en un líquido que bombardea a alta velocidad la superficie a maquinar. La velocidad del chorro se produce por medio de un generador ultrasónico. La electro erosión y el maquinado por electrones se pueden usar para maquinar cualquier material conductor. El maquinado con láser consiste en una fuerte emisión de fotones que genera temperaturas extremadamente elevadas logrando maquinar o soldar los metales. El maquinado químico se consigue ya sea al atacar químicamente el metal o mediante una técnica de recubrimiento.

Todas las máquinas de mano y las máquinas herramienta pueden ser peligrosas, si se utilizan inadecuadamente. Trabajar con seguridad debe ser una de las primeras cosas que se debe de tener en cuenta, porque la manera segura es por lo general la manera correcta y la más eficiente. Una persona involucrada en un taller de maquinas herramienta debe aprender primero las reglas y precauciones de seguridad correspondientes a cada herramienta o máquina. Demasiados accidentes son producidos por hábitos de trabajo descuidados. Es más fácil y mucho más sensato desarrollar hábitos de trabajo seguros que sufrir las consecuencias de un accidente. La seguridad es deber y responsabilidad de todos.

CAPÍTULO

1

PROCESOS DE MANUFACTURA

1 PROCESOS DE MANUFACTURA

1.1 CONCEPTO

La palabra "**Manufactura**" significa hacer artículos y objetos a mano, pero hoy en día se dice que es hacer artículos y objetos por procesos industriales que se efectúan principalmente con maquinaria.

La manufactura se considera como una actividad interdisciplinaria debido a las diferentes áreas involucradas en la concepción y realización de un producto. Algunas de estas áreas son: ingeniería de materiales, mecánica de sólidos, química, transferencia de calor, diseño mecánico, ingeniería industrial, computación, automatización, control de calidad, etc.

Es claro que debe de existir una estrecha cooperación entre todas las disciplinas participantes para finalmente obtener un producto en el que el precio, la calidad y el tiempo de entrega sean satisfactorios.

Por ello el éxito de la actividad de manufactura depende, en mucho, del conocimiento que el ingeniero tenga del alcance y limitaciones de los procesos de manufactura y de los materiales de ingeniería.

1.2 CLASIFICACIÓN

Es posible dar una clasificación de los procesos de manufactura de acuerdo a sus características de conformado de material como sigue:

1.2.1 Conformado Primario

Procesos que cambian la forma del material. Este tipo de procesos se caracteriza por utilizar un material sin forma inicial y se divide en

- a) Fundición. Este proceso involucra la fusión del metal en el crisol, dentro de un horno, el cual se vacía en un molde que puede ser de metal, arena o material cerámico. La pieza así obtenida prácticamente ya no se sujeta a un *terminado*, solamente en algunas partes de ella que así lo requieran. Como ejemplos podemos mencionar: la fundición de lingotes, la fundición en moldes de arena, fundición centrífuga entre otras.
- b) Metalurgia de Polvos. Este proceso se emplea principalmente para la conformación de piezas a partir de material cerámico o de un metal de alto punto de fusión. El proceso consiste en obtener un polvo de la composición deseada por medio de algún proceso como puede ser por triturado. Después, se compacta el polvo dentro de un molde con la forma de la pieza deseada y finalmente se calienta la pieza (sinteriza) para que las partículas queden unidas firmemente.
- c) Procesado o Moldeo de Plásticos. En general podemos considerar que se cuenta con dos formas de procesar los polímeros o plásticos, siendo estas por calentamiento hasta que se logra la fusión del polímero entonces se emplean procesos de conformado como inyección, soplado, etc. Y la otra

es haciéndole reaccionar y vertiéndolo dentro de un molde antes de que se complete el curado.

1.2.2 Conformado por Deformación

En este tipo de conformado se hace uso de las propiedades que poseen algunos materiales de deformarse plásticamente. Esta deformación implica que el material cambia su forma sin cambiar su volumen o fundirse. Se puede dividir en dos tipos:

- a) Procesos en Masa. En este tipo de procesos se cambia el espesor o el diámetro del material, entre ellos se tienen la forja, la extrusión, estirado y rolado.
- b) Procesos con Lámina o Placa. Son procesos a los cuales se somete una lámina, cambiando poco o nada su espesor. Por ejemplo se tiene: corte, doblado, punzonado y embutido.

1.2.3 Conformado por Corte

En este tipo de procesos la forma que se quiere obtener se da por medio de la remoción de material. Entre estos podemos mencionar:

- a) Maquinado de un Filo: corte efectuado empleando un torno
- b) Maquinado de varios fillos: corte empleando una fresa o un taladro
- c) Maquinado Abrasivo: rectificado plano y cilíndrico

- d) Maquinados Especiales: Maquinado electro químico y por electro erosión, electrolítico, por descarga eléctrica.

Los procesos que provocan un desprendimiento de viruta para obtener las piezas dentro de las tolerancias indicadas son:

- a) Maquinados convencionales con arranque de viruta.
- b) Maquinados no convencionales.

1.2.4 Conformado por unión

Los procesos para el ensamblado de los materiales.

El conformado de una pieza se lleva a cabo por la unión de varias partes. Se divide en dos tipos:

- a) Unión Mecánica. Esta unión se da por medio de tornillos, pernos, remaches, y adhesivos.
- b) Unión por Soldadura. Se emplean los diversos tipos de procesos de soldadura para conformar la pieza como son

- La soldadura por gas o con soplete utiliza el calor de la combustión de un gas o una mezcla gaseosa, que se aplica a las superficies de las piezas y a la varilla de metal de aportación. Este sistema tiene la ventaja de ser portátil ya que no necesita conectarse a la corriente eléctrica. Según la mezcla gaseosa utilizada se distingue entre soldadura oxiacetilénica (oxígeno / acetileno) y oxhídricas (oxígeno / hidrógeno), entre otras.

- Soldadura por arco. Los procedimientos de soldadura por arco son los más utilizados, sobre todo para soldar acero, y requieren el uso de corriente eléctrica. Esta corriente se utiliza para crear un arco eléctrico entre uno o varios electrodos aplicados a la pieza, lo que genera el calor suficiente para fundir el metal y crear la unión.

- Soldadura por resistencia. Este tipo de soldadura se realiza por el calentamiento que experimentan los metales debido a su resistencia al flujo de una corriente eléctrica. Los electrodos se aplican a los extremos de las piezas, se colocan juntas a presión y se hace pasar por ellas una corriente eléctrica intensa durante un instante. La zona de unión de las dos piezas, como es la que mayor resistencia eléctrica ofrece, se calienta y funde los metales. Este procedimiento se utiliza mucho en la industria para la fabricación de láminas y alambres de metal, y se adapta muy bien a la automatización.

1.2.5 Conformado por Tratamiento.

Los procesos para cambiar las propiedades de la pieza. Este tipo de conformado por tratamiento cambia las propiedades de la pieza mas no su forma. Entre estos se encuentran:

- a) **Tratamientos térmicos** En general un tratamiento térmico consiste en un proceso de calentamiento hasta una temperatura dada, mantenimiento de la pieza a esa temperatura durante un cierto tiempo y un procesamiento de enfriamiento a una velocidad determinada y dentro de un medio seleccionado. En general podemos considerar tres tipos de tratamiento térmico: Recocido, Temple y Revenido.

- b) **Acabados Superficiales.** Estos procesos consisten en la aplicación sobre la superficie de la pieza de un recubrimiento, el cual tiene la finalidad de proporcionar a la superficie de la pieza una mejor apariencia y una mayor resistencia al medio ambiente en que se encuentra trabajando. Se puede mencionar la Pintura y el Cromado.

1.3 PROCEDIMIENTOS TECNOLÓGICOS

Es sabido que un elemento perteneciente a un conjunto mecánico (sea este motor o máquina) debe tener una forma y una función bien definida. Inicialmente dicho elemento tiene una forma todavía basta, que puede ser lingote, fundición, barra, estampado etc. El elemento en estado indefinido debe ser transformado gradualmente con una serie de procedimientos tecnológicos a fin de obtener una forma final.

Estos procedimientos tecnológicos se pueden obtener por:

- 1) Sin arranque de viruta donde se emplean los procedimientos de:
 - a) Laminado
 - b) Trefilado

c) Fusión

- Fundición en tierra
- Fundición en coquilla metálica
- Fundición en coquilla de resina
- Fundición inyectada
- Micro fusión

d) Forja.

e) Estampado en caliente

f) Extrusión en caliente o en frío

g) Sinterización

2) Con arranque de viruta donde se emplean los procedimientos de

a) Torneado.

b) Taladrado o agujerado.

c) Escariado, mandrinado

d) Cepillado o limado

e) Mortajado.

f) Brochado.

g) Fresado.

h) Aserrado o tronzado

i) Rectificado.

j) Bruñido o lapidado.

Por medio de la conformación con arranque de viruta se consigue generalmente una mayor exactitud de forma, mejor calidad superficial que por los procedimientos que no llevan arranque de viruta.

En el caso de arranque de viruta realizado por medio de máquinas, los movimientos necesarios de las herramientas o de la pieza se realizan guiados y obligados por la máquina.

Por medio de máquinas se fabrican piezas de formas cilíndricas o planas y piezas provistas de roscas, así como ruedas dentadas y piezas de cualquier otra forma.

La conveniencia de elegir un procedimiento u otro esta en relación con la forma del elemento que se desee realizar, a la calidad del material, a la naturaleza de la superficie, etc.

La sucesión ordenada de tales transformaciones se llama ciclo de fabricación. Este ciclo debe desarrollarse con un cierto método con relación a diversos coeficientes que imponen también la elección del tipo de máquina herramienta. Aquí se ocupara de máquinas que tienen la misión de transformar los elementos mediante producción de viruta.

Todas estas máquinas trabajan con una herramienta, razón por la cual se llaman máquinas herramienta, distinguiéndose los tornos, las máquinas de taladrar, los de cepillar, las de fresar, las de rectificar, etc. Según la clase de máquina por medio de la cual se fabrique la pieza se hablara de piezas torneadas, piezas fresadas, piezas rectificadas, piezas cepilladas, etc.

Así, se partirá de la base de tener a nuestra disposición el material en bruto, preparado en barras, chapas, lingotes, varillas, tubos, piezas estampadas, etc.

CAPÍTULO
2

EL TALLER MECÁNICO

2

EL TALLER MECÁNICO

2.1 CONCEPTO.

El maquinado es fundamentalmente un proceso de conformado de los materiales mediante el uso de herramientas de corte. El material se desprende en pequeños trozos o rebanadas para descubrir el tamaño y la forma final de la pieza de trabajo. Esto puede hacerse por contacto directo del material de la herramienta de corte que es más duro que el material de la pieza de trabajo.

El maquinado puede lograrse también por otros medios. Se pueden cortar grandes trozos por diversos procesos de corte a sierra. También puede eliminar el material utilizando un arco eléctrico o por procedimientos electroquímicos y de sonido ultrasónico. Sin embargo, gran parte del maquinado se efectúa por contacto de una herramienta de corte. Con frecuencia estas herramientas se impulsan a motor, y así se hace el maquinado por medio de una herramienta o de una máquina herramienta accionada por motor. Existen muchos tipos de máquina herramienta y se agrupan generalmente en lo que se conoce como un taller mecánico o de máquinas.

Los talleres mecánicos varían mucho en cuanto a tamaño y tipos de trabajo que en ellos se efectúan. Un taller de máquinas puede tener muchos tipos de máquinas-herramienta y pueden producir en él muchos tipos diferentes de productos. Se puede decir que casi cada composición mecánica de las que se disfruta en la actualidad tuvo su comienzo como un modelo que se construyó en un taller de máquinas.

2.2 TIPOS.

Los tres tipos más comunes de talleres son:

El taller de mantenimiento. Por lo general está relacionado con una planta manufacturera, aserradero o fundición. Generalmente se fabrica y se reemplazan piezas para todo tipo de preparaciones de maquinaria, herramientas de corte y maquinaria de producción. La persona que trabaja en este tipo de taller debe ser capaz de operar todas las máquinas herramientas y estar familiarizado con operaciones de banco como son el trazado, el ajuste y el ensamble.

El taller de producción. Puede estar relacionado con una fábrica o una planta grande, que fabrique muchos tipos de piezas maquinadas idénticas, como poleas, ejes, cojinetes, motores y piezas de lámina. La persona que trabaja en un taller de este tipo opera generalmente un tipo de máquina herramienta y a menudo produce piezas idénticas.

El taller de herramientas. Generalmente esta equipado con una variedad de máquinas herramienta estándar y quizás algunas máquinas de producción, como el torno revolver y las prensas troqueladoras. A este taller se le puede pedir que realice una gran variedad de tareas, generalmente bajo contrato con otras empresas. Este trabajo puede incluir la producción de dispositivos, aditamentos, troqueles, moldes, herramientas o lotes pequeños de piezas especiales.

La persona que trabaja en un taller de este tipo es por lo general un mecánico, herramentista o matricero calificado y se requiere que opere todo tipo de máquinas herramienta y equipo de medición.

2.3 SEGURIDAD EN EL TALLER

La seguridad en un taller de maquinado puede dividirse en dos clases generales:

1. Aquellas prácticas que evitarán daños a los trabajadores.
- 2 Las acciones que han de evitar daños a máquinas y equipo.

Cuando se consideran estas categorías, se deben tomar en cuenta el aseo personal, la limpieza adecuada del lugar (incluyendo el mantenimiento de la máquina), prácticas de taller seguras y la prevención de incendios.

En la seguridad habrá que considerar:

1) Recomendaciones para el operador:

- Responsabilidad.
- Uso de gafas o anteojos de seguridad.
- No usar ropa suelta o floja junto a la maquinaria (como corbatas).
- Uso del calzado adecuado.
- No usar anillos, relojes o pulseras.
- No usar cabello largo.
- No jugar en el taller.
- No usar aire comprimido para limpiar la ropa, herramientas o las máquinas.

2) Orden y limpieza

- Mantener el piso libre de herramientas o materiales alrededor de una máquina.
- Mantener el piso libre de grasa o aceite.

- Barrer con frecuencia las virutas del material que caen al piso.
- Mantener limpias siempre las máquinas.
- No poner herramientas o materiales en la mesa de las máquinas.
- Detener siempre la máquina antes de limpiarla.

3) Manejo adecuado de herramientas y materiales

- Eliminar las rebabas y bordes agudos de las piezas de trabajo.
- No manejar herramientas de corte con la mano desnuda.
- Usar técnicas adecuadas para levantar herramientas o materiales (para evitar lesiones en la espalda)

4) Operación de las máquinas herramienta

- Nunca operar una máquina que no se conozca su operación, sus partes y la forma de detenerla rápidamente.
- Comprobar que la máquina cuenta con todos sus protectores o guardas de seguridad.
- Mantener las manos alejadas de las piezas cuando estas se encuentren en movimiento.
- Siempre detenga la máquina antes de limpiarla.

2.4 PROCESOS DE TRABAJO DE BANCO

Las operaciones en un taller mecánico se pueden dividir en dos categorías que son operaciones con herramientas de mano y operaciones con máquinas herramienta.

Así de importante es el trabajo de las máquinas herramienta como las herramientas de mano o trabajo de banco. Este último consiste en operaciones de trazo, ajuste y ensamble.

Es aplicable cuando se requieren los procesos manuales de:

- Ajuste
- Marcado (troqueles)
- Acabado
- Afilado
- Formado

Algunos procesos del trabajo de banco son:

- Corte de metales: Aserrado, Limado, Raspado, Machueleado, Escareado, Brochado.
- Acabado de metales
- Abocardado de metales
- Roscado

Para ello se utilizan:

1. Sierras o seguetas
2. Limas
3. Machuelos y tarrajas
4. Rimas para escariado
5. Brochas para terminados
6. Equipo diverso

El trabajo en banco se caracteriza porque las piezas obtenidas son únicas, su tiempo de elaboración es muy grande; en comparación con las que son elaborados con máquinas y por sus dimensiones poco precisas.

2.5 HERRAMIENTAS PRINCIPALES DE BANCO

Las herramientas manuales pueden dividirse en dos clases: herramientas cortantes y herramientas no cortantes.

- a) Entre las herramientas cortantes está la sierra de mano adecuada para cortar o aserrar una variedad de materiales; una variedad de limas para llevar a cabo una diversidad de operaciones de limado; limas rotativas, fresas limadoras y raspadores; machuelos y terrajas (dados) para corte de roscas.
- b) Entre las herramientas no cortantes se incluyen las prensas de banco, martillos, destornilladores, llaves de tuercas y pinzas que se utilizan básicamente para sostener, ensamblar o desarmar las piezas.

2.5.1 HERRAMIENTAS CORTANTES

a. SIERRAS (SEGUETAS)

La sierra de arco o segueta esta compuesta de tres partes principales: el arco, el mango y la hoja. El arco puede ser fijo o ajustable. El arco fijo es más rígido y solo se ajustará a hojas de segueta de una longitud específica. El bastidor o arco ajustable es de uso más común y aceptara hojas con un largo de 10 a 12 pulgadas (250 a 300 mm). Una tuerca de mariposa en la parte trasera del arco permite el ajuste de la tensión en la hoja dentada.

Las hojas para segueta se fabrican de acero de aleación de molibdeno o tungsteno para alta velocidad, templado y revenido. Existen dos tipos de hoja, la hoja rígida y la hoja flexible.

Las hojas se fabrican con diferentes pasos (dientes por pulgada) en el filo dentado como de 14,18,24 y 32. El paso es el factor más importante a considerar al seleccionar la hoja adecuada para un trabajo. Se recomienda una hoja de 18 dientes (por pulgada) para el uso general.

b. LIMAS.

Una lima es una herramienta de corte manual por frotamiento o roce áspero, fabricada de acero al alto carbono, con un conjunto de dientes para corte formados en ella por cortes paralelos de cincel. Las limas se utilizan para eliminar metal sobrante y para producir superficies terminadas. Hay dos clases:

1. Las limas de rayado simple (Musas) que tienen una sola fila de dientes paralelos, cortados diagonalmente en su superficie entre las que se encuentran las limas de fresado, de torneado y de aserrado. Se utilizan cuando se necesita un terminado liso o cuando ha de darse acabado a materiales duros.

2. Las limas de rayado doble que tienen dos filas de dientes cruzadas. El primer rayado por lo general es más basto y se llama primer tallado, el otro se denomina segundo tallado. Estos rayados entrecruzados producen cientos de dientes cortantes, que permiten la eliminación rápida de metal por el roce y una fácil eliminación de las limaduras o virutas.

Tanto las limas de rayado simple como las de rayado doble se fabrican en varios grados de rugosidad y se denominan como basta, semibasta, bastarda, semifina, fina y fina suave. Las más utilizadas por el mecánico son las de rugosidad bastarda, semifina y fina.

Su grado de aspereza se indica con los números del 00 al 8 (00 es la más áspera)

Las formas de las limas son planas para fresado, plana, plana de mano, plana acortada, cuadrada, redonda, triangular, mediaca A, redondeada, ovalada de cerrajero triangular achatada, de cuchillo.

c. RASPADORES.

El raspado es la acción de eliminar pequeñas cantidades de metal de áreas específicas, para producir una superficie de apoyo precisa. Se emplea para producir superficies planas o para ajustar cojinetes de latón. Los raspadores se hacen de varias formas, dependiendo de la superficie a raspar. Generalmente están fabricados con acero para herramientas de alto grado, templado y revenido. Los raspadores de punta de carburo son muy comunes, porque conservan el borde cortante más tiempo que otros tipos.

d. MACHUELOS (CORTE DE ROSCAS)

Los machuelos son herramientas manuales de corte que sirven para formar roscas internas. Están fabricados de acero para herramientas de alta calidad, templados y rectificadas. Tienen dos, tres o cuatro ranuras o canales a lo largo de la espiga y a través de su roscado, para formar bordes cortantes, dar espacio para la viruta y permitir que el líquido de corte lubrique la pieza.

Existen machuelos:

- De mano (herramientas para el corte de roscas internas), los que pueden ser de tres o cuatro hilos.
- Ahusados desde seis roscas para empezar el corte de la rosca en barrenos ciegos.
- Paralelos. Solo tienen conicidad en tres roscas.
- Cilíndricos. No tienen conicidad, sino solo un bisel (chaflán) en el extremo de la rosca (roscado de agujeros ciegos)

Los machuelos pueden ser para roscas en:

- a. Pulgadas (sistema inglés 1/2-13NC), es decir, 1/2" mayor diámetro, 13 hilos NC (National Coarse)
- b. Milímetros (sistema métrico M25 X 0.45), es decir, rosca métrica de 2.5 mm de diámetro, 0.45 de paso de rosca.

Para el diámetro de la broca al hacer un machuelo por lo regular se utilizan tablas, sin embargo existe una fórmula para calcularlo:

Para roscas en pulgadas

$$T.D.S. = D - 1/N$$

En donde

T.D.S. = Medida del agujero para el machuelo.

D = Diámetro mayor del machuelo

N = Número de hilos por pulgada

Para roscas en milímetros

$$T.D.S = D - P$$

En donde

P = Paso de la rosca

e. **TERRAJAS (DADOS)**

Las terrajas o los dados son herramientas manuales de corte que se utilizan para formar roscas externas en piezas redondas. Los dados o matrices más comunes son el dado macizo, el seccionado ajustable, y el de placa guía con rosca, ajustable o removible.

f. **RIMAS**

El rimado es el procedimiento para dar el tamaño exacto a un barreno y producir un buen acabado.

Existen rimas:

- Fijas
- De expansión
- Ajustables
- Cónicas

g. **BROCHAS.**

El brochado es un procedimiento para producir formas especiales en el metal. Las formas son diversas, siendo estas de acuerdo a la forma de la brocha. Las más comunes son:

- Cuadradas
- Redondas
- Triangulares
- Rombo
- Oval
- Doble joroba

h. PULIDORES

El pulido es un proceso de abrasión, utilizado para eliminar muy pequeñas cantidades de metal de una superficie que debe ser plana, con precisión a un tamaño, y cabalmente lisa. Para el pulido se emplean abrasivos tanto naturales como artificiales.

El polvo de esmeril y polvos finos de carburo de silicio o de óxido de aluminio, se usan extensamente. Los abrasivos aplicados para el pulido basto no deben ser mas gruesos que los de malla 150; los polvos finos utilizados para el acabado son de hasta malla 600. Para trabajo fino, se utiliza polvo de diamante, por lo general en pasta.

2.5.2 HERRAMIENTAS NO CORTANTES.

a. PRENSAS DE BANCO

La prensa o tornillo de banco se utiliza para sostener piezas pequeñas para operaciones de aserrado, corte con cincel, limado, pulido, taladrado, escareado o machueleado. Las prensas se montan cerca del borde del banco y permiten que se sostengan piezas largas en posición vertical. Pueden fabricarse de hierro fundido o de acero fundido.

El tamaño de la prensa queda determinado por el ancho de sus quijadas.

Una prensa de banco puede ser del tipo de apoyo fijo o del apoyo giratorio. La prensa giratoria difiere de la del tipo fijo en que tiene una placa móvil sujeta a la parte inferior del cuerpo de la prensa. Esta placa permite que la prensa sea girada a cualquier ángulo horizontal. Para sujetar trabajos terminados o de material suave se utilizan cubiertas para quijadas hechas de latón, a fin de proteger la superficie de la pieza contra raspones y otros daños.

b. MARTILLOS

El mecánico utiliza muchas clases de martillos, siendo él más común el martillo de bola. En su cabeza, la superficie de impacto más grande se llama cara, y en el otro extremo, más corto y redondo, está la bola o peña.

Los martillos de bola se fabrican en una gran variedad de tamaño, con cabezas que pesan desde aproximadamente 2 onzas hasta 3 libras (55 a 1400 gramos). Los tamaños más pequeños sirven para trabajos de trazo, y los mayores para trabajo de tipo general. La bola se utiliza generalmente para trabajos de remachado o martillado.

Los martillos de cabeza suave tienen cabezas hechas de plástico, cuero, cobre o plomo. Tales cabezas están sujetas a un cuerpo de acero y pueden remplazarse cuando se desgastan. Los martillos con cabezas de extremos suaves se utilizan en los ensambles y desarmado de piezas, para que no se dañe o marque en la superficie acabada del objeto.

Los martillos de plomo suelen emplearse a fin de asentar una pieza sobre barras paralelas cuando se ajusta la pieza en una prensa para operaciones de maquinado.

c. DESTORNILLADORES

Los destornilladores se fabrican en una amplia variedad de formas, tipos y tamaños. Las dos clases más comunes utilizadas en un taller de maquinado son el estándar o de punta plana y el de punta de cruz o Phillis. Ambas clases se fabrican en varios tamaños y estilos, como el de espiga estándar, el de espiga corta y el acodado.

d. LLAVES DE TUERCAS Y ESPECIALES.

En el trabajo de taller de maquinado se utilizan muchas clases de llaves de tuercas, cada una adecuada a un propósito o empleo específico. El nombre de la llave se deriva de su uso, forma o fabricación. Las siguientes clases de llaves de tuerca son las empleadas comúnmente: llaves comunes o de boca fija, llaves comunes (o españolas), llaves de tuercas con estrías, llaves de tuercas con casquillo, llaves de tuercas ajustables, llaves Allen, llaves de gancho o de nariz, llaves de gancho de punta movable.

e. PINZAS Y ALICATES.

Las pinzas son útiles para sujetar y sostener apretando piezas pequeñas para ciertas operaciones de maquinado (como el taladrado de agujeros o perforaciones pequeñas), o cuando se ensamblan pieza.

Las pinzas llamadas también alicates se fabrican en muchos estilos y tamaños, y sus nombres se derivan de su forma, función o construcción. Los siguientes tipos de pinzas son de uso comunes un taller de maquinado: Las pinza de combinación o de mecánico, las pinzas de corte lateral, las pinzas de punta, las pinzas de corte diagonal, las pinzas de seguridad.

CAPÍTULO
3

**MATERIALES EN LOS PROCESOS
DE MECANIZADO**

3 MATERIALES EN LOS PROCESOS DE MECANIZADO.

3.1 GENERALIDADES

La manufactura se basa en los materiales. La manufactura de productos, artículos, objetos, etc., de uso en la industria, en el hogar, arte, etc., requiere de la producción de diversos tipos de materiales como son:

Los metales, Los Polímeros, Los cerámicos, Los compuestos.

Cada uno de estos grupos posee sus propios métodos de obtención y producción, así como propiedades y características de manufactura que hace que no todos los materiales, de los cuatro grupos anteriores, pueden ser susceptibles de manufacturarse por los mismos métodos. Es importante tener presente que la división en cada uno de estos grupos se basa principalmente en su estructura microscópica, su comportamiento mecánico, sus procesos de conformado, etc.

La materia prima para fabricar cualquier parte de máquina, o a la máquina misma, tiene tal diversidad de propiedades que aún considerando el costo, casi siempre es difícil decidir sobre el material más idóneo para un trabajo determinado.

Un material podrá tener mayor resistencia a los esfuerzos, otro mejores propiedades para resistir la corrosión, y todavía otro podrá ser más económico. Así que la manufactura se basa en los materiales; siendo que en los dispositivos mecánicos su principal material de elaboración son los metales.

3.2 METALES

En los procesos de mecanizado los metales son los materiales principales para los dispositivos mecánicos porque proporcionan un balance óptimo de resistencia, ductilidad, dureza, resiliencia, resistencia a la fatiga, estabilidad dimensional, resistencia al desgaste, apariencia y economía para la mayoría de las aplicaciones.

Los metales poseen un brillo característico, son buenos conductores del calor y la electricidad, ofrecen una elevada resistencia mecánica, gran plasticidad y se combinan con el oxígeno formando óxidos.

Los metales son uno de los elementos más comunes de la naturaleza. El hierro, el cobre y el aluminio son algunos ejemplos. Una aleación es una mezcla de dos o más metales. Usualmente consiste de un metal de base (la parte mayor de la aleación) y una cantidad menor de otros metales. El latón, por ejemplo, es una aleación de cobre (el metal de base) y cinc.

El acero es una aleación de hierro y carbono. En el taller mecánico, los metales y sus aleaciones reciben comúnmente el nombre de metales. Los metales se dividen en dos grupos:

- a. Los ferrosos los cuales contienen un gran porcentaje de hierro
- b. Los no ferrosos que no contienen hierro.

3.3 PROPIEDADES DE LOS METALES

Las características más importantes del metal son sus propiedades mecánicas, físicas, químicas y tecnológicas.

3.3.1 PROPIEDADES MECÁNICAS

Las propiedades mecánicas son las respuestas características de un material a las fuerzas aplicadas, es decir, expresan el comportamiento de los metales frente a esfuerzos o cargas que tienden a alterar su forma. Estas propiedades caen dentro de cinco amplias categorías:

- a) La resistencia que es la habilidad de un material para resistir fuerzas aplicadas, es la capacidad de soportar una fuerza externa. Las vigas de los puentes y las de los edificios, así como los cables de los elevadores deben tener esta propiedad.
- b) La dureza que es la habilidad de un material para resistir abrasión y la penetración. Expresa el grado de deformación permanente que sufre un metal bajo la acción directa de una carga determinada. Las herramientas de corte, las limas y las brocas deben resistir la abrasión o desgaste. Las placas de blindaje, la maquinaria trituradora y los rodillos para los trenes de laminación de la cera deben resistir la penetración.
- c) La elasticidad que es la habilidad de regresar a la forma original. Los muelles de los automóviles y todos los resortes deben tener esta cualidad.
- d) La ductilidad que es la capacidad de soportar cambios de forma permanentes sin romperse. Es la aptitud para la deformación de un metal en forma de hilo. Las modernas carrocerías y guardafangos de los automóviles, máquinas lavadoras y otros productos troquelados y conformados deben tener esta propiedad.

- e) La tenacidad que es la facultad para absorber energía aplicada en forma mecánica. La resistencia y la ductilidad determinan la tenacidad de un material. La tenacidad es necesaria en los carros de ferrocarril, ejes de automóviles, martillos, rieles y productos similares.

3.3.2 PROPIEDADES QUÍMICAS.

Las propiedades químicas de un metal más importantes se refieren a la resistencia que oponen los materiales frente a las acciones químicas y atmosféricas, que son:

- a) La oxidación que es el efecto producido por el oxígeno en la superficie del metal y se acentúa al aumentar la temperatura.
- b) La corrosión que es el deterioro lento y progresivo de un metal por un agente exterior.

La temperatura de fusión de un metal se encuentra también dentro de esta categoría. Las propiedades químicas determinan con frecuencia la adaptabilidad de un metal para un propósito especial.

3.3.3 PROPIEDADES FÍSICAS.

Son aquellas que no son afectadas mediante fuerzas externas como el color, la densidad, la conductividad o la temperatura de fusión.

- a) Extensión que es la propiedad de ocupar espacio (volumen)
- b) Impenetrabilidad que es la propiedad que tienen los cuerpos de no poder ser ocupado su espacio, simultáneamente por otro cuerpo.

- c) Calor específico que es la cantidad de calor necesario para aumentar la temperatura de la unidad de masa de un cuerpo desde 0°C hasta 1°C . Es muy importante porque permite conocer la cantidad de calor que se necesita suministrar a una masa de metal para elevar su temperatura hasta la de transformación o de fusión.
- d) Calor latente de fusión es la cantidad de calor que absorbe la cantidad de masa de un metal al pasar del estado sólido al líquido
- e) Dilatación es el aumento de volumen que experimentan los cuerpos al aumentar su temperatura
- f) Conductividad eléctrica que es la propiedad casi exclusiva de los metales que consiste en la facilidad que poseen de transmitir la corriente eléctrica a través de su masa. La inversa de la conductividad es la resistividad eléctrica que se opone al paso de los electrones.

3.3.4 PROPIEDADES TECNOLÓGICAS.

Son las relativas al grado de adaptación del material frente a distintos procesos de trabajos a los que puede estar sometido.

- a) Maquinabilidad es la mayor o menor facilidad al labrado por herramientas o cuchillas de corte
- b) Colabilidad es la mayor o menor facilidad a llenar bien un molde cuando está en estado líquido.
- c) Soldabilidad es la posibilidad de ser soldado por soldadura autógena o de baja temperatura.

- d) Maleabilidad es la capacidad de un metal para ser deformado en láminas, es la propiedad del metal que permite que se le martille o lamine a otros tamaños y formas.
- e) Templabilidad es la aptitud que tienen los cuerpos para dejarse penetrar por el temple.

3.4 HIERRO Y ACERO.

El hierro es uno de los elementos básicos en la manufactura. El acero es una aleación de hierro y carbono.

Los aceros se agrupan según su composición como aceros al carbono y aceros aleados.

Los aceros al carbón se clasifican de acuerdo a su contenido de carbono en peso. La cantidad de carbono se proporciona en puntos (100 puntos es igual a 1%) o como porcentaje.

Los aceros aleados incluyen, además del hierro y el carbono, uno o más de otros elementos. Estos se añaden con el objeto de impartirle una calidad deseada al metal.

Los aceros se pueden clasificar en cinco grupos

1. Aceros al carbono.
 - a) El acero de bajo carbono contiene de 0.04 a 0.30% de carbono (4 a 30 puntos). Este acero no contiene suficiente carbono para ser endurecido. Sin embargo, se le puede dar tratamiento térmico. Se le usa para proyectos y productos en donde sea necesario un metal fácilmente trabajable.

Algunas veces se les denomina aceros blandos o dulces. El acero de bajo carbono se suelda, maquina y conforma con facilidad.

- b) El acero de mediano carbono tiene de 0.30 a 0.60% de carbono. Una tonelada de acero de mediano carbono contiene de 3 a 6 kg de carbono. Se usa para muchas partes de máquinas estándar tales como pernos roscados, tuercas y tornillos. También se emplean para proyectos tales como martillos y partes de bridas que se cementarán.
- c) El acero de alto carbono contiene de 0.60 a 1.70% de carbono. Se usa para partes que deben ser templadas y revenidas. Algunas veces se les llama aceros al carbono de herramientas.

2. Aceros aleados.

Los automóviles contienen cerca de 100 clases diferentes de acero aleado. La mayoría de los aceros contienen algo de carbono, fósforo, azufre y silicio. Los aceros aleados contienen también cantidades muy pequeñas de otros elementos. Cada acero aleado tiene propiedades especiales que estén determinadas por la cantidad de otros materiales. Los elementos de aleación comunes incluyen:

- a) El níquel que se añade para aumentar la resistencia y la tenacidad. Ayuda también a evitar la oxidación del acero.
- b) El cromo se añade para obtener dureza, tenacidad y resistencia al desgaste.

- c) Con frecuencia, los engranajes y los otros se hacen de acero al cromo-níquel debido a la mayor resistencia de este acero.

3. Aceros de baja aleación ultrarresistentes

Esta familia es la más reciente de las cinco grandes clases de acero. Los aceros de baja aleación son más baratos que los aceros aleados convencionales ya que contienen cantidades menores de los costosos elementos de aleación. Sin embargo, reciben un tratamiento especial que les da una resistencia mucho mayor que la del acero al carbón. Por ejemplo, los vagones de mercancías fabricados con aceros de baja aleación pueden transportar cargas más grandes porque sus paredes son más delgadas que los que sería necesario en casi de emplear acero al carbón. Además, como los vagones de acero de baja aleación pesan menos, las cargas pueden ser mas pesadas.

En la actualidad se construyen muchos edificios con estructuras de aceros de baja aleación. Las vigas pueden ser más delgadas sin disminuir su resistencia, logrando un mayor espacio interior en los edificios.

4. Aceros inoxidable

Los aceros inoxidable contienen cromo, níquel y otros elementos de aleación, que mantienen brillantes y resistentes a la herrumbre y a la oxidación a pesar de la acción de la humedad o de ácidos y gases corrosivos. Algunos aceros inoxidable son muy duros; otros son muy resistentes y mantienen esa resistencia durante largos periodos a temperaturas extremas.

5. Aceros de herramientas.

Estos aceros se utilizan para fabricar muchos tipos de herramientas y cabezales de corte y modelado de máquinas empleadas en diversas operaciones de fabricación. Contienen wolframio, molibdeno y otros elementos de aleación, que les proporcionan mayor resistencia, dureza y durabilidad.

3.4.1 ESTRUCTURA DEL ACERO

Las propiedades físicas de los aceros y su comportamiento a distintas temperaturas dependen sobre todo de la cantidad de carbono y de su distribución en el hierro.

Antes del tratamiento térmico, la mayor parte de los aceros son una mezcla de tres sustancias: ferrita, perlita y cementita. La ferrita, blanda y dúctil, es hierro con pequeñas cantidades de carbono y otros elementos en disolución. La cementita, un compuesto de hierro con el 7% de carbono aproximadamente, es de gran dureza y muy quebradiza. La perlita es una mezcla de ferrita y cementita, con una composición específica y una estructura característica, y sus propiedades físicas son intermedias entre las de sus dos componentes.

La resistencia y dureza de un acero que no ha sido tratado térmicamente depende de las proporciones de estos tres ingredientes. Cuanto mayor es el contenido en carbono de un acero, menor es la cantidad de ferrita y mayor la de perlita: cuando el acero tiene un 0,8% de carbono, está por completo compuesto de perlita.

El acero con cantidades de carbono aún mayores es una mezcla de perlita y cementita. Al elevarse la temperatura del acero, la ferrita y la perlita se transforman en una forma alotrópica de aleación de hierro y carbono conocida como austenita, que tiene la propiedad de disolver todo el carbono libre presente en el metal. Si el acero se enfría despacio, la austenita vuelve a convertirse en ferrita y perlita, pero si el enfriamiento es repentino la austenita se convierte en martensita, una modificación alotrópica de gran dureza similar a la ferrita pero con carbono en disolución sólida.

3.4.2 TRATAMIENTO TÉRMICO DEL ACERO

El proceso básico para endurecer el acero mediante tratamiento térmico consiste en calentar el metal hasta una temperatura a la que se forma austenita, generalmente entre los 750 y 850 °C, y después enfriarlo con rapidez sumergiéndolo en agua o aceite. Estos tratamientos de endurecimiento, que forman martensita, crean grandes tensiones internas en el metal, que se eliminan mediante el temple o el recocido, que consiste en volver a calentar el acero hasta una temperatura menor. El temple reduce la dureza y resistencia y aumenta la ductilidad y la tenacidad.

El objetivo fundamental del proceso de tratamiento térmico es controlar la cantidad, tamaño, forma y distribución de las partículas de cementita contenidas en la ferrita, que a su vez determinan las propiedades físicas del acero. Hay muchas variaciones del proceso básico. Los ingenieros metalúrgicos han descubierto que el cambio de austenita a martensita se produce en la última fase del enfriamiento, y que la transformación se ve acompañada de un cambio de volumen que puede agrietar el metal si el enfriamiento es demasiado rápido.

Se han desarrollado tres procesos relativamente nuevos para evitar el agrietamiento. En el templado prolongado, el acero se retira del baño de enfriamiento cuando ha alcanzado la temperatura en la que empieza a formarse la martensita, y a continuación se enfría despacio en el aire. En el martemplado, el acero se retira del baño en el mismo momento que el templado prolongado y se coloca en un baño de temperatura constante hasta que alcanza una temperatura uniforme en toda su sección transversal.

Después se deja enfriar el acero en aire a lo largo del rango de temperaturas de formación de la martensita, que en la mayoría de los aceros va desde unos 300 °C hasta la temperatura ambiente. En el austemplado, el acero se enfría en un baño de metal o sal que se mantiene a la temperatura en que se produce el cambio estructural deseado, y se conserva en ese baño hasta que el cambio es completo, antes de pasar al enfriado final.

Hay también otros métodos de tratamiento térmico para endurecer el acero. En la cementación, las superficies de las piezas de acero terminadas se endurecen al calentarlas con compuestos de carbono o nitrógeno. Estos compuestos reaccionan con el acero y aumentan su contenido en carbono o forman nitruros en su capa superficial.

En la carburización la pieza se calienta cuando se mantiene rodeada de carbón vegetal, coque o de gases de carbono como metano o monóxido de carbono. La cianurización consiste en endurecer el metal en un baño de sales de cianuro fundidas para formar carburos y nitruros. La nitrurización se emplea para endurecer aceros de composición especial mediante su calentamiento en amoníaco gaseoso para formar nitruros de aleación.

CAPÍTULO

4

**HERRAMIENTAS DE CORTE
PARA METALES**

4

HERRAMIENTAS DE CORTE PARA METALES

4.1 CONCEPTO.

La industria reconoce que para operar económicamente los metales utilizados en la fabricación de manufactura de productos, deben poder ser maquinados con eficiencia. Para cortar metales de modo eficiente se requiere no solo el conocimiento del metal en proceso, sino también saber como se comportará el material de la herramienta de corte así como su forma, según diversas condiciones de maquinado.

Los ángulos, inclinaciones y claros de la herramienta de corte han adquirido una importancia cada vez mayor en el corte de metales. Muchos materiales son maquinados con mayor eficiencia utilizando líquidos de corte pero otros no. Con la aplicación de nuevas y diversas aleaciones, continuamente se están desarrollando nuevos líquidos para corte. Así con estos avances, se ha conducido hacia una mejor construcción de las máquinas, mayores velocidades de corte y una más elevada productividad.

4.2 CLASIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE

Las herramientas se pueden clasificar de diferentes maneras, las más comunes responden al número de filos, el material del que están fabricadas, al tipo de movimiento que efectúa la herramienta, al tipo de viruta generada o al tipo de máquina en la que se utiliza. A continuación se presenta un ejemplo de algunas herramientas y como pueden ser agrupadas para su clasificación.

4.2.1. DE ACUERDO AL NÚMERO DE FILOS

- a) De un filo: como los buriles de corte de los tornos o cepillos. Las herramientas monofilo son herramientas de corte que poseen una parte cortante (o elemento productor de viruta) y un cuerpo. Son usadas comúnmente en los tornos, tornos revolver, cepillos, limadoras, mandrinadoras y máquinas herramientas semejantes cuales fluye la viruta (superficie de desprendimiento)
- b) De doble filo o en hélice: como las brocas utilizadas en los taladros
- c) De filos múltiples: como las fresas o las seguetas. Las herramientas multifilo: son las herramientas que esta compuesta por dos o mas partes cortantes (elementos productores de viruta) montadas en un cuerpo común. La mayoría de las herramientas de este tipo (fresas, brocas, etc) son de tipo rotatorio y tienen un vástago cónico o cilíndrico para la sujeción, o tienen un agujero para ser montadas en un árbol. Se aplican los mismos términos definidos para las herramientas monofilo, como cara, flanco, filos y la acción de corte en un punto escogido en uno de los filos será la misma.
- d) De filos indefinidos: como el esmeril. Muelas abrasivas: Son generalmente de forma cilíndrica, de disco o de copa. Las máquinas en las cuales se usan son llamadas rectificadoras: todas tienen un husillo que puede girar a gran velocidad y en la cual se monta la muela abrasiva. El husillo esta apoyado en rodamientos y montado en una carcaza. Este conjunto se conoce como el cabezal. Un motor eléctrico y una transmisión de banda suministran potencia al husillo.

La muela consta de granos individuales de material muy duro (óxido de aluminio o carburo de silicio, generalmente) aglutinados de manera apropiada.

4.2.2. DE ACUERDO AL TIPO DE MATERIAL CON QUE ESTAN FABRICADAS

- a) **WS:** Acero de herramientas no aleado: 0.5 a 1.5% de contenido de carbón. Soportan sin deformación o pérdida de filo 250 °C. También se les conoce como aceros al carbón.
- b) **SS:** Acero de herramientas aleado: con wolframio, cromo vanadio, molibdeno y otros. Soporta hasta 600° C. También se les conoce como aceros rápidos.
- c) **HS:** Metales duros aleados: con cobalto, de carbono, tungsteno, wolframio, y molibdeno. Son pequeñas placas que se unen a metales corrientes para que los soporten. Soportan hasta 900°C.
- d) **Diamante:** Material natural que soporta hasta 1800°C. Se utiliza como puntas de algunas barrenas o como polvo abrasivo.
- e) **Materiales cerámicos:** Se aplica en herramientas de arcilla que soportan hasta 1500°C. Por lo regular se utilizan para terminados.

4.2.3. POR EL TIPO DE MOVIMIENTO DE CORTE

- a) **Fijo.** La herramienta se encuentra fija mientras el material a trabajar se incrusta debido a su movimiento. Por ejemplo, los tornos en los que la pieza gira y la herramienta esta relativamente fija desprendiendo viruta.

- b) **Contra el material.** La herramienta se mueve en contra del material, mientras este se encuentra relativamente fijo, como en los cepillos.
- c) **En contra de la dirección.** La herramienta y el material se mueven en contra del otro, como el esmerilado sobre torno.

4.2.4. POR EL TIPO DE VIRUTA QUE GENERAN

- a) **Viruta continua.** En forma de espiral
- b) **En forma de coma**
- c) **Polvo sin forma definida**

4.2.5. POR EL TIPO DE MÁQUINA EN LA QUE SE UTILIZA.

- a) **Torno**
- b) **Cepillo**
- c) **Fresa**
- d) **Taladro**

4.3 HERRAMIENTAS PARA EL TORNO

La herramienta de corte utilizada en un torno es por lo general de punta simple llamada buril o cortador, y aunque la forma del buril se modifica para diversas aplicaciones, se aplica la misma nomenclatura a todas las herramientas de corte.

La base es la superficie inferior del cuerpo de la herramienta.

El filo (o arista cortante) es el borde frontal del buril, que realiza el corte.

La cara es la superficie contra la que empuja la viruta conforme se separa de la pieza de trabajo.

El flanco es la superficie lateral de la herramienta adyacente y situada debajo de la arista afilada.

La punta es el extremo filoso de la herramienta de corte formado en la unión del flanco y la superficie frontal.

El radio de punta (o nariz) es el de curvatura de la punta. El tamaño del mismo afectará el acabado. Para el desgaste se utiliza un radio de punta pequeño (de aproximadamente 1/64 de pulgada o 0.38 mm) Se usa un radio mayor (de aproximadamente 1/16 a 1/18 de pulgada o de 1.5 a 3 mm) para los cortes de acabado.

La cabeza cortante es el extremo de la herramienta con afilado para hacer el corte.

El cuerpo (o vástago) es el soporte del extremo del cortador y es la parte sujeta por el portaburil o portaherramienta.

El funcionamiento adecuado de un cortador depende de los ángulos de alivio y de ataque, que deben formarse en la herramienta.

Los cortadores o buriles utilizadas en el torno se fabrican generalmente de los siguientes materiales:

Cortadores de acero de alta velocidad, son aceros que pueden tener combinaciones de tungsteno, cromo, vanadio, molibdeno y cobalto. Son capaces de realizar cortes gruesos, soportar impactos y mantener la arista o borde de corte afilado aun a altas temperaturas.

Cortadores de aleaciones coladas o fundidas (como la llamada estelita), contienen usualmente de 25% a 35% de cromo, de 4% a 25% de tungsteno, y de 1% a 3% de carbono; el resto es cobalto. Estos cortadores tienen alta dureza, elevada resistencia al desgaste y excelentes cualidades de dureza al rojo. Debido a que son fundidos, resultan más débiles y frágiles que los de acero de alta velocidad. Los buriles de estelita sirven para altas velocidades y avances para cortes profundos e ininterrumpidos.

Cortadores carburos cementados, Son capaces de velocidades de corte tres o cuatro veces mayores que las correspondientes a cortadores de aceros de alta velocidad. Tienen baja tenacidad, pero alta dureza y excelentes cualidades de dureza al rojo.

El carburo cementado consiste en carburo de tungsteno sinterizado en una matriz de cobalto. Algunas veces se pueden agregar otros materiales, como titanio o tantalio, antes del sinterizado, para dar al material las propiedades deseadas.

Cortadores cerámicos, un cerámico es un material resistente al calor, producido sin un agente de adhesión metálico, como el cobalto. El óxido de aluminio es el material más común utilizado en la fabricación de este tipo de herramientas.

El óxido de titanio o el carburo de titanio pueden utilizarse como aditivos dependiendo de la aplicación de la herramienta. Los buriles de cerámico permiten mayores velocidades de cortes, aumentan la duración de la herramienta, y dan un mejor acabado superficial que las de

carburo. Sin embargo, son mucho más débiles y deben utilizarse en situaciones de libre o de bajo impacto.

Cortadores de cermet. Un cermet es un inserto o pastilla de corte compuesto de material cerámico y metal. La mayoría de los cermets están hechos de óxido de aluminio, carburo de titanio y óxido de zirconio, compactado y comprimido bajo calor intenso. Las ventajas de estos son:

- a) Tienen duraciones de herramientas mayores, que las equivalentes en carburos recubiertos y sin recubrir
- b) Pueden utilizarse para el maquinado a altas temperaturas
- c) Producen un acabado superficial mejorado, que elimina la necesidad del rectificado y proporciona un mayor control dimensional
- d) Pueden utilizarse para maquinar aceros con grados de dureza de hasta 66 Rc (Rockwell)

Cortadores de diamante, se utilizan principalmente para maquinar metales no ferrosos y materiales no metálicos abrasivos. Los diamantes naturales monocristalinos tienen las propiedades de alta resistencia al desgaste pero baja resistencia al impacto.

La nueva clase de herramienta de diamante (hechos con diamante policristalino PCD) consiste en diminutos diamantes fabricados por fusión entre sí y unidos a un substrato de carburo adecuado. Estas herramientas ofrecen una mayor resistencia al desgaste y al impacto y velocidades de corte mucho mayores; permiten un mejor acabado superficial, mejor control de tamaño de la pieza, una vida útil de la herramienta hasta 100 veces mayor que los buriles hechos de carburo, y una mayor productividad.

Cortadores de nitruro de boro cúbico, El nitruro de boro (Borazon) sigue después del diamante en la escala de dureza. Estas herramientas se fabrican uniendo una capa de nitruro de boro cúbico policristalino (PCBN) a un substrato de carburo cementado, lo que da una buena resistencia al impacto. Ofrecen excepcional alta resistencia al desgaste y duración de filo, y pueden utilizarse para maquinar aleaciones de alta temperatura y aleaciones ferrosas con templado.

Los cortadores (o buriles) para torno deben de ser :

- Duros
- Resistente al desgaste
- Capaces de mantener una dureza al rojo durante la operación de maquinado.
- Deben ser capaces de soportar impactos durante la operación de corte.
- Deben tener una forma tal que la arista afilada pueda penetrar debidamente a la pieza.

Los buriles se pueden clasificar de acuerdo a su uso, los principales son:

Útiles de desbaste:

- rectos: derechos e izquierdos
- curvos: derechos y curvos

Útiles de afinado:

- puntiagudos
- cuadrados

Útiles de corte lateral

- derechos
- izquierdos

Útiles de forma

- corte o tronzado
- forma curva
- roscar

desbaste interior

4.4 HERRAMIENTAS PARA EL CEPILLO

La herramienta de corte utilizada en un cepillo es básicamente de la misma forma que la herramienta del torno para el maquinado de materiales similares. Debe tener los ángulos de ataque y de incidencia adecuados para maquinar la pieza de trabajo eficientemente. La pieza de trabajo se mueve hacia delante y hacia atrás bajo la herramienta de corte, que es desplazada lateralmente una distancia predeterminada al final de cada inversión de movimiento de la mesa.

4.4 HERRAMIENTAS PARA LA FRESADORA.

Una fresa o cortador para fresado es una herramienta multifilo con varias aristas cortantes (dientes) igualmente espaciadas entre sí, en su periferia circular. Cada diente puede considerarse como una herramienta de corte de punta simple, y debe tener los ángulos de ataque y de alivio adecuados para cortar con eficiencia.

La pieza de trabajo, que se sostiene en una prensa o se sujeta a la mesa, es alimentada hacia el cortador horizontal giratorio, a mano o por un avance automático de la mesa. Conforme el trabajo es desplazado hacia el cortador, cada diente hace cortes sucesivos, que producen una superficie lisa, plana o con un cierto contorno o perfil, dependiendo de la forma del cortador utilizado.

Las fresas son cortadores multifilos, se sujetan verticalmente en el husillo o aditamento de un a máquina fresadora vertical. Se utilizan principalmente para cortar ranuras o surcos, en tanto que las fresas de casquillo y las frontales se utilizan principalmente para producir superficies planas. La pieza de trabajo se sostiene en una prensa o se fija a la mesa, y se avanza al cortador giratorio manual o automáticamente. Cuando se hace fresado vertical, el corte es realizado por la periferia de los dientes. La nomenclatura de una fresa de extremo es la siguiente.

La fresa frontal con insertos consiste en un cuerpo que sostiene varios insertos igualmente espaciados según el ángulo de ataque necesario. El borde inferior de cada inserto tiene un ángulo de alivio o claro. Debido a que la acción de corte ocurre en la esquina inferior del inserto, por lo general cada esquina esta biselada para fortalecerla y evitar que las esquinas se rompan.

4.5 HERRAMIENTAS PARA TALADRO

La broca de un taladro es una herramienta de corte cilíndrica con filos múltiples que corta inicialmente por la punta. Los bordes cortantes de la broca tienen un claro de salida para permitir que la punta penetre en la pieza de trabajo conforme gira ese cortador.

Puede ser forzada hacia la pieza de trabajo, manual o automáticamente. El ángulo de ataque lo aportan ranuras de forma helicoidal que van desde las aristas cortantes. Como sucede con otras herramientas de corte, al ángulo incluido entre el ángulo de ataque y el ángulo de alivio se conoce como ángulo de filo.

4.6 ÚTILES Y FLUIDOS PARA EL CORTE

Dado que los procesos de corte implican tensiones y fricciones locales y un considerable desprendimiento de calor, los materiales empleados en los útiles de corte deben ser duros, tenaces y resistentes al desgaste a altas temperaturas. Hay materiales que cumplen estos requisitos en mayor o menor grado, como los aceros al carbono (los que contienen un 1 o 1,2% de carbono), los aceros de corte rápido (aleaciones de hierro con wolframio, cromo, vanadio o carbono), el carburo de wolframio y los diamantes. También tienen estas propiedades los materiales cerámicos y el óxido de aluminio.

En muchas operaciones de corte se utilizan fluidos para refrigerar y lubricar. La refrigeración alarga la vida de los útiles y ayuda a fijar el tamaño de la pieza terminada. La lubricación reduce la fricción, limitando el calor generado y la energía necesaria para realizar el corte.

Los fluidos de corte son esenciales en las operaciones de corte de metales para reducir el calor y la fricción provocados por la deformación plástica del metal, y la viruta que se desliza por la intercara viruta herramienta. Tales acciones hacen que el metal se adhiera al filo cortante de la herramienta, originando que la herramienta se rompa; el resultado es un acabado deficiente o pobre y un trabajo de poca precisión.

Algunos de los fluidos de corte se han usado durante cientos de años. Hace siglos, se descubrió que el agua evitaba que la piedra de esmeril se vitrificara y producía un mejor acabado superficial en la pieza, aunque hacía que la pieza rectificada se oxidara. Hace aproximadamente 100 años, los mecánicos descubrieron que el aplicar sebo en las piezas antes de maquinarlas ayudaba a producir piezas más precisas y tersas. El sebo, precursor de otras sustancias para el corte, lubricaba pero no enfriaba. Los aceites de manteca, desarrollados mas adelante, lubricaban bien y tenían ciertas propiedades de enfriamiento, pero se volvían rancios con rapidez. A principios del siglo XX se agregó jabón al agua para mejorar el corte, evitar la oxidación y proporcionar cierta lubricación.

El desarrollo de los aceites solubles, en 1936, fue una gran mejora sobre los aceites para el corte utilizados anteriormente. Estas emulsiones blancas lechosas combinaban la alta capacidad de enfriamiento del agua con la lubricidad del aceite de petróleo. Aunque eran económicas, no controlaban la herrumbre y tendían a volverse rancias.

Los líquidos de corte de origen químico aparecieron alrededor de 1944. Con un contenido de aceite relativamente bajo, dependían de agentes químicos para la lubricación y reducción del roce.

Las emulsiones químicas se mezclan fácilmente con el agua y reducen, al mismo tiempo que eliminan, el calor proporcionado durante el maquinado. Los líquidos de origen químico tienen cada vez mayor uso porque aportan una buena resistencia al óxido, no se enrancian con rapidez, y tienen buenas cualidades de enfriamiento y lubricación.

Los fluidos en cuestión enfrían y lubrican la herramienta y la pieza de trabajo. Su uso puede aportar las siguientes ventajas económicas: reducción de los costos de herramienta, mayor velocidad de producción, reducción de los costos de mano de obra, reducción de costos de energía.

Para que tales sustancias funcionen eficientemente, deben poseer las siguientes características deseables:

1. Buena capacidad de enfriamiento para reducir la temperatura de corte, aumentar la vida de la herramienta, y mejorar la precisión dimensional.
2. Buenas cualidades de lubricación para evitar que el metal se adhiera al borde cortante y forme un filo acumulado, lo que origina un acabado superficial deficiente y una menor duración de las herramientas.
3. Resistencia a la oxidación para evitar manchas, herrumbre o corrosión en la pieza de trabajo o en la máquina.
4. Estabilidad (larga vida) para mantenerse bien tanto en almacenamiento como en uso.
5. Resistencia a que se haga rancio fácilmente.
6. Carencia de toxicidad para que no provoque irritación en la piel del operario.
7. Transparencia para permitir al operario ver el trabajo claramente durante el maquinado.
8. Viscosidad relativamente baja que permita que las virutas y la suciedad se asienten rápidamente.

9. No inflamabilidad para evitar que se quemere rápidamente, y preferiblemente debe ser incombustible. Además, no debe humear demasiado, no formar depósitos gomosos que pueden provocar que las partes corredizas de las máquinas se pongan pegajosas, o atascar (tapar) el sistema de circulación.

La necesidad de una sustancia tal que posea tantas características deseables como sea posible, ha dado como resultado el desarrollo de muchas clases de ellas. Los líquidos de corte de uso más común son las soluciones de base acuosa (con agua) o aceites para el corte. Los líquidos para tal acción de corte se dividen en tres categorías: aceites de corte, aceites emulsificantes y líquidos para corte de origen químico (sintéticos).

CAPÍTULO

5

MÁQUINAS HERRAMIENTA

5

MÁQUINAS HERRAMIENTA

5.1 DEFINICIÓN.

De acuerdo con la norma UNE15010 las máquinas herramienta son todas aquellas que, dotadas de herramientas, están ideadas y construidas para reemplazar la mano del artesano, esta denominación se aplica especialmente a las máquinas empleadas para trabajar materiales sólidos en particular metales y maderas

Las máquinas herramienta se utilizan para dar forma o modelar materiales sólidos especialmente metales. El modelado se consigue eliminando parte del material de la pieza o estampándola con una forma determinada. Son la base de la industria moderna y se utilizan directa o indirectamente para fabricar piezas de máquinas y herramientas.

5.2 HISTORIA

Las máquinas herramientas modernas datan de 1775, año en el que el inventor británico John Wilkinson construyó una taladradora horizontal que permitía conseguir superficies cilíndricas interiores. Hacia 1794 Henry Maudslay desarrolló el primer torno mecánico. Más adelante, Joseph Whitworth aceleró la expansión de las máquinas de Wilkinson y de Maudslay al desarrollar varios instrumentos que permitían una precisión de una millonésima de pulgada (25 millonésimas de milímetro)

Sus trabajos tuvieron gran relevancia ya que se necesitaban métodos precisos de medida para la fabricación de productos hechos con piezas intercambiables.

Las primeras pruebas de fabricación de piezas intercambiables se dieron al mismo tiempo en Europa y en Estados Unidos. Estos experimentos se basaban en el uso de calibres de catalogación, con los que las piezas se podían clasificar en dimensiones prácticamente idénticas. El primer sistema de verdadera producción en serie fue creado por el inventor estadounidense Eli Whitney, quien consiguió en 1798 un contrato del gobierno para producir 10.000 mosquetes hechos con piezas intercambiables. Así dio efecto práctico al principio de la manufactura intercambiable de modo que las partes mecánicas pudieran ensamblarse sin ajuste manual. Esto proporcionó las bases para la utilización plena de máquinas para hacer partes mecánicas.

Durante el siglo XIX se alcanzó un grado de precisión relativamente alto en tornos, perfiladoras, cepilladoras, pulidoras, sierras, fresadoras, taladradoras y perforadoras. La utilización de estas máquinas se extendió a todos los países industrializados. Durante los albores del siglo XX aparecieron máquinas herramientas más grandes y de mayor precisión. Por cientos de años las herramientas de corte se hicieron de acero simple al alto carbono endurecido con poca aleación. En 1900 Taylor y White introdujeron el acero a alta velocidad que contienen aleaciones que permiten a las herramientas operar al rojo y varias veces con mas rapidez que antes. Las máquinas herramientas se diseñaron con mayor esfuerzo para obtener los beneficios de las herramientas mejoradas.

A partir de 1920 estas máquinas se especializaron y entre 1930 y 1950 se desarrollaron máquinas más potentes y rígidas que aprovechaban los nuevos materiales de corte

desarrollados en aquel momento, como los carburos duros en lugar de aceros que eran capaces de cortar el metal con mas rapidez que antes.

Estas máquinas especializadas permitían fabricar productos estandarizados con un costo bajo, utilizando mano de obra sin calificación especial. Sin embargo, carecían de flexibilidad y no se podían emplear para varios productos ni para variaciones en los estándares de fabricación.

Para solucionar este problema, los ingenieros se han dedicado durante las últimas décadas a diseñar máquinas herramientas muy versátiles y precisas, controladas por ordenadores o computadoras, que permiten fabricar de forma barata productos con formas complejas. Estas nuevas máquinas se aplican hoy en todos los campos.

5.3 CLASIFICACIÓN

Las máquinas herramienta por lo general son máquinas de potencia para corte o conformado de metales que se utilizan para dar forma a metales mediante:

- La eliminación de viruta
- Prensado, estirado o corte
- Procesos de maquinado eléctrico controlados.

Cualquier máquina herramienta por lo general es capaz de:

- Sujetar y apoyar la pieza de trabajo.
- Sujetar y apoyar una herramienta de corte
- Impartir un movimiento adecuado (rotatorio o reciprocante) a la herramienta de corte o a la pieza de trabajo

- Avanzar la herramienta de corte o la pieza de trabajo de forma que se logre la acción de corte y la precisión requeridas.

La industria de las máquinas herramienta se dividen en varias categorías diferentes, como la del taller mecánico general, cuarto de herramientas y taller de producción.

Las máquinas herramienta se pueden clasificar en diversos grupos dependiendo de sus características como se muestra a continuación:

1. Según su convención

Las máquinas herramienta que se encuentran en la rama metalmeccánica se dividen en tres clases principales:

- a. Las máquinas convencionales o productoras de viruta, que forman el metal al tamaño y forma deseados retirando las secciones no deseada en forma de viruta.. Estas máquinas herramienta generalmente alteran la forma de productos de acero producidos mediante fundición, forja o laminado en una planta acerera.
- b. Las máquinas no productoras de viruta, que dan forma al metal en su tamaño y forma deseados, por prensando, estirando, punzonando o cortando. Estas maquinas herramientas generalmente alteran la forma de productos de lámina de acero, y también producen piezas que requieren muy poco o ningún maquinado al comprimir materiales metálicos granulados o en polvo
- c. Las máquinas no convencionales o especiales, que fueron desarrolladas para llevar a cabo operaciones que serían muy difíciles, si no imposibles de realizar en maquinas

productoras o no productoras de viruta, utilizando la energía luminosa, eléctrica, química o sonora, gases a altas temperaturas y haces de partículas de alta energía para dar forma a materiales especiales y aleaciones utilizadas en la tecnología moderna como las máquinas de electro erosión, electroquímicas y láser.

2. Por el tipo de corte que realizan
 - a. Monofilo. En esta clasificación se considera el tipo de corte que realiza una máquina, la cual es de una carrera y solo de frente, con el avance del cortador para lo cual las máquinas que hacen este tipo de corte son: torno mecánico y cepilladora.
 - b. Multifilo. En este caso la herramienta cortante es multifilo y con ayuda de la máquina la cual hace girar a la herramienta cortante en toda la superficie del material a trabajar, algunos ejemplos son: taladradora, rectificadora, fresadora.
3. Por el tipo de movimiento de corte.
 - a. Máquinas en las que el movimiento de corte es circular continuo. Estas se subdividen en:
 - 1) Máquinas en las que el movimiento de corte lo posee la pieza y el avance de la herramienta (por ejemplo, el torno)
 - 2) Máquinas en las que el movimiento de corte y el movimiento de avance pueden proporcionarlo la pieza o la propia herramienta (por ejemplo, el taladro, la fresadora)

b. Máquinas en las que el movimiento de corte es rectilíneo alternativo. Estas se clasifican a su vez en dos grupos:

- 1) Máquinas en las que la herramienta posee el movimiento de corte y la pieza el movimiento de avance (por ejemplo, la taladradora)
- 2) Máquinas en las que el movimiento de corte y la herramienta el movimiento de avance (por ejemplo, la cepilladora).

El desempeño de toda máquina herramienta se determina por lo general en función de:

- Su velocidad de remoción de metal, que depende de la velocidad de corte, de la rapidez de avance y de la profundidad de corte.
- La exactitud, que esta determinada por la precisión que tiene la máquina para posicionar de una vez la herramienta de corte en una localización dada.
- La capacidad de repetición que es la aptitud de la máquina para posicionar la herramienta de corte de manera consistente en cualquier posición dada.

5.4 MÁQUINAS HERRAMIENTAS CONVENCIONALES

Entre las máquinas herramientas básicas se encuentran el torno, las perfiladoras, las cepilladoras y las fresadoras. Hay además máquinas taladradoras y perforadoras, pulidoras, sierras y diferentes tipos de máquinas para la deformación del metal.

5.4.1 TORNO

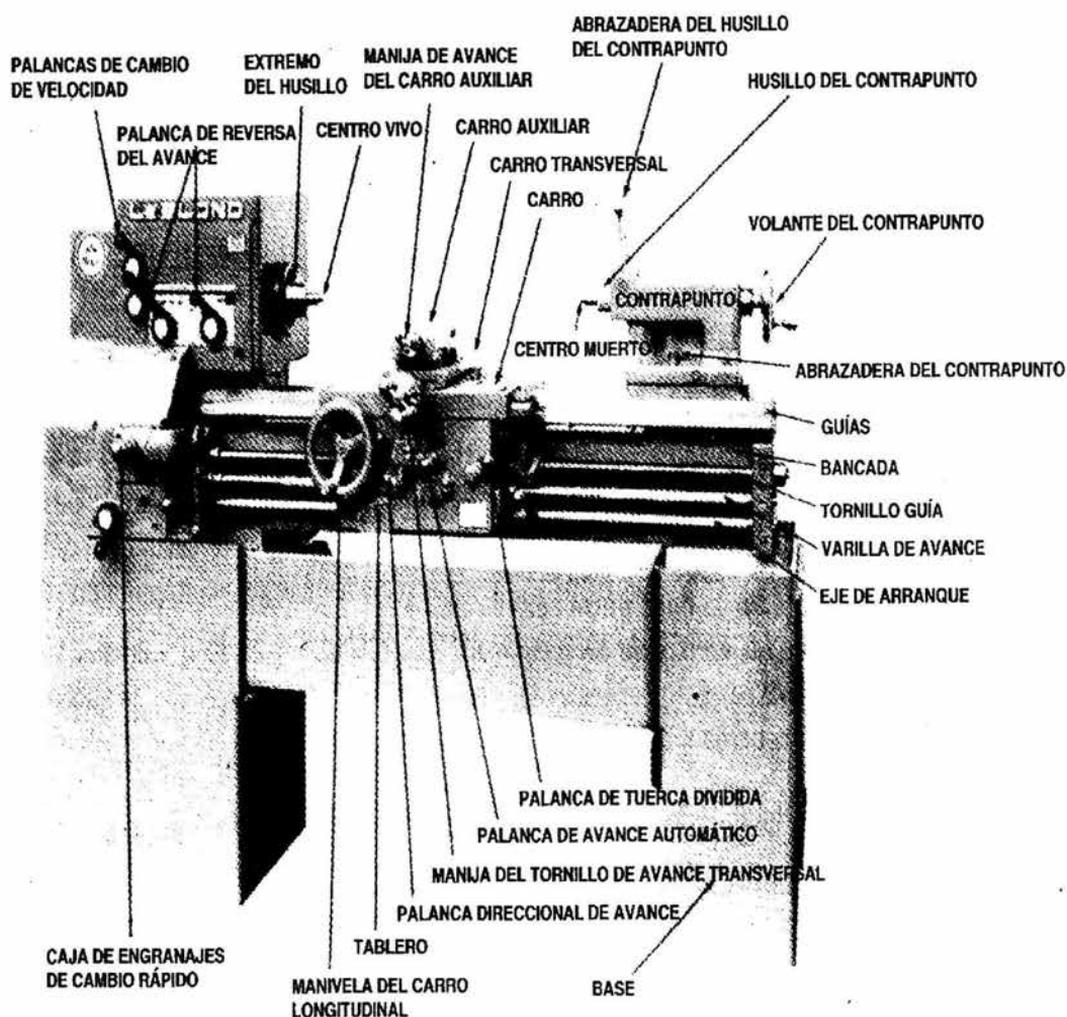
El torno se utiliza para producir piezas redondas. La pieza de trabajo, sostenida por un dispositivo de sujeción montado en el eje del torno, se hace girar contra la herramienta de corte, lo que produce una forma cilíndrica.

El torno es una de las máquinas más versátiles usadas en la industria. Con los aditamentos adecuados, el torno puede utilizarse para operaciones de torneado, hacer conos, formado, cortar tornillos, esmerilado y pulido. Las operaciones de corte se realizan con una herramienta de corte que avanza ya sea paralelamente o en ángulo recto con respecto al eje de la pieza de trabajo. La herramienta de corte también puede avanzar con un ángulo relativo al eje de la pieza de trabajo, para maquinar conos y ángulos.

El torno es una de las máquinas herramientas más antiguas e importantes. Puede dar forma, taladrar, escariar, mandrinar, pulir y realizar otras operaciones. Los tornos para madera ya se utilizaban en la edad media. Por lo general, estos tornos se impulsaban mediante un pedal que actuaba como palanca y, al ser accionado, movía un mecanismo que hacía girar el torno. En el siglo XVI, los tornos ya se propulsaban de forma continua mediante manivelas o energía hidráulica, y estaban dotados de un soporte para la herramienta de corte que permitía un torneado más preciso de la pieza.

Al comenzar la Revolución Industrial en Inglaterra, durante el siglo XVII, se desarrollaron tornos capaces de dar forma a una pieza metálica. El desarrollo del torno pesado industrial para metales en el siglo XVIII hizo posible la producción en serie de piezas de precisión. En la década de

1780 el inventor francés Jacques de Vaucanson construyó un torno industrial con un portaherramientas deslizante que se hacía avanzar mediante un tornillo manual.



PARTES DE UN TORNO MECÁNICO DE ENGRANAJE

Hacia 1797 el inventor británico Henry Maudslay y el inventor estadounidense David Wilkinson mejoraron este torno conectando el portaherramientas deslizante con el 'husillo', que es la parte del torno que hace girar la pieza trabajada.

Esta mejora permitió hacer avanzar la herramienta de corte a una velocidad constante. En 1820, el mecánico estadounidense Thomas Blanchard inventó un torno en el que una rueda palpadora seguía el contorno de un patrón para una caja de fusil y guiaba la herramienta cortante para torneear una caja idéntica al patrón.

El torno revólver, desarrollado durante la década de 1840, incorpora un portaherramientas giratorio que soporta varias herramientas al mismo tiempo. En un torno revólver puede cambiarse de herramienta con sólo girar el portaherramientas y fijarlo en la posición deseada. Hacia finales del siglo XIX se desarrollaron tornos de revólver automáticos para cambiar las herramientas de forma automática. Los tornos modernos pueden programarse para controlar la secuencia de operaciones, la velocidad de giro del husillo, la profundidad y dimensiones del corte y el tipo de herramienta.

a. TIPOS DE TORNO.

La producción moderna ha provocado el desarrollo de muchos tipos de torno como el torno mecánico de engranaje, el torno revolver automático de un husillo sencillo y múltiple, el pantógrafo, y torno de control numérico, y ahora los centros de torneado controlados por computadora.

TORNO MECÁNICO DE ENGRANAJE.

Básicamente es un torno de producción, que se encuentra en talleres no profesionales, talleres escolares y taller de

herramientas. Algunos tornos mecánicos reciben los nombres que describen características particulares como:

TORNO DE BANCO

Es un torno pequeño que se monta en un banco o un gabinete metálico. Los tornos de banco suelen ser pequeños y se utilizan para maquinados ligeros en piezas de trabajo pequeñas.

TORNO RÁPIDO

Se puede montar en un banco o en un gabinete, se caracteriza por la rapidez de preparación y cambio de la pieza de trabajo, facilidad de operación y poco mantenimiento. Los tornos rápidos se utilizan para maquinado ligero, torneado, pulimenta y acabado en piezas pequeñas y de precisión.

TORNO PARA TALLER MECÁNICO

Esta equipado con aditamentos y accesorios especiales que permiten efectuar una serie de operaciones de precisión. Por lo general, se utiliza para producir herramientas y calibradores que se emplean en el trabajo de producción de troqueles y herramientas.

TORNO DE ESCOTE (BANCADA PARTIDA)

Tiene una sección de la bancada, debajo del plato que se puede desmontar, para aumentar el diámetro máximo del trabajo que se puede voltear.

EL TORNO PARA RUEDA

Se hacen para acabar los muñones y torneare las llantas de ruedas de carros de ferrocarril y locomotoras montadas en juegos.

TORNO REVOLVER.

Se puede utilizar cuando se requieren muchas piezas duplicadas. Este torno está equipado con un poste para herramientas con costados múltiples, llamado trotea, al cual se pueden montar varias herramientas de corte diferentes. Se emplean diferentes herramientas de corte en una secuencia dada para llevar acabo una serie de operaciones en cada pieza. Esta misma secuencia puede repetirse en muchas piezas, sin necesidad de cambiar o reajustar las herramientas de corte.

TORNOS PANTÓGRAFOS.

Se utilizan cuando se requieren unas pocas piezas duplicadas. Un avance transversal operado hidráulicamente (con herramienta de corte) es controlado mediante un palpador que se apoya contra una plantilla redonda o plana. Están disponibles aditamentos de pantógrafo para convertir la mayoría de los tornos mecánicos de engranaje en tornos paralelos.

TORNOS DE CONTROL NUMÉRICO Y CENTROS DE TORNEADO.

Estos tipos de tornos han tenido un amplio uso en los últimos años. En estas máquinas, los movimientos de la herramienta de corte se controlan mediante un programa controlado por computadora para llevar a cabo una secuencia

de operaciones automáticamente sobre la pieza de trabajo, una vez que la máquina ha sido ajustada.

b. OPERACIONES PRINCIPALES DEL TORNO

REFRENTADO.

El refrentado es una operación que se efectúa en los extremos de la pieza de trabajo después de cortarla con la sierra. Para producir una superficie plana al refrentar entre centros, los centros del torno deben estar alineados.

La finalidad del refrentado es:

- Producir una superficie plana y concéntrica escuadra con el eje de la pieza de trabajo.
- Producir una superficie lisa desde la cual se toman medidas.
- Cortar la pieza se trabajo a una longitud requerida.

TORNEADO PARALELO.

Las piezas de trabajo se suelen trabajar en un torno por dos razones: para cortarla al tamaño y producir un diámetro exacto. Para las piezas que se deben cortar a un tamaño y tener el mismo diámetro a toda su longitud, se efectúa el torneado paralelo.

A fin de producir un diámetro paralelo, los centros del cabezal y del contrapunto deben estar alineados. Hay muchos factores que determinan la cantidad de material que se puede remover con el torno de una sola vez. Sin embargo, siempre que sea posible, la pieza se debe de cortar al tamaño con dos cortes: uno de desbastado y uno de acabado.

DESBASTADO

El desbastado se utiliza para remover la mayor parte del material sobrante con la mayor rapidez posible y dejar concéntrico el diámetro de la pieza de trabajo.

El corte de desbastado se debe hacer hasta $1/32$ pulg. (0.79mm) del tamaño terminado de la pieza de trabajo.

ACABADO

La finalidad del acabado es darle el tamaño requerido y un buen terminado la superficie de la pieza de trabajo. Por lo general, solo se requiere un corte de acabado porque no se deben dejar más de 0.030 a 0.060 pulg. (0.76 a 1.27 mm) en el diámetro para el corte de acabado. La punta de la herramienta debe tener una ligera curvatura y el avance se debe graduar entre 0.003 y 0.005 pulg. (0.07 a 0.12 mm). Se debe comprobar que los centros del torno estén alineados con exactitud, de lo contrario, la pieza quedará cónica.

TORNEADO DE REBORDES

Cuando se maquina más de un diámetro en un eje, la sección que une cada diámetro se llama reborde, escalón u hombro. Los rebordes escuadrados, con filetes y biselados (achaflanados), son los más comunes en el trabajo de taller mecánico.

LIMADO EN TORNO

El limado en el torno se utiliza para eliminar rebabas, marcas de herramientas y esquinas agudas. Por otra parte, no se considera que sea correcto limar un diámetro para darle su

tamaño requerido, porque el exceso de limado producirá un diámetro ovalado. Siempre que se lime para acabar el trabajo, no se deben dejar a mas de 0.002 a 0.003 pulg (0.05 a 0.07mm). Se recomienda limar con la mano izquierda para mantener los brazos y manos libres separados de la cabeza.

Al limar o pulir en el torno, es una buena costumbre cubrir la bancada con un papel para evitar que las limaduras caigan a las correderas y produzcan desgaste o daños en el torno.

PULIMENTADO.

El pulimentado es una operación de acabado, por lo general se hace después de limar, para mejorar el acabado de la superficie de la pieza de trabajo. El acabado obtenido en el diámetro está en relación con la aspereza y tipo de tela abrasiva utilizada. Una tela abrasiva de grano fino produce mejor acabado superficial. La tela abrasiva de óxido de aluminio se debe usar para pulir la mayor parte de los metales ferrosos; la tela abrasiva de carburo de silicio se usa en los metales no ferrosos.

MOLETEADO

El moleteado es un proceso para grabar rebajas en forma de rombos, o rectos, en la superficie de la pieza de trabajo. La finalidad del moleteado es mejorar el aspecto de la pieza y dar una mejor superficie para asirla.

Para ello, se aplica a presión una herramienta moleteadora que tiene un juego de rodillos cilíndricos y endurecidos, con el dibujo contra la pieza de trabajo en rotación. Los rodillos pueden ser para rombos o rectos en tres estilos: fino, mediano y grueso.

Las herramientas moleteadoras tienen un cuerpo con tratamiento térmico que se sujeta en el poste portaherramientas y un juego de rodillos endurecidos montados en una cabeza movable. La herramienta moleteadora tiene tres juegos de rodillos (finos, medianos y gruesos) montados en una cabeza que gira en un pasador de acero endurecido.

TORNEADO DE CONOS.

Un cono o conicidad se puede definir como un aumento o disminución uniforme en el diámetro de una pieza de trabajo al medir su longitud. Los conos en el sistema inglés se expresan en conicidad por pie o en conicidad por pulgada. Las conicidades en sistema métrico se expresan como la razón de 1 mm por unidad de longitud.

Por ejemplo, una conicidad de 1:20 tendría 1 mm de cambio en 20 mm de su longitud. Un cono ofrece un método rápido y exacto para alinear las partes de la máquina y para sujetar herramientas tales como: barrenos y brocas, rimas (escariadores). La Asociación de Standars Americana clasifica los conos utilizados en las máquinas como conos de autosujeción y de auto liberación.

Para cortar conos en torno se puede utilizar el aditamento para conos, descentrar el contrapunto o poner el soporte combinado al ángulo del cono.

El procedimiento para hacer un cono con el diámetro para conos sencillos o complejos en piezas de trabajo montadas entre centros o en un mandril, es básicamente el mismo y solo se requieren pequeños ajustes.

RANURADO

El ranurado, conocido comúnmente como rebajado, a menudo se realiza en el extremo de una rosca para permitir el recorrido completo de la tuerca hasta un hombro, o al borde de un hombro para asegurar el ajuste adecuado de las partes en contacto. La forma de la herramienta de corte y la profundidad del avance determinan la forma de la ranura.

Las ranuras cuadradas, redondas o en V son comunes en el trabajo del taller mecánico. Las ranuras sirven para proveer un rebajo o despejo en el extremo de una rosca o un aislamiento para sello anular (anillo "O")

TALADRADO

El taladrado es una operación que consiste en cortar un agujero en un material sólido. La mayor parte del taladrado se hace en una máquina de taladrar, o bien en el mismo torno. El taladrado en el torno puede hacerse de tres maneras:

1. Con la pieza de trabajo girando en un mandril y la broca sujeta en el agujero del husillo del contrapunto o en un mandril de portabrocas.
2. Con la pieza de trabajo girando en un mandril y la broca sujeta en un portaherramientas de cambio rápido montado en el carro.
3. Con la broca girando en un mandril portabrocas y la pieza de trabajo sujeta contra un soporte en contrapunto.

MANDRILADO.

El mandrilado es la operación de agrandar un agujero previamente obtenido por taladrado, de fundición, o mediante cualquier otro sistema. Por lo general, se emplea una herramienta de un solo filo para quitar material a medida que avanza hacia dentro de la pieza que gira.

Los agujeros se mandrilan para que resulten en una medida precisa y concéntricos con la superficie exterior, Los agujeros cónicos pueden mandrilarse ajustando el soporte orientado o el aparato de torneado cónico del mismo modo que para el torneado cónico.

ACHAFLANADO

Es la operación de producir un canto biselado con un ángulo especificado, en el extremo de un cilindro torneado; se efectúa para matar o quitar el canto vivo y acabar la pieza. El achaflanado se realiza también para facilitar la entrada de una pieza.

TRONZADO

El tronzado, o segado, es la operación de separar una pieza acabada de la barra de la cual se mecanizó. Se emplea una herramienta de tronzar o segar que tiene una hoja cortante larga y estrecha; para piezas de pequeño diámetro, esta herramienta puede obtenerse afilando una cuchilla normal. Las herramientas de tronzar se afilan de modo que corten solo el extremo a medida que penetran la pieza.

ROSCADO.

El roscado exterior es el tallado de filetes en el exterior de una barra. El roscado interior es el tallado de filetes dentro de un agujero. Los tornos están diseñados para ejecutar este tipo de trabajo, contándose con dispositivos especiales para el mismo, tales como el mecanismo de cambio rápido de ruedas dentadas, el husillo de roscar, y el disco graduado o cuadrante de roscas.

5.4.2 PERFILADORA

La perfiladora se utiliza para obtener superficies lisas. El útil se desliza sobre una pieza fija y efectúa un primer recorrido para cortar salientes, volviendo a la posición original para realizar el mismo recorrido tras un breve desplazamiento lateral. Esta máquina utiliza un útil de una sola punta y es lenta, porque depende de los recorridos que se efectúen hacia adelante y hacia atrás.

Por esta razón no se suele utilizar en las líneas de producción, pero sí en fábricas de herramientas y troqueles o en talleres que fabrican series pequeñas y que requieren mayor flexibilidad.

5.4.3 CEPILLADORA O LIMADORA

Entre las diversas máquinas utilizadas en la industria del trabajado de los metales para producir piezas de maquinaria, se encuentra el cepillo. Se trata de una máquina herramienta básica empleada tanto en los talleres generales como en los de herramientas. El cepillo puede mecanizar una superficie plana, lo mismo si está en un plano horizontal que en uno vertical o inclinado.

Son muchas las clases de piezas que pueden mecanizarse en el cepillo, dependiendo de las herramientas utilizadas y del modo de ajustar las variadas partes de la máquina.

El cepillo o la limadora hace su corte pasando una herramienta de una sola punta por la pieza de trabajo. La herramienta del cepillo se desplaza con un movimiento recíprocante sobre un solo eje mientras que la pieza de trabajo se mueve pasando por la herramienta ya sea horizontal, vertical o rotacionalmente respecto al movimiento de la herramienta.

Esta es la mayor de las máquinas herramientas de vaivén. Al contrario que en las perfiladoras, donde el útil se mueve sobre una pieza fija, la cepilladora mueve la pieza sobre un útil fijo.

Después de cada vaivén, la pieza se mueve lateralmente para utilizar otra parte de la herramienta. Al igual que la perfiladora, la cepilladora permite hacer cortes verticales, horizontales o diagonales. También puede utilizar varios útiles a la vez para hacer varios cortes simultáneos.

Algunos consideran al cepillo como una máquina herramienta obsoleta, y es cierto que en la actualidad una gran parte del trabajo que acostumbraba hacerse con el cepillo, se hace con la fresadora. Sin embargo, sigue siendo

Una máquina herramienta muy versátil que puede realizar una gran variedad de trabajos de maquinado. Por esta razón se ve todavía con bastante frecuencia en muchos talleres de maquinado.

El cepillo es una máquina herramienta que quita metal por medio de una herramienta monofilo semejante a la utilizada en el torno. Se caracteriza por utilizar herramientas simples, con ella se pueden obtener superficies planas y curvilíneas, generalmente el cepillo se utiliza en la manufactura de guías, cuñeros, ranuras en T y superficies planas.

a. CLASIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS CEPILLADORAS.

I. Cepillo de codo

1. Horizontal – Corte de Avance
 - Simples (trabajo de producción)
 - Universal (trabajo de herramientas)
2. Horizontal – Corte de retroceso
3. Vertical
 - Ranuradora
 - Mortajadora
4. De uso especial como corte de engranajes.

II. Cepillos de mesa.

- a. De doble bastidor
- b. Lateralmente abierto
 - a. Tipo de fosa
 - b. Cantedor

b. TIPOS DE CEPILLOS

CEPILLOS DE CODO

CEPILLOS DE CODO HORIZONTAL SIMPLE.

Un cepillo de codo horizontal consiste de una base y un bastidor que soporta un ariete horizontal, es de construcción muy simple. Al ariete que lleva la herramienta se le da un movimiento alternativo igual a la longitud de la carrera deseada. El mecanismo de retorno rápido que mueve al ariete está diseñado de manera que el recorrido de retroceso del cepillo de codo es más rápido que el recorrido de corte, lo cual reduce mínimo el tiempo inactivo de la máquina.

El cabezal portaherramienta en el extremo del ariete, que se puede girar angularmente, esta provisto de medios para la penetración de la herramienta en la pieza. En él sujeta un portaherramienta basculante pivoteado en la parte superior para permitir que la herramienta se levante en la carrera de retroceso y evitar así, que se incruste en la pieza. La mesa de trabajo está soportada sobre dos guías en cruz al frente del cepillo. Un tornillo de avance, en conexión con las guías, permite que la pieza se mueva transversal o verticalmente, manual o con transmisión de potencia. Un cepillo de codo universal que tiene estas mismas características, esta previsto de adaptaciones de giro e inclinación para posibilitar un maquinado preciso a cualquier ángulo.

CEPILLO DE CODO HIDRÁULICO

El cepillo de codo hidráulico se parece a aquellos impulsados por un mecanismo de brazo oscilante, la transmisión en este caso es un circuito hidráulico.

Una de las principales ventajas de este cepillo de codo consiste en que la velocidad de corte y la presión durante la impulsión del ariete es constante de principio a fin del corte.

La velocidad de corte se muestra por lo general en un indicador y no requiere cálculo. Tanto la longitud de la carrera como la posición relativa a la pieza, se puede cambiar con rapidez sin parar la máquina, moviendo dos pequeñas manijas al lado del ariete. El avance hidráulico se produce mientras la herramienta deja de tocar a la pieza y la operación completa de la máquina esta inactiva.

CEPILLO DE CODO DE CORTE EN EL RETROCESO

Este cepillo de codo, se llama así porque la herramienta es jalada por el ariete a través de la pieza en lugar de ser empujada. Se recomienda los cepillos horizontales con corte en el retroceso para los cortes fuertes. Se usan con frecuencia para el corte de grandes placas de matrices y para el maquinado de piezas grandes en los talleres ferroviarios.

Durante el corte la pieza se jala contra el apoyo posterior ajustable o la cara de la columna, reduciendo de este modo los esfuerzos en las guías en cruz y en los apoyos del carro.

CEPILLOS DE CODO VERTICAL

Los cepillos de codo verticales o ranurados, se usan principalmente en cortes interiores, planos y ángulos, y para operaciones que requieren cortes verticales debido a la posición en que se debe mantener la pieza. Las operaciones de este tipo se encuentran con frecuencia en el trabajo de matrices, moldes metálicos. El ariete del cepillo de codo opera de un modo vertical y tiene un dispositivo usual de retorno rápido como el de las máquinas de tipo horizontal.

La pieza al ser maquinada se sujeta en una mesa circular, teniendo un avance rotatorio además de los movimientos usuales de la mesa. El avance de la mesa circular permite el maquinado de superficies curvas, proceso que es particularmente deseable para muchas piezas irregulares que no se pueden torneár. Las superficies planas se cortan usando cualquiera de los avances transversales de la mesa. Un tipo especial de cepillo de codo vertical, conocido como mortajadora está diseñado para cortar cuñeros en engranajes, poleas, levas y piezas similares.

CEPILLOS DE MESA

Un cepillo de mesa es una máquina herramienta diseñada para desprender metal, moviendo la pieza en línea recta contra una herramienta de un solo filo. Similar al trabajo que se hace a un cepillo de codo, el cepillo de mesa se adapta a piezas mucho mayores. Los cortes, que son principalmente superficies planas, pueden ser horizontales, verticales o en ángulo. Además del maquinado de piezas grandes, el cepillo de mesa se usa con frecuencia para maquinar muchas piezas pequeñas sujetas en línea sobre una placa.

Los cepillos de mesa cuentan con distintos tipos de transmisión dependiendo ésta de los elementos que la conforman. Hay transmisión por engranajes (engranajes rectos y en espiral), hidráulica, por tornillo, por banda, por variador de velocidad y transmisión por cigüeñal.

La transmisión por tornillo se usa en primer lugar en los cepillos de cantar, mientras que la transmisión por cigüeñal, se encuentra solo en algunos cepillos de mesa pequeños. En algunos cepillos de mesa se usan motores de velocidad variable con inversión, controlados con topes en cada extremo de la carrera.

La transmisión hidráulica es altamente satisfactoria para los cepillos de mesa. Se logra una velocidad de corte uniforme a través de toda la carrera. La aceleración y desaceleración de la mesa se produce a una distancia tan corta de la carrera que no es necesario considerar el factor tiempo.

Una segunda ventaja, consiste en que las fuerzas de inercia a vencer son menores en un cepillo de mesa hidráulico que en el cepillo de mesa convencional con transmisión por engranes. Otras ventajas adicionales de la transmisión hidráulica son: presiones de corte uniformes, reversión rápida de la mesa, medios rápidos para variar la carrera y un menor ruido en la operación.

CEPILLO DE MESA DE DOBLE BASTIDOR.

Este cepillo de mesa consta de una base pesada y larga en la que la mesa o plancha se mueve alternativamente. El bastidor vertical en el centro, a los lados de la base, soporta al travesaño en el que las herramientas avanzan a través de la pieza. Se avanzan de una manera manual o por potencia, tanto en dirección vertical como transversal.

CEPILLO DE MESA ABIERTO LATERALMENTE

Este cepillo de mesa tiene el bastidor en un solo lado. El lado abierto permite el maquinado de piezas anchas. La mayoría de los cepillos tienen una guía plana y una doble V lo cual permite expansiones desiguales en la bancada y la mesa. Las bridas ajustables al lado de la bancada y la mesa controlan la longitud de la carrera de la mesa.

La precisión de los cepillos de mesa abiertos de lado y el de doble bastidor esta determinada por su rigidez y la manera en que se maquinen las guías.

CEPILLO DE MESA TIPO FOSA

Un cepillo de mesa tipo fosa es de construcción voluminosa y difiere de uno ordinario en que la bancada es estacionaria y la herramienta se mueve sobre la pieza. Dos cabezales de tipo pistón hidráulico están montados en el travesaño y cada uno esta provisto de un doble portaherramienta basculante para el cepillado de guías dobles. Los dos bastidores reversibles que soportan al travesaño se deslizan sobre guías y tienen transmisión por tornillo desde un sinfín encerrado en un extremo de la bancada.

Todos los avances son automáticos y reversibles, y están diseñados para operar ya sea a ambos extremos de la carrera de cepillado o en uno solo de ellos.

CEPILLO DE MESA DE CANTEAR O DE PLACAS.

Este tipo de cepillo de mesa se proyectó para el maquinado de los cantos de placas pesadas de acero para recipientes a presión y placas de blindaje. La placa se sujeta a una bancada y el carro que sostiene a la herramienta cortante se mueve hacia atrás y adelante a lo largo del canto. Se usa un gran tornillo de transmisión para mover el carro. La mayoría de cepillo de canteo usan fresas en lugar de las herramientas convencionales del cepillo de mesa, para mayor precisión.

c. OPERACIONES PRINCIPALES DEL CEPILLO (O LIMADORA)

CEPILLADO HORIZONTAL.

El cepillo de codo se utiliza para maquinar superficies planas sobre piezas de trabajo sujetadas en una prensa de mordazas. Este es el primer caso para escuadrar un bloque. Para el corte por cepillado horizontal es necesario pasar primero con la operación de desbaste y después seguir con la operación de acabado. En el cepillado horizontal la pieza se mueve transversalmente formando la dirección de dicho movimiento un ángulo recto con la dirección del movimiento principal.

MAQUINADO DE ESTRÍAS

Estriado es el proceso de ranurar o corrugar una superficie. Es similar al moleteado, excepto que se hace una superficie plana. Con frecuencia se cortan dos juegos de ranuras o acanaladuras que se entrecruzan para formar puntos agudos. El estriado se utiliza para varias razones. Por ejemplo, las superficies pueden ser estriadas para impedir un movimiento relativo entre partes.

Los agujeros abocardados con frecuencia se estrían para que los tornillos o remaches no giren después de que se les ha colocado en su lugar. Para cortar estrías con un cepillo de codo se necesita hacer girar la prensa de mordazas a 30 grados en una dirección, completando una serie de cortes se hace girar 30 grados la prensa sujetadora en la otra dirección y se repite.

MAQUINADO O CEPILLADO VERTICAL.

En el cepillado vertical la herramienta determina el movimiento de avance desplazándose verticalmente contra la superficie de trabajo. Un corte vertical (hacia arriba y hacia abajo) se hace cuando se maquina el extremo de una pieza larga, se escuadra un bloque o se corta una saliente. Al igual que para el maquinado horizontal es necesario efectuar primero una operación de desbaste y después una operación de acabado.

MAQUINADO DE UN ÁNGULO O BISEL.

Hay dos métodos de maquina un ángulo o bisel. El más sencillo es sujetar la pieza de trabajo en la prensa de mordazas con la línea de trazo paralela a la parte superior de las mordazas de la prensa, entonces se maquina el ángulo o bisel en la misma forma que para una superficie horizontal.

El segundo método es maquina la pieza como si fuera una superficie vertical utilizando la corredera vertical colocada en ángulo.

CORTE DE CHAVETEROS, ASIENTOS PARA CHAVETAS Y ABERTURAS INTERNAS.

Una ranura o acanaladura es una abertura de forma rectangular. Un chavetero es una ranura en el interior de un agujero en una rueda, polea, etc. El chavetero es un portaherramientas de extensión. La herramienta de corte se tiene que mantener lo mas cerca que se pueda del cabezal.

CEPILLADO DE UNA SUPERFICIE IRREGULAR.

El cepillo de codo es capaz de maquinar contornos tanto cóncavos como convexos. Para superficies estrechas o irregulares se utiliza una herramienta conformadora afilada a la forma exacta que se necesita.

5.4.4 FRESADORA

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

En la máquina fresadora se desprende metal cuando la pieza avanza contra la herramienta cortante. Exceptuando el movimiento de rotación, el cortador no tiene otro movimiento.

El cortador de la máquina fresadora (llamado fresa) tiene una serie de aristas cortantes sobre la circunferencia y cada una de ellas actúa como un cortador individual durante el ciclo de rotación. La pieza se monta sobre una mesa que controla el avance contra el cortador. En la mayoría de las máquinas, la mesa tiene tres posibles movimientos: longitudinales, transversales y verticales, pero en algunas, la mesa puede tener un movimiento de giro o de rotación.

La fresadora es la más versátil de todas las máquinas herramientas, las superficies de tipo plana o perfiles determinados pueden ser maquinados con acabados y precisión excelente. Los ángulos, ranuras, dientes de engrane o cortes interiores, pueden hacerse empleando cortadores diferentes.

Las brocas, rimas y herramientas para mandrilar pueden montarse en el alojamiento del árbol, quitando el árbol cortador. Dado que todos los movimientos de la mesa tienen ajustes micrométricos, los agujeros y otros cortes pueden espaciarse con precisión.

La mayoría de las operaciones realizadas en cepilladoras, generadoras de engranes, pueden hacerse en la máquina fresadora. Estas producen mejor acabado y mantienen los límites de las tolerancias con una mayor facilidad que las cepilladoras. Pueden hacer cortes profundos sin sacrificios apreciables en su acción en su acción y puede usarse mucho tiempo antes de ser rectificadas.

a. CLASIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS FRESADORAS.

A. Tipo de columna y cartela.

- 1.Fresadora manual
- 2.Fresadora horizontal
- 3.Fresadora universal
- 4.Fresadora vertical

B. Fresadora tipo cepillo

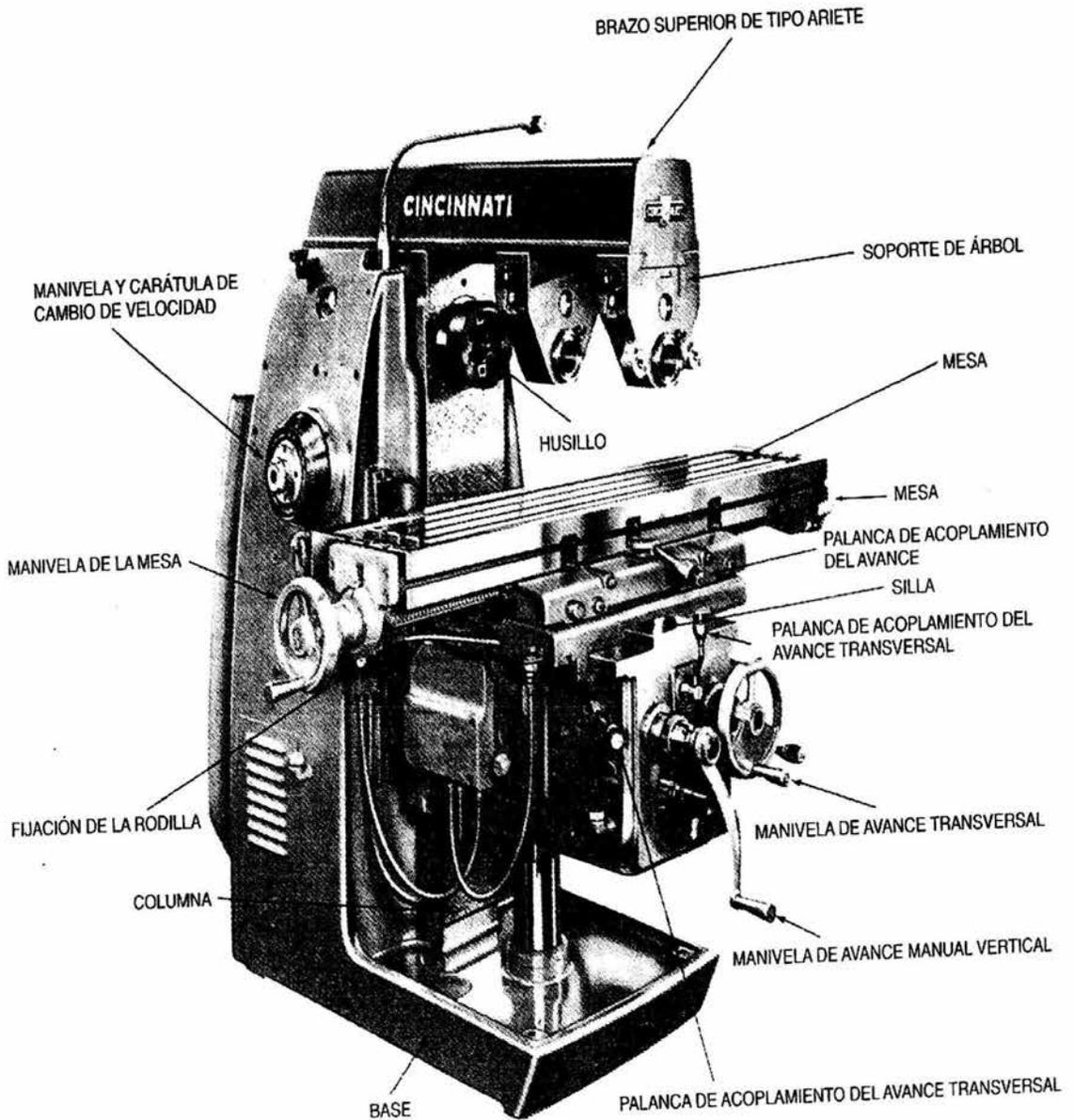
C. Fresadora de Bancada fija

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

D. Centros de maquinado

E. Tipos Especiales

- 1.Fresadora con mesa giratoria
- 2.Fresadora planeadora
- 3.Maquina perfiladora
- 4.Fresadora copiadora
- 5.Fresadora de pantógrafo



MÁQUINA FRESADORA HORIZONTAL UNIVERSAL

b. TIPOS DE FRESADORAS

FRESADORA HORIZONTAL

Se le llama así porque el husillo está dispuesto horizontalmente al igual que la mesa de trabajo

FRESADORA UNIVERSAL

La fresadora universal es muy similar a la fresadora horizontal, pero bien es la misma, solo que la diferencia consiste en que la fresadora universal posee un dispositivo más, el cual sirve para que la mesa pueda rotarse hasta cierto ángulo.

Este dispositivo no es más que una cubierta de rotación que está colocada entre la mesa y la silleta o caballete, esta permite que la mesa se puede rotar y permitir así el tallado de los dientes de engranes. Por lo tanto, para la fabricación de engranes es necesario que la fresa sea universal y posea además de la cubierta giratoria, el cabezal divisor.

FRESADORA VERTICAL

Una máquina fresadora vertical se le llama así por la posición vertical del árbol de corte, es decir, este se encuentra formando un ángulo recto en la mesa. Los movimientos son los mismos que los de la fresadora horizontal o universal. Ordinariamente no se le da a la herramienta otro movimiento que no sea el usual de rotación. Sin embargo, el cabezal del árbol puede girar, lo cual permite colocar el árbol que se encuentra en un plano vertical en cualquier posición desde la vertical hasta la horizontal.

FRESADORA PLANEADRA

La fresadora tipo planeadora esta diseñada para grandes piezas que requieren pasadas profundas y fuertes avances, que son las que abundan en la industria pesada. Las piezas se aseguran en una larga mesa similar a las que poseen las planeadoras. Las fresadoras de este tipo pueden ir equipadas con uno o más cabezales de fresado, los cuales pueden situarse y ajustarse horizontalmente sobre el carril de la travesía, o verticalmente en los pies derechos del bastidor.

FRESADORA DE GRAN PRODUCCIÓN

Esta fresadora se usa principalmente para producir piezas mecanizadas en grandes cantidades pudiendo aplicarse para una extensa variedad de operaciones de fresado. Con dispositivos de fijación de la pieza y cabezales de husillo especiales, estas máquinas pueden utilizarse para el refrentado, fresado de superficies planas y mecanizar perfiles especiales por medio de una combinación de fresas montadas en el árbol portafresas. El husillo gira sobre cojinetes situados en el soporte del mismo, el cual puede moverse verticalmente sobre las guías mecanizadas del cabezal.

La mesa cabalga en las guías mecánicas de la bancada y se mueve longitudinalmente y en sentido perpendicular al husillo; su superficie superior tiene una serie de ranuras en "T" que se emplean para alinear y sujetar la pieza. La mesa no puede moverse verticalmente (subir o bajar) por ello, es limitada la altura de la pieza que puede fresarse.

FRESADORA PARA UTILES Y MATRICES.

Es una máquina diseñada para el fresado de superficies curvas o irregulares y de superficies situadas entre salientes, soleras y protuberancias. Por medio de una punta de trazar que cabalga sobre una leva, la fresa reproduce, automáticamente y con precisión, perfiles complicados. Con esta máquina puede también realizarse las operaciones de fresado usuales.

c. PRINCIPALES OPERACIONES DE LA FRESA

FRESADO PLANO

El fresado en plano o de placas, es la producción de superficies planas horizontales y paralelas con el eje del árbol de la fresadora. La pieza de trabajo se puede sujetar a una prensa, dispositivo o directamente en la mesa.

FRESADO VERTICAL.

Es el proceso de maquinar una superficie vertical plana, perpendicular al eje del árbol de la fresadora. Esta opción se efectúa por la acción combinada de los dientes en la periferia y los lados de una fresa para corte lateral, convencional (ascendente) o descendente.

FRESADO DE FRENTE.

Es el producto de producir una superficie plana paralela a la columna de la fresadora. Esta operación se efectúa con una fresa de frente montada en el husillo de la fresadora.

El fresado de frente también se puede efectuar con un aditamento para fresado vertical a fin de producir superficies planas horizontales. Los dientes de la periferia y del extremo hacen corte.

FRESADO DE EXTREMO.

Es una operación similar al fresado de frente, pero con una fresa mucho más pequeña. El corte se hace con el frente y con la periferia de la fresa. Esta operación se utiliza para refrentar superficies pequeñas, cortar ranuras, producir rebajas internas y escuadrar los extremos de una pieza de trabajo.

RANURADO

Es el proceso de cortar ranuras en la pieza de trabajo. Se utiliza una fresa de corte lateral con dientes escalonados o una fresa para extremos.

ASERRADO

Se puede efectuar en la fresa con una sierra delgada para metales. Como estas sierras se rompen con facilidad, solo se deben utilizar en fresadoras equipadas con eliminador de juego muerto y fresado descendente.

FRESADO A HORCAJADAS.

Requiere el uso de dos fresas de corte lateral para fresar en una pasada los lados opuestos de la pieza de trabajo en forma paralela. Las Fresas están separadas en el árbol con uno o más espaciadores de la longitud necesaria, de modo que la distancia entre las caras internas de las fresas sea

igual al tamaño deseado. Las aplicaciones del fresado a horcajadas son para hacer cabezas cuadradas y hexagonales en tornillos.

FRESADO MÚLTIPLE.

Es un método rápido para trabajos porque se pueden maquinar varias superficies en una pasada y, por ello, se usa mucho es trabajo de producción. Se emplean dos o más fresas en el árbol para producir la forma necesaria. Las fresas pueden ser una combinación de fresas para corte plano y corte lateral.

FRESADO CONVENCIONAL Y DESCENDIENTE.

El método más común para el avance es mover la pieza de trabajo contra el sentido de rotación de la fresa (fresado convencional o ascendente) Sin embargo, si la fresadora está equipada con eliminador de juego muerto se pueden fresar ciertos tipos de piezas con fresado descendente. En las fresadoras, la pieza entra en contacto con un dispositivo circular que cuenta con varios puntos de corte. La pieza se sujeta a un soporte que controla su avance contra el útil de corte. El soporte puede avanzar en tres direcciones: diagonal, horizontal y vertical.

La máquina fresadora horizontal y la fresadora vertical son dos de las herramientas más útiles y versátiles ya que ambas máquinas utilizan uno o más fresas o cortadores giratorios que tienen uno o varios filos cortantes. La pieza de trabajo, que debe quedar sujeta a una prensa de tornillo, o con un aditamento o accesorio para fijar a la mesa, es avanzada o alimentada hacia la herramienta de corte giratoria.

Equipadas con los accesorios apropiados, las máquinas de fresado son capaces de llevar a cabo una gran variedad de operaciones, como taladrado, escariado, barrenado, contra taladrado y careado, para tuercas, y sirven para producir superficies y formas helicoidales.

Las fresadoras son las máquinas herramientas más versátiles. Permiten obtener superficies curvadas con un alto grado de precisión y un acabado excelente. Los distintos tipos de útiles de corte permiten obtener ángulos, ranuras, engranajes o muesca.

5.4.5 TALADRADORAS Y PERFORADORAS

La ejecución de un agujero en una pieza puede ser, en algunos casos, una operación sencilla, pero en el taller mecánico suele constituir un trabajo importante y preciso. Han sido diseñadas un número de herramientas y de máquinas con el fin de que los taladros puedan ser prácticos rápida, económica y adecuadamente en toda clase de materiales.

La taladradora es la segunda máquina herramienta conocida por orden de antigüedad, habiendo sido inventada poco después del torno, y probablemente es la máquina mas usada en el taller.

El objeto principal de una taladradora es asir, hacer girar y hacer girar una broca helicoidal para producir un agujero en un trozo de metal o de otro material. Por lo general, la broca o la herramienta de corte giratoria se avanza hacia la pieza en forma manual, en las taladradoras del tipo banco, y manual o automáticamente en las del tipo de piso.

Las máquinas taladradoras y perforadoras se utilizan para abrir orificios, para modificarlos o para adaptarlos a una medida o para rectificar o esmerilar un orificio a fin de conseguir una medida precisa o una superficie lisa. Su función es sujetar y hacer girar la herramienta de corte (generalmente una broca en espiral) de forma que pueda hacer una perforación en una pieza de metal u otro material. Operaciones como el taladrado, escariado, refrentado, avellanado, machuelado, comúnmente se llevan a cabo con un taladro.

La perforación implica el aumento de la anchura de un orificio ya taladrado. Esto se hace con un útil de corte giratorio con una sola punta, colocado en una barra y dirigido contra una pieza fija. Entre las máquinas perforadoras se encuentran las perforadoras de calibre y las fresas de perforación horizontal y vertical.

Hay taladradoras de distintos tamaños y funciones, desde taladradoras portátiles a radiales, pasando por taladradoras de varios cabezales, máquinas automáticas o máquinas de perforación de gran longitud.

b. CLASIFICACIÓN DE LAS TALADRADORAS

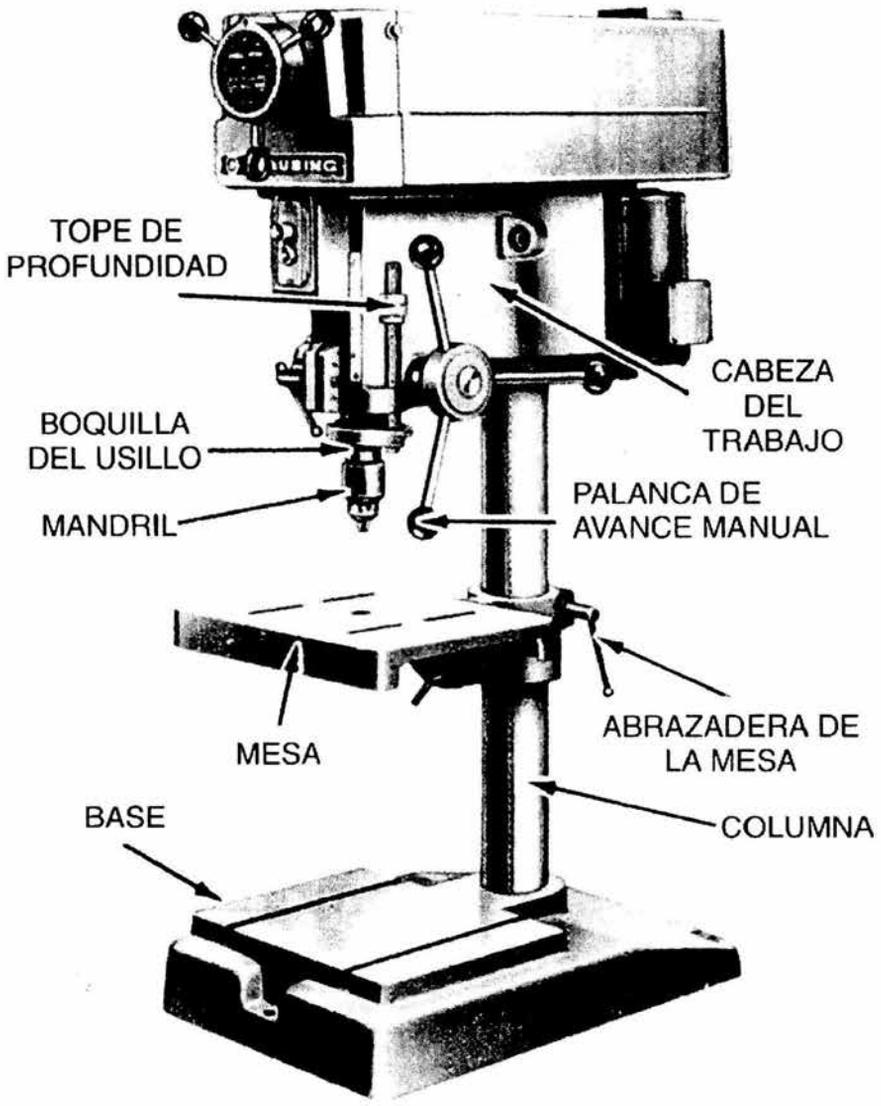
Pueden clasificarse en tres grupos generales:

1. De husillo vertical

- a) Taladradora vertical corriente
- b) Taladradora vertical sensitiva
- c) Taladradora vertical pesada.

2. De varios husillos (o taladradora múltiple)

3. De husillo radial (o taladradoras radiales)



TALADRO SENSIBLE DE TIPO DE BANCO

a. TIPOS DE TALADRADORAS

TALADRADORA VERTICAL CORRIENTE

La máquina de taladrar de husillo vertical, tipo corriente, esta constituida por una columna principal unida a una base; una ménsula amordazada a la columna sirve de soporte a la mesa. La ménsula o brazo puede girar alrededor de la columna según un ángulo de 90 grados, a la derecha o a la izquierda; también puede deslizarse hacia arriba o hacia abajo y puede sujetarse firmemente en cualquiera de las posiciones que consienten los movimientos mencionados. Asimismo, la mesa puede girar sobre su mismo centro hasta la posición deseada, entonces, enclavarse en la misma.

La columna sostiene también el mecanismo de accionamiento, el cual incluye una transmisión a velocidad variable, el mecanismo de inversión, el soporte del husillo y el husillo, y un mando de avance automático. El husillo puede ajustarse a la altura deseada sobre la columna y enclavarse en el punto deseado.

Este tipo de taladradora es una máquina para trabajos en general, la cual puede utilizarse para todas las clases de taladrado, escariado, avellanado, refrentado, roscado y lapeado. Las piezas grandes se fijan correctamente a la mesa mediante bridas y pernos en "T". Las piezas pequeñas se sostienen con un tornillo de mordazas que puede fijarse a la mesa, aunque, para piezas realmente pequeñas, a veces el tornillo se mantiene estacionario sujetándolo firmemente por su mango.

TALADRADORA VERTICAL SENSITIVA.

Es una taladradora ligera que es más adecuada que una taladradora de mayor capacidad para operaciones tales como lapeado y taladrado de agujeros pequeños a gran velocidad. Estas máquinas no tienen mecanismos de avance automático, por lo que ésta operación debe ser efectuada a mano. La mesa interior y el husillo pueden ajustarse a la altura requerida. La mesa cuadrada superior puede inclinarse para el taladrado angular y puede girar para situarla fuera de la trayectoria de la broca cuando deben taladrarse piezas de gran longitud.

Otro tipo de taladradora sensitiva es el modelo de banco. El cabezal, junto con el husillo, puede subir y bajar a lo largo de la columna cilíndrica cuando la broca es llevada a establecer contacto con la pieza.

Es una máquina potente diseñada para taladrar grandes agujero, aunque puede usarse para cualquier tipo de trabajo de taladrado. Tiene una plataforma ajustable fuertemente sujeta a la parte anterior de la columna y que se apoya en un tornillo también ajustable. Las velocidades del tornillo son 12, desde 60 a 1000 revoluciones por minuto; los avances son en número 9. Los giros de avance y de retroceso, así como la posición de paro del husillos, son controlados por la palanca situada en el lado izquierdo de la máquina. El husillo tiene su alojamiento adaptado al cono morse número 4.

TALADRADORA MÚLTIPLE DE HUSILLO INDEPENDIENTE.

Es una máquina que tiene una gran base para sostener una larga mesa. La parte superior de la base, o bastidor, permite que sea posible el montaje de varios husillos, siendo

cada uno de estos accionado por su motor individual directamente conectado. La mesa tiene una regata en su contorno para el retorno del lubricante de corte y ranuras en T en su superficie para facilitar la estacada de las piezas sobre ella; su altura puede ajustarse por medio de tornillos de transmisión sin fin y rueda helicoidal montada sobre cojinetes de bolas.

Por lo general, este tipo de máquinas se prefiere cuando la pieza debe moverse desde un husillo a otro para operaciones sucesivas. Los husillos pueden colocarse en el bastidor de acuerdo con la naturaleza particular del trabajo a ejecutar.

TALADRADORA MÚLTIPLE CON CABEZALES DE VARIOS HUSILLOS.

La taladradora múltiple con varios cabezales puede tener un número cualquiera de husillos desde 4 a 48, o más, todos ellos accionados mediante una transmisión única montada en un cabezal.

Los cabezales con varios husillos sirven especialmente para operaciones de producción en masa, tales como taladrado, escariado o roscado de muchos agujeros a la vez en una pieza específica, por ejemplo, el bloque de un motor de automóvil. A veces, en una máquina, pueden haber dos o más cabezales de taladrado, cada uno con varios husillos, esto es necesario cuando hay que taladrar agujeros desde más de una dirección como, por ejemplo, en los lados y en la parte superior e inferior de una pieza. Las unidades de producción de este tipo rara vez se emplean en los talleres donde normalmente se efectúan trabajos que requieren una gran destreza.

TALADRADORA RADIAL.

La taladradora radial es una máquina de precisión de forma que el mecanismo completo puede ajustarse para llevar el husillo a la posición requerida sobre la pieza, la cual se sujeta fuertemente a la base fija. El brazo, de grandes dimensiones, de la máquina sube o baja mediante un mecanismo accionado por un motor, el cual actúa sobre un tornillo de elevación largo y fijo; este brazo queda automáticamente enclavado a la columna vertical cuando se para el mecanismo de elevación. El cabezal, que contiene el husillo y el mecanismo de avance mecánico, puede moverse a lo largo del brazo y fijarse en posición. El brazo puede también girar alrededor de la columna y fijarse en posición.

Este tipo de máquina de taladrar se emplea generalmente para piezas demasiado grandes o pesadas para ser colocadas sobre la mesa de una taladradora vertical, y especialmente para trabajos en que se requiere un alto grado de precisión. Tiene una capacidad apropiada para taladrar o roscar agujeros de hasta 1 ½ pulgadas (38 milímetros) de diámetro de acero y hasta 2 pulgadas (50 milímetros) de diámetro en hierro fundido, dentro de tolerancias muy estrictas.

c. PRINCIPALES OPERACIONES DE LA TALADRADORA.

AVELLANADO.

El avellanado es el proceso de agrandar la parte superior de un agujero para darle una forma cónica. Los avellanados se proporcionan con ángulos incluidos de 60 a 82 grados. El avellanado de 60 grados se emplea para producir agujeros para centros de torno; en tanto que el de 82 grados se utiliza para producir el agujero cónico que permite dar acomodo a un

perno o tornillo de máquina de cabeza plana. También pueden usarse los avellanados para quitar rebabas del borde superior de un agujero taladrado.

El avellanado para acomodar un tornillo de máquina de cabeza plana, debe hacerse de modo que la cabeza de éste quede a nivel con la parte superior de la superficie de trabajo. Por lo general, la velocidad para avellanar es aproximadamente un cuarto de la recomendada para taladrar.

ENSANCHAMIENTO DE AGUJEROS CON FONDO PLANO.

Esta operación consiste en agrandar la parte superior de un agujero antes taladrado. Los abocardadores de fondo plano se fabrican de varios tipos y tamaños, con brocas centradoras que pueden ser fijas o intercambiables. Los agujeros se ensanchan de esta manera para crear un agujero agrandado con resalto a escuadra que tiene como fin dar acomodo a la cabeza de un perno o tornillo prisionero, o el resalto de una espiga. La velocidad para esta operación suele ser alrededor de un cuarto de la recomendada para taladrar.

ESCARIADO

El propósito del escariado es darle a un agujero taladrado o ensanchado su tamaño y forma finales, y producir un buen acabado superficial en el agujero. La velocidad, el avance y la tolerancia del escariado, son tres factores que pueden afectar la precisión del agujero escariado. Se deja aproximadamente 0.4 mm (1/64 pulgada) para escariar agujeros hasta de 0.8 mm (1/32 pulgada) para agujeros con un diámetro de más de 12.5 mm (1/2 pulgada).

La velocidad para escariar suele ser aproximadamente la mitad de la correspondiente al taladrado. Hay dos tipos de escariadores que se emplean en el taller mecánico: los manuales y los de máquina. Los manuales tienen sección cuadrada en uno de sus extremos y se utilizan para eliminar no más de 0.12 mm (0.005 pulgada) de un agujero; los de máquina tienen mango recto o cónico y se utilizan aplicándoles energía mecánica.

PENETRADO

El penetrado es la operación de practicar un segundo agujero de mayor diámetro que el primero, pero concéntrico con él. Cuando la operación se efectúa en una taladradora, se emplea una herramienta de penetrar conocida con la designación de broca de dos diámetros, la cual está constituida por la herramienta de corte propiamente dicha y un elemento de guía, o piloto, de menor diámetro que aquella; los pilotos sirven, una vez montados en la broca, para que ésta se mantenga concéntrica con el agujero original, y son intercambiables con otros de diferentes medidas a fin de poder ajustarse a varios diámetros de agujeros.

REFRENTADO.

Es la operación de mecanizar una superficie circular plana alrededor de un agujero con el fin de obtener un asiento para una cabeza de tornillo, una tuerca o una arandela. Por lo general, esta operación se efectúa en las piezas fundidas, pudiéndose llevar a cabo con una broca de dos diámetros. La superficie mecanizada debe ser perpendicular al eje del agujero.

ROSCADO.

Los agujeros que deben roscarse con macho se taladran primero a un diámetro especificado. Para roscar agujeros en una máquina de taladrar normal, debe utilizarse un accesorio especial, este accesorio se sujeta al husillo de la taladradora mediante un árbol cónico que también acciona el mecanismo del tipo de fricción. El portaherramientas o giramachos centra con precisión el macho sobre la parte redonda de este, mientras que unas mordazas lo sujetan por su extremo cuadrado en forma firme y rígida, lo que evita que el macho se salga cuando gira al revés.

El mecanismo de accionamiento esta construido de forma que hace girar el macho en sentido de las agujas del reloj (dentro de la pieza) cuando la manivela de avance de la máquina es movida hacia abajo; Cuando la manivela es movida hacia arriba, se invierte el sentido de giro del macho y, así, puede sacarse del agujero. Con la práctica, es posible mandar los movimientos de avance y del retroceso del macho con una experta manipulación de la manivela citada. El accesorio de roscar es un dispositivo que permite ahorrar tiempo cuando hay que roscar con macho un gran número de piezas idénticas.

LAPEADO.

El lapeado es un método de quitar cantidades muy pequeñas de material por medio de un abrasivo, el cual se mantiene en contacto con las paredes del agujero a lapear utilizando una herramienta adecuada. Existen muchas clases de herramientas de lapear como los casquillos de cobre.

En funcionamiento, la herramienta debe ajustar precisamente en el agujero y, mientras gira dentro de él, debe moverse constantemente arriba y abajo a fin de que aquel quede perfectamente cilíndrico.

El trabajo de lapeado es largo y tedioso. Por lo general, con este método solo se extraen unas pocas milésimas de pulgada, o centésimas de milímetro, de material. Es práctica común lapear pequeños agujeros de menos de 3/8 (10 mm) de diámetro, cuando el metal ha sido templado, porque raramente se encuentran muelas tan reducidas. Antes del temple, los agujeros pequeños que deben lapearse se escarían con un escariador de lapear, el cual tiene 1 o 2 milésimas de pulgada (0.025 o 0.05 mm) menos que el escariador de medida normal.

ENSANCHAMIENTO DE AGUJEROS.

Es el proceso de agrandar un agujero previamente taladrado, o que se hizo con un núcleo en una pieza vaciada, con el fin de producir un agujero recto y llevarlo a su tamaño exacto. La mayor parte de las operaciones de ensanchamiento de agujeros que se realizan en una taladradora son mediante una herramienta de corte con una sola punta que se monta en un mango especial, el cual se ajusta en el husillo de aquella. La velocidad para ensanchar es la misma que se aplica para taladrar un agujero del mismo tamaño.

Solo debe emplearse una taladradora para ensanchar agujeros si no resulta práctico utilizar otra máquina para esta operación. Para que la operación resulte eficaz en una taladradora, la mesa debe tener un agujero en el centro, el cual sirve de apoyo o de guía al extremo del mango.

5.4.6 PULIDORA

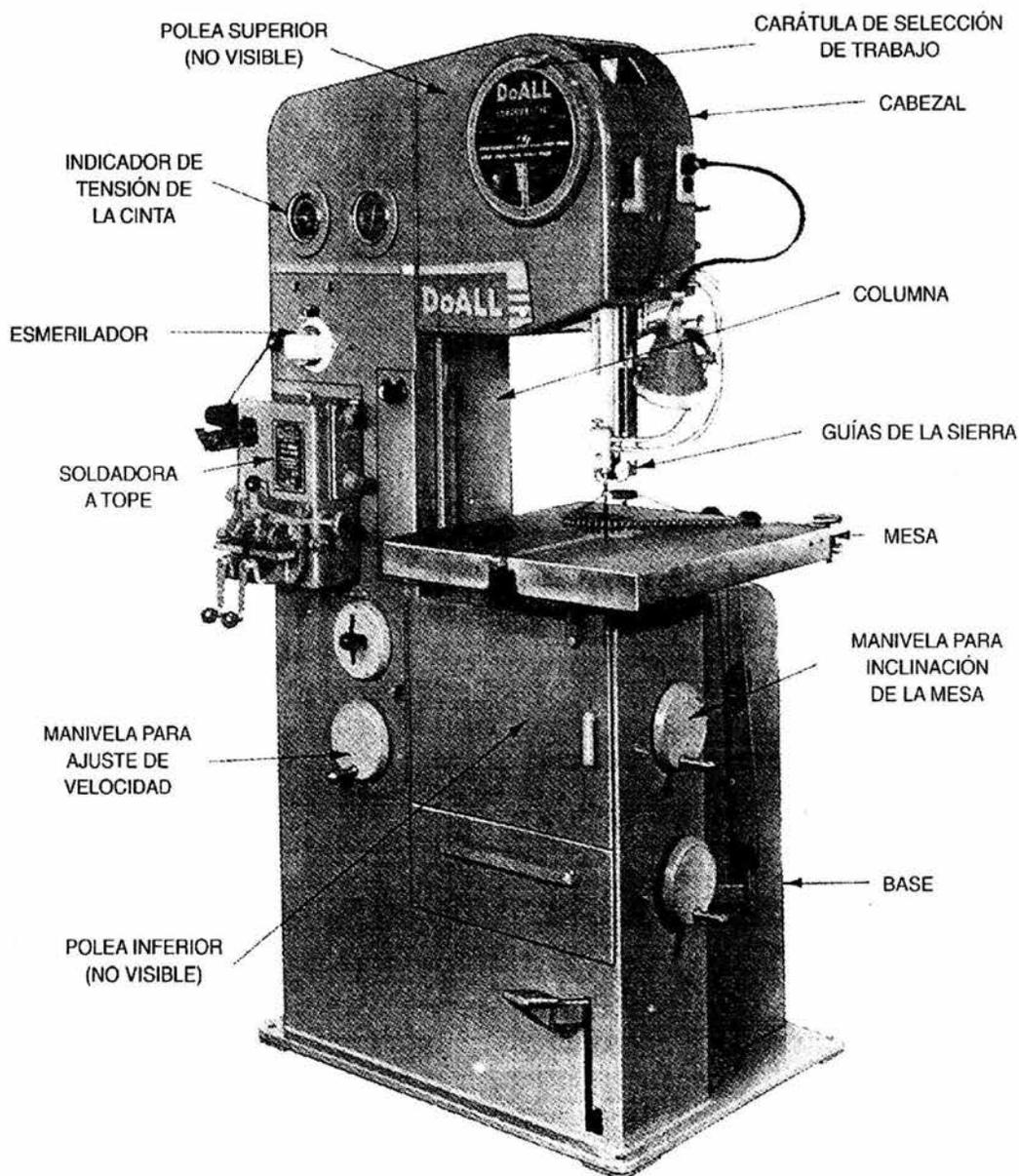
El pulido es la eliminación de metal con un disco abrasivo giratorio que trabaja como una fresadora de corte.

El disco está compuesto por un gran número de granos de material abrasivo conglomerado, en que cada grano actúa como un útil de corte minúsculo. Con este proceso se consiguen superficies muy suaves y precisas.

Dado que sólo se elimina una parte pequeña del material con cada pasada del disco, las pulidoras requieren una regulación muy precisa. La presión del disco sobre la pieza se selecciona con mucha exactitud, por lo que pueden tratarse de esta forma materiales frágiles que no se pueden procesar con otros dispositivos convencionales.

5.4.7 SIERRAS

Las sierras mecánicas más utilizadas se pueden clasificar en tres categorías, según el tipo de movimiento que se emplea para realizar el corte: de vaivén, circulares o de banda. Las sierras suelen tener un banco o marco, un tornillo para sujetar la pieza, un mecanismo de avance y una hoja de corte. Las sierras para corte de metal se utilizan para cortar metal a la longitud y forma apropiadas.



SIERRA CINTA VERTICAL PARA CONTORNEALR

a. TIPOS DE SIERRAS

Existen dos clases principales de sierras para corte de metal: la sierra cinta (horizontal y vertical) y la sierra de corte recíprocante. En la sierra cinta vertical la pieza de trabajo se sostiene sobre la mesa y se lleva en contacto con la hoja de la sierra en corte continuo. Se puede utilizar para cortar las piezas de trabajo a la longitud y forma deseadas. La sierra cinta horizontal y la sierra recíprocante se utiliza para cortar piezas sólo a longitud. El material se sujeta en una prensa y se pone la hoja de la sierra en contacto con el trabajo.

La sierra cinta vertical (sierra cinta para contornos) tiene varias características que no se encuentran en otras máquinas para cortar metales, esta consiste de tres partes básicas: la base, la columna y el cabezal.

Se pueden realizar muchas operaciones más rápidas y fácilmente con la sierra cinta vertical para contorno ya que ahorra tiempo, material, pueden eliminarse grandes secciones de una pieza de trabajo completas, en vez de reducirlas a virutas, como en las máquinas comunes.

b. OPERACIONES USUALES DE LA SIERRA CINTA***RECORTE***

Se puede eliminar secciones de metal en una sola pieza, en vez de en virutas.

RANURADO

Esta operación puede llevarse a cabo rápidamente y con precisión, sin necesidad de dispositivos costosos.

FORMADO TRIDIMENSIONAL.

Se pueden cortar formas complicadas, solo hay que seguir las líneas de trazo.

CONTORNEADO

Pueden cortarse fácilmente contornos internos o externos. Las secciones internas generalmente se retiran en una sola pieza.

PARTICIÓN

Esta operación se puede realizar rápidamente, con un mínimo de desperdicio de material.

CORTE DE ÁNGULO

La pieza de trabajo puede sujetarse en cualquier ángulo y avanzar a la sierra. La mesa puede inclinarse en el caso de ángulos en combinación.

5.4.8 ESMERILADORAS Y RECTIFICADORAS.

Estas máquinas utilizan una herramienta de corte abrasiva para trabajar la pieza al tamaño preciso y producir un buen acabado superficial. En el proceso de rectificado, la superficie de la pieza de trabajo se pone en contacto con la rueda abrasiva giratoria.

Las rectificadoras más comunes son las de superficies, las cilíndricas, las de corte y para afilar herramientas, y los esmeriles de banco o pedestal. Las rectificadoras de superficie se utilizan para producir superficies planas, angulares o de contorno en una pieza.

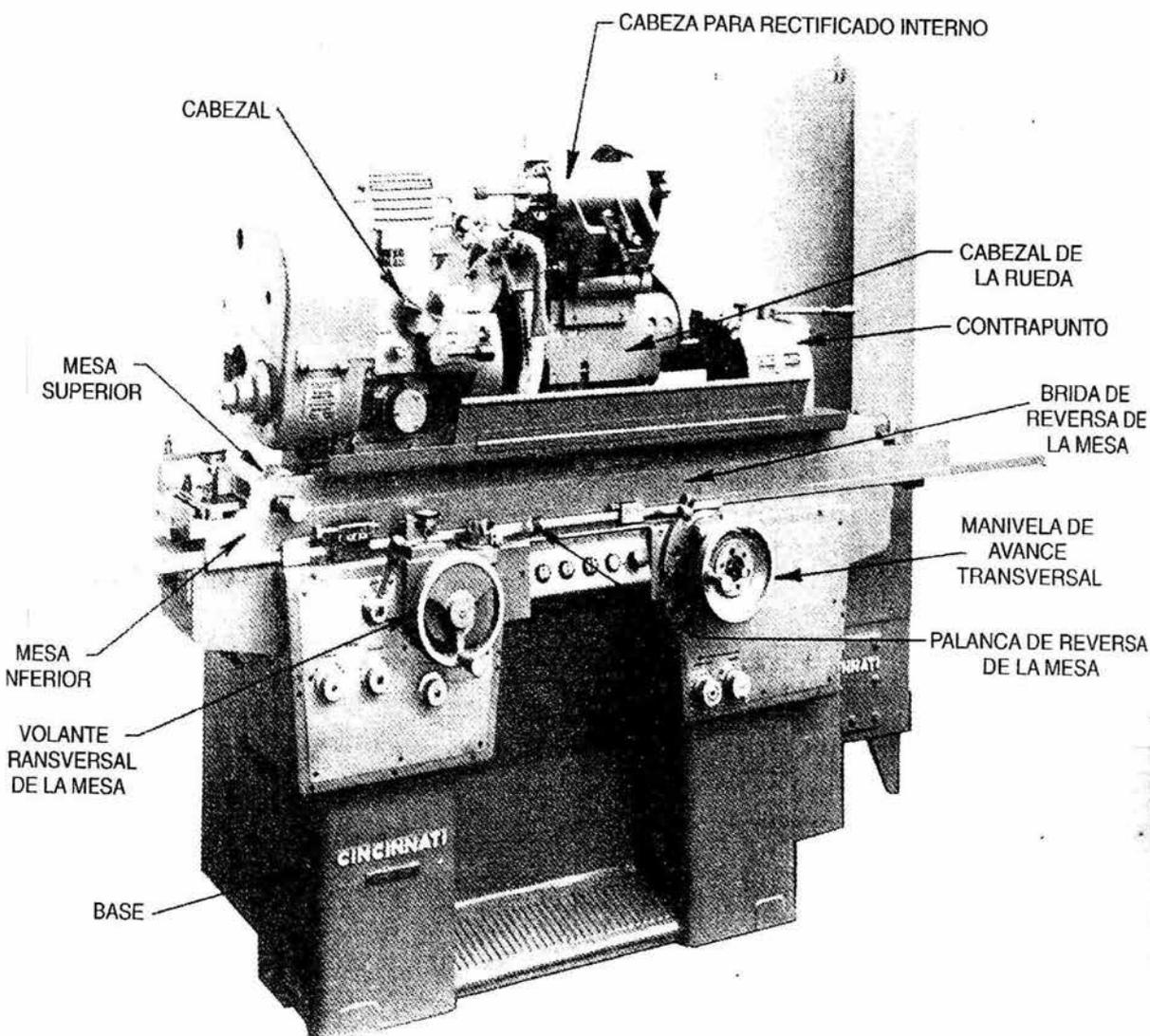
Las rectificadoras cilíndricas se usan para producir diámetros internos y externos, en trabajos que pueden ser rectos, ahusados o cónicos, o con un perfil.

Los esmeriles de corte y para herramientas se usan generalmente para afilar herramientas de corte de máquinas fresadoras.

Los esmeriles de banco o pedestal se emplean para el esmerilado manual y para afilar herramientas de corte como cinceles, punzones, brocas y herramientas para torno y cepilladora.

En el proceso de rectificado, la pieza se pone en contacto con una rueda de rectificado girando. Cada uno de los pequeños granos abrasivos en la periferia de la rueda actúa como una herramienta de corte individual, y elimina una viruta de metal.

Conforme los granos abrasivos pierden el filo, la presión y el calor creados entre la rueda y la pieza hacen que la cara desafilada se desprenda, dejando nuevos bordes de corte afilados. Sin importar el método de rectificado que se utilice, ya sea cilíndrico, sin centros, o el rectificado de superficies, el proceso de rectificado es el mismo.



PARTES DE LA RECTIFICADORA CILÍNDRICA UNIVERSAL

5.5 MÁQUINAS NO PRODUCTORAS DE VIRUTA

PRENSA

Las prensas dan forma a las piezas sin eliminar material, o sea, sin producir viruta. Una prensa consta de un marco que sostiene una bancada fija, un pistón, una fuente de energía y un mecanismo que mueve el pistón en paralelo o en ángulo recto con respecto a la bancada. Las prensas cuentan con troqueles y punzones que permiten deformar, perforar y cizallar las piezas. Estas máquinas pueden producir piezas a gran velocidad porque el tiempo que requiere cada proceso es sólo el tiempo de desplazamiento del pistón.

PRENSA Y MARTILOS.

La forja puede efectuarse por presión o por golpeo sobre la pieza. En el primer caso se utilizan las prensas, generalmente hidráulicas, con las que se llegan a presiones de 1000 t, o más, sobre la pieza. Estas prensas están constituidas por un plato móvil porta estampa que baja, impulsado por un émbolo y guiado por dos columnas, hasta el plato fijo con la estampa inferior; dispone de otros cilindros para elevar el plato móvil.

En la forja a mano se usan martillos de 1 entre 2.5 kg de peso o mazos de 8 a 9 kg y yunques de 25 a 300 kg, según el tipo de trabajo a efectuar. En la forja mecánica pueden usarse martillos o martinetes de simple caída a la masa o de caída por impulso. Estos martillos están accionados generalmente por aire comprimido, pudiendo serlo también por vapor, llegando a grandes pesos de la masa y alturas de caída de hasta 6 m,

construyéndose diversos tipos de martillos o martinetes según el trabajo que deben efectuar.

ESTIRADO Y RECALCADO

El estirado es la operación que consiste en forjar una pieza de modo que se disminuya su sección transversal, con lo que se alarga la pieza.

La longitud teórica final vendrá dada por

$$L_2 = l_1 S_1 / S_2$$

Siendo l_1 la inicial y S_1 y S_2 las secciones inicial y final, respectivamente.

El recalcado consiste en forjar las piezas disminuyendo su longitud por medio de una compresión que las ensancha, de modo que la sección transversal final será teóricamente

$$S_2 = S_1 l_1 / l_2$$

Siendo S_1 , l_1 y l_2 las mismas que en el caso del estirado.

Estas operaciones pueden efectuarse total o parcialmente, en cuyo último caso solo se calienta la parte a forjar, si la pieza lo permite, o se calienta toda y se enfrían las partes que no deban forjarse. Estas operaciones pueden efectuarse con estampa para evitar huellas del forjado.

El curvado o doblado de una pieza se consigue forjándola debidamente, para lo cual se calienta la zona que debe curvarse. Al forjarse la pieza doblándola, se estira algo su desarrollo, por lo que disminuye un poco su sección en la parte curvada, tanto más cuanto mayor sea la relación entre el radio exterior y el interior.

Por ello, deben curvarse las piezas con un radio medio relativamente grande respecto al espesor curvado, o bien, si ello no es posible, se recalca antes un poco la parte a curvar, con motivo de que al doblarse quede con el grueso debido. Con mayor motivo debe recalcarse previamente la zona a curvar, cuando la curvatura exterior no es concéntrica con la exterior. El curvado puede efectuarse con estampa.

EMBUTIDO Y MATRIZADO

El embutido es la operación que consiste en dar formas especiales a las chapas, que no pueden conseguirse por un simple estirado, recalcado o curvado, por tratarse generalmente de formas más o menos abovedadas. Esta operación debe efectuarse por medio de estampas, que son las piezas metálicas que hacen las veces de "molde", dando la forma exterior una, e interior otra, de la pieza que se embute, por lo que también se dice que la pieza está estampada.

El trabajo del embutido se efectúa por medio de una prensa de estampar. Las estampas deben construirse con unas dimensiones algo mayores que la pieza, para tener en cuenta la contracción del material que se embute por lo cual se emplea el coeficiente de contracción. Por otra parte, de modo semejante al moldeado, las estampas deben tener una forma conveniente para poder extraer fácilmente la pieza una vez estampada.

Cuando el embutido se efectúa con chapa de poco espesor, que adquiere formas más o menos complicadas que no pueden obtenerse por medio de estampas sencillas, se sustituyen éstas por matrices, por cuyo motivo la operación se conoce con el nombre de matrizado.

Las matrices pueden ser bastantes complicadas, según la forma de las piezas a matricular, ya que por lo general, además de dar la forma, las matrices cortan la chapa y efectúan las perforaciones necesarias.

Pero en líneas generales constan de la matriz propiamente dicha, en cuyo seno se forma la pieza; el macho que actúa sobre la chapa, obligándola a penetrar en la matriz y adquirir la forma que determinan macho y matriz; una pieza de sujeción de la chapa matricular para cortar la chapa y evitar la formación de arrugas durante la operación, y un extractor para expulsar la pieza terminada. En algunos casos se debe recurrir a fluidos que se comprimen en el interior de la pieza, para adaptarla a las paredes de la matriz.

Las prensas a matricular deben tener los movimientos necesarios para cortar y sujetar la chapa, para matricular la pieza y para extraerla.

Como sea que al estampar la pieza ésta adquiere tensiones y su material se hace agrio, muchas veces se procede a un recocido de la pieza una vez terminada o entre las distintas fases del estampado, ya que algunas veces no puede conseguirse el estampado con una sola operación.

Las dimensiones que deben tener una chapa para conseguir una pieza determinada se obtienen igualando la superficie de la chapa a la superficie media de la pieza, toda vez que el espesor se mantiene constante, incrementada en cierta cantidad para tener un margen que permita recortar el borde, si es necesario

5.6 MÁQUINAS HERRAMIENTA NO CONVENCIONALES

Entre las máquinas herramienta no convencionales se encuentran las máquinas de arco de plasma, las de rayo láser, las de descarga eléctrica y las electroquímicas, ultrasónicas y de haz de electrones.

Estas máquinas fueron desarrolladas para dar forma a aleaciones de gran dureza utilizadas en la industria pesada y en aplicaciones aeroespaciales. También se emplean para dar forma y grabar materiales muy delgados que se utilizan para fabricar *componentes electrónicos como los microprocesadores*.

5.6.1 ARCO DE PLASMA

La mecanización con arco de plasma utiliza un chorro de gas a alta temperatura y gran velocidad para fundir y eliminar el material. El arco de plasma se emplea para cortar materiales difíciles de seccionar con otros métodos, como el acero inoxidable y las aleaciones de aluminio.

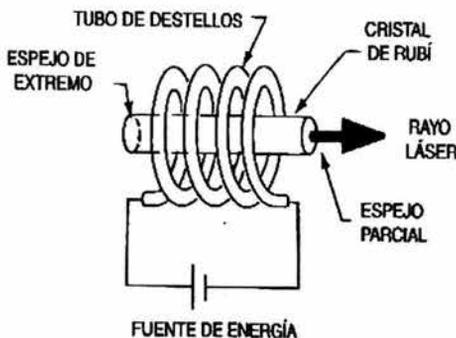
5.6.2 LÁSER

La mecanización por rayo láser se consigue dirigiendo con mucha exactitud un rayo láser, para vaporizar el material que se desea eliminar. Este método es muy adecuado para hacer orificios con gran precisión.

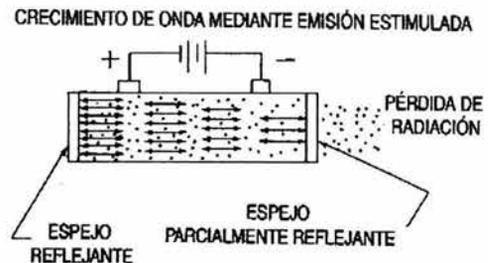
También puede perforar metales refractarios y cerámicos y piezas muy finas sin abarquillarlas. Otra aplicación es la fabricación de alambres muy finos.

Existen varias clases de Láser y cada uno tiene un uso particular, dependiendo del trabajo requerido. La mayoría de los láser pueden clasificarse como sólidos, gaseosos, líquidos o semiconductores. Los láser sólidos, gaseosos y líquidos se basan en el mismo principio.

Las partes principales de un láser son básicamente las mismas en todos los tipos de láser. Incluyen una fuente de energía, un medio de láser (e un contenedor adecuado), y un par de espejos de alineación precisa. Uno de los espejos tiene una superficie completamente reflejante, en tanto que el otro es solo parcialmente reflejante (aproximadamente 96%)



El láser de rubí sólido se utiliza en cirugía, taladrado, medición, y la soldadura de punto.



Las ondas de luz que viajan por el eje de la varilla crecen mediante la emisión estimulada de fotones.

PARTES PRINCIPALES DE UN LÁSER

5.6.3 DESCARGA ELÉCTRICA

Este tipo de mecanización, conocida también como erosión por chispa, utiliza la energía eléctrica para eliminar material de la pieza sin necesidad de tocarla. Se aplica una corriente eléctrica intensa entre la punta del útil y la pieza, haciendo que salten chispas que vaporizan puntos pequeños de la pieza.

Como no hay ninguna acción mecánica, se pueden realizar operaciones delicadas con piezas frágiles. Este método produce formas que no se pueden conseguir con procesos de mecanizado convencionales.

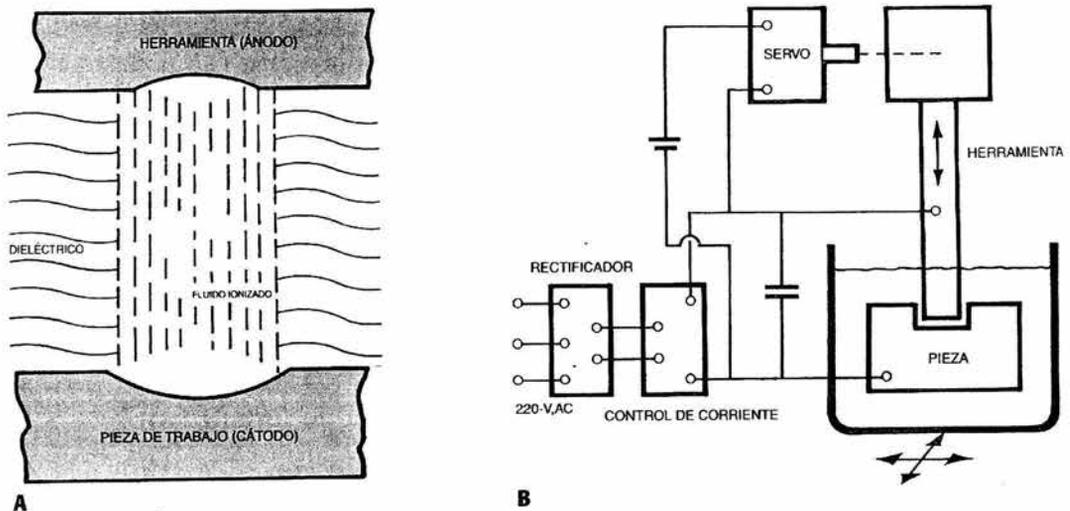


FIGURA 92-1 (A) Una chispa controlada elimina el metal durante el maquinado por descarga eléctrica (EDM); (B) elementos básicos de un sistema por descarga eléctrica.

5.6.4 ELECTROQUÍMICA

La mecanización electroquímica emplea también la energía eléctrica para eliminar material. Se crea una celda electrolítica, utilizando el útil como cátodo y la pieza como ánodo y se aplica una corriente de intensidad elevada pero de bajo voltaje para disolver el metal y eliminarlo. La pieza debe ser de un material conductor. Con este tipo de mecanización son posibles muchas operaciones, como grabar, marcar, perforar y fresar.

5.6.5 ULTRASÓNICA

La mecanización ultrasónica utiliza vibraciones de alta frecuencia y baja amplitud para crear orificios y otras cavidades.

Se fabrica un útil relativamente blando con la forma deseada y se aplica contra la pieza con una vibración, utilizando un material abrasivo y agua. La fricción de las partículas abrasivas corta poco a poco la pieza. Este proceso permite mecanizar con facilidad aceros endurecidos, carburos, rubíes, cuarzo, diamantes y vidrio.

5.6.6 HAZ DE ELECTRONES

Este método de mecanización utiliza electrones acelerados a una velocidad equivalente a tres cuartas partes de la velocidad de la luz. El proceso se realiza en una cámara de vacío para reducir la expansión del haz de electrones a causa de los gases de la atmósfera. La corriente de electrones choca contra un área de la pieza delimitada con precisión.

La energía cinética de los electrones se convierte en calor al chocar éstos contra la pieza, lo que hace que el material que se quiere eliminar se funda y se evapore, creando orificios o cortes. Los equipos de haz de electrones se suelen utilizar en electrónica para grabar circuitos de microprocesadores.

5.7 ELEMENTOS BÁSICOS DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS

5.7.1 ESTRUCTURA BÁSICA

Todas las máquinas herramienta tienen un conjunto de partes, actividades y principios que las distinguen y caracterizan. Las principales partes y sus funciones son

BASE

Sostiene y fija a la máquina sobre el piso, una mesa o su propia estructura. Existen tres tipos fundamentales de bases:

- Anclada al piso o cimentada
- Soporte sobre mesa o banco
- Integrada al cuerpo de la máquina

BANCADA_O_SOPORTE

Soporta las piezas de la máquina, en algunas máquinas sirve para el deslizamiento de las herramientas y en otras para la fijación de las piezas que se van a trabajar, por lo regular sobre la bancada o soporte se ubica el cabezal fijo de las máquinas.

TREN MOTOR

Dota de movimiento a las diferentes partes de las máquinas, por lo regular se compone de las siguientes partes:

- Motor o motores
- Bandas
- Poleas
- Engranajes o cajas de velocidades
- Tornillos sinfín
- Manijas o manivelas de conexión

CABEZAL FIJO Y HUSILLO PRINCIPAL

En el cabezal fijo se ubican todas las partes móviles que generan el movimiento del husillo principal.

El husillo principal es el aditamento en el que se colocan los sistemas de sujeción de las piezas a trabajar.

SUJECIÓN DE PIEZAS DE TRABAJO

Fija a las piezas que se van a trabajar, tanto a las piezas que giran como a las fijas, así se tiene:

- Chucks o mandriles
- Fijadores de arrastre
- Prensas
- Conos de fijación
- Ranuras de fijación
- Mordazas de uno o varios dientes
- Platos volteadores

SUJECIÓN DE HERRAMIENTAS

Fijan a las herramientas que desprenden las virutas y dan forma, las principales son:

- Torres
- Porta buriles
- Fijadores de una o varias uñas
- Barras porta fresas
- Broqueros
- Soportadores manuales

ENFRIAMIENTO

Dotan de líquidos o fluidos para el enfriamiento de las herramientas y las piezas de corte. Por lo regular están dotados de un sistema de bombeo y de conducción y recolección de líquidos.

MECANISMOS DE AVANCE Y/O PENETRACIÓN

Permiten o dotan de movimiento a las herramientas para lograr el desprendimiento continuo de virutas, los principales son:

- Carros portaherramientas
- Brazos protaburiles o fresas
- Husillos de casco o de deslizamientos (taladro)

MECANISMO DE CONTROL SEMI AUTOMÁTICOS O AUTOMÁTICOS

Inician o interrumpen una acción de movimiento de una o varias partes de las máquinas, estas pueden ser:

- Tornillos sinfín conectados a engranes y partes de las máquinas
- Topes de señal para micro interruptores
- Motores de paso a paso
- Unidades lectoras de cinta

- Unidades receptoras de señales digitalizadas
- Computadoras CAM
- Sistemas de alimentación de materia
- Sistemas de alimentación de herramientas
- Sistemas de inspección automáticos

5.7.2 ELEMENTOS DE SUJECIÓN

Los elementos de sujeción en las máquinas herramienta requieren un análisis especial, a continuación se de manera general algunas de sus principales características:

CHUCKS O MANDRILES

También son conocidos como mordazas de sujeción, el caso específico del torno existen dos tipos de chucks.

Chuck universal e independiente

El chuck universal se caracteriza porque sus tres mordazas se mueven con una sola llave y en el independiente cada mordaza es ajustada con una entrada de llave independiente.

Dentro de los mandriles para sujeción se pueden ubicar a los broqueros con mango cónico los que tienen la función de sujetar a la broca y su funcionamiento es similar al chuck universal.

FIJADORES DE ARRASTRE

Los fijadores más conocidos y utilizados son los de plato, los que pueden ser cerrados o abiertos. Todos siempre utilizaran a un arrastrador conocido como perro. Por lo regular son utilizados para el trabajo en torno de puntas o los sistemas divisores de las fresas.

Plato de arrastre

Perro de arrastre

PRENSAS

Son sistemas de sujeción de las piezas de trabajo muy seguros, se fijan a las mesas de trabajo. Uno de los ejemplos tradicionales son las prensas utilizadas para la fijación de piezas en el barrenado o en el fresado.

CONOS DE FIJACIÓN

Es un elemento muy utilizado en la mayoría de los sistemas en los que la pieza a sujetar tiene un eje de giro. Consiste en una superficie cónica que se inserta en otra superficie cónica, entre estas piezas la fuerza de trabajo ajusta a las superficies impidiendo su separación, la fricción impide el giro y además da gran sujeción.

BROCA CON MANGO CÓNICO

La mayoría de estos elementos de sujeción son los broqueros o las brocas con mango cónico.

RANURAS DE FIJACIÓN

Por lo regular se ubican en las mesas de trabajo de las máquinas herramienta, en ellas se insertan tornillos que con su cabeza se fijan a la mesa y con placas o uñas se presionan las piezas a fijar.

PLATOS VOLTEADORES O DIVISORES

Aún cuando el fin de estos dispositivos no es la fijación, son considerados como elementos para evitar que las piezas se muevan de los sitios en las que se van a trabajar. Estos dispositivos sujetan por medio de un chuck o un plato de arrastre a una pieza y con una manivela al liberarlos de las fuerzas de fijación pueden girar la pieza un número de grados específico.

5.7.3 MOVIMIENTOS

En todas las máquinas herramienta se consideran tres ejes sobre los cuales se pueden desarrollar dos tipos de movimiento:

1. Rotatorio
2. Lineal

Por lo regular los ejes son identificados con las letras "Z", "Y" y "X". El eje "Z" es el eje sobre el cual la herramienta o la pieza gira, así si una fresa tiene a su herramienta girando verticalmente su eje "Z" será vertical y la fresa se conoce como una fresa vertical. Si en un torno la pieza gira en el eje horizontal el torno será horizontal y el eje "Z" será horizontal.

Los ejes "Y" y "X" se ubican de diferentes maneras según los fabricantes de las máquinas herramienta.

Los movimientos rotatorios se logran por medio de motores conectados a engranes o tornillos sinfín que permiten graduar las velocidades y potencias.

Los movimientos lineales se logran por medio de los motores de paso a paso conectados a cremalleras que permiten el avance o retroceso lineal de las piezas o partes

MOVIMIENTOS PRINCIPALES, DE AVANCE Y DE PENETRACIÓN EN UNA MÁQUINA HERRAMIENTA

En la operación de las máquinas herramienta los tres movimientos considerados como el alma de las máquinas son:

1. Movimiento principal

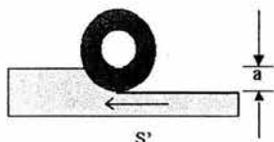
Es el movimiento que tiene la pieza o la herramienta para que se logre el desprendimiento de la viruta. Por ejemplo en un torno el movimiento principal es el que ejecuta la pieza y en una fresadora es el que se da en la herramienta.

2. Movimiento de avance

Es el que permite a la herramienta desprender material de manera permanente y controlada. En el caso de un torno es el movimiento del buril que hace que se desprenda viruta y en la fresa es el movimiento de la mesa.

3. Movimiento de penetración

Es el que da la profundidad o espesor del material desprendido. Tanto en la fresa como en el torno es qué tanto se entierra la herramienta.



S' = avance

a = penetración

M_p = movimiento principal

5.7.4 DISPOSITIVOS PARA EL TRABAJO MANUAL

En la mayoría de las máquinas herramienta se cuenta con dispositivos para el trabajo y ajuste manual. Con estos dispositivos se puede analizar la forma en la que se realizará el trabajo o ajustar los inicios o términos de las acciones de una máquina.

Los dispositivos de trabajo manual varían de acuerdo con el tipo y marca de la máquina que se esté utilizando, sin embargo existen siempre un conjunto de dispositivos que pueden generalizarse en todas las máquinas herramienta, como los que a continuación se presentan:

Dispositivo	Función
Manivela de avance	En la mayoría de las máquinas existe una manivela que permite dar avance a la herramienta o a la pieza de manera manual, con la acción de este sistema, el que por lo regular está conectado a tornillos sin fin, cremalleras y engranes se logra la alimentación de material para el corte en cada revolución de las máquinas.
Manivela de penetración	Para lograr que en cada pasada las máquinas herramienta desprendan más material, por lo regular existe una manivela que da profundidad o entierra a la herramienta en la pieza a desbastar.
Ajuste de alturas o posición	En las máquinas herramienta por lo regular se requiere subir o bajar las herramientas o las piezas a trabajar, esto se logra con el movimiento de las mesas de trabajo o los sujetadores de las herramientas. Lo anterior se observa desde el ajuste en la

	cuña de una torre con su buril, hasta el movimiento de la base de un taladro o fresa.
Ajuste de velocidades	Con los intercambios de poleas o engranes en las máquinas herramienta se logra el funcionamiento a diferentes velocidades, las velocidades que son modificadas son las velocidades de corte y avance.
Ajuste de avance automático	Con el ajuste de las diferentes velocidades de una máquina se puede obtener el movimiento del tornillo sinfín del torno, este conectado a un engrane logrará movimientos regulares de las diferentes partes de las máquinas.

5.7.5. CALCULO DE LAS VELOCIDADES DE CORTE

En la mayoría de las máquinas herramienta la velocidad de corte se obtiene de tablas, las que se han elaborado por expertos en el trabajo de metales y el uso de diferentes herramientas. El establecimiento adecuado de la velocidad de corte permite fácilmente la determinación del número de revoluciones a la que debe operar la máquina.

Cuando no se establece el número adecuado de revoluciones se puede generar:

- a. Poco aprovechamiento de las capacidades de las máquinas
- b. Baja calidad en las piezas fabricadas
- c. Daño a las herramientas o máquinas
- d. Baja efectividad en la planeación y programación del trabajo

La fórmula general para el cálculo de la velocidad de corte es la siguiente:

$$V_c = (\pi d n)/1000$$

En donde

V_c = velocidad de corte en m/min

d = diámetro de la pieza en mm

n = revoluciones por minuto

En esta fórmula por lo regular se conoce todo excepto el número de revoluciones, las que a su vez son las que se pueden variar en las máquinas.

La fórmula queda así:

$$n = (1000V_c)/(\pi d)$$

Velocidades de corte típicas, ángulos de corte y avances recomendados

Material	Útil	Ángulos de corte			Desbastado			Afinado		
		alfa	Beta	gama	Vc	s	a	Vc	s	a
Acero menos de 50 kg/mm ²	WS	8°	62°	20°	14	0.5	0.5	20	0.2	0.1
	SS	6°	65°	19°	22	1	1	30	0.5	0.1
	HS	5°	67°	18°	150	2.5	2	250	0.25	0.15
Acero 50-70 kg/mm ²	WS	8°	68°	14°	10	0.5	0.5	15	0.2	0.1
	SS	6°	70°	14°	20	1	1	24	0.5	0.1
	HS	5°	71°	14°	120	2.5	2	200	0.25	0.15
Acero 70-85 kg/mm ²	WS	8°	74°	8°	8	0.5	0.5	12	0.2	0.1
	SS	6°	72°	12°	15	1	1	20	0.5	0.1
	HS	5°	71°	14°	80	2.5	2	140	0.25	0.15
Acero de herramientas	WS	6°	81°	3°	6	0.5	0.3	8	0.2	0.1
	SS	6°	82°	2°	12	1	0.8	16	0.5	0.1
	HS	5°	83°	2°	30	0.6	0.5	30	0.15	0.1
Aluminio	WS									
	SS	10°	65°	25°	60	4	3	120	0.5	0.1
	HS									

5.7.6 CÁLCULO DE LAS VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN

El cálculo de la velocidad en una transmisión se obtiene de la relación de transmisión "i", la que se puede obtener de acuerdo a los siguientes cálculos.

$$P_{i_1} d_1 n_1 = P_{i_2} d_2 n_2$$

En donde:

n_1 = número de revoluciones por minuto de la patea motriz

n_2 = número de revoluciones por minuto de la patea conducida

d_1 = diámetro de la polea motriz

d_2 = diámetro de la polea conducida

Eliminando las PIs en ambos términos, se tiene:

$$d_1 n_1 = d_2 n_2$$

$$d_1 / d_2 = n_2 / n_1 = i$$

Con la ecuación anterior se podrá calcular cualquier transmisión de poleas. En el caso que la transmisión sea de engranes el diámetro se cambia por el número de dientes Z , con lo que la fórmula quedará:

$$Z_1 / Z_2 = n_2 / n_1 = i$$

Al conocer las diferentes velocidades (n) que puede desarrollar una máquina se podrá programar, de acuerdo a las recomendaciones de la velocidad de corte que se tiene en las tablas.

$$n = (1000V_c) / (\pi d)$$

En donde V_c está en m/min

d = en mm

n = rpm

5.7.7 MANTENIMIENTO

Todas las máquinas herramienta requieren de mantenimiento preventivo, sino se efectúa dicho mantenimiento se tendrán los siguientes inconvenientes:

- Disminución de la precisión de la máquina
- Disminución de la vida útil de la máquina
- Poca efectividad en la planeación del trabajo
- Gastos excesivos
- Incumplimiento con los estándares de calidad

La mayoría de los fabricantes de las máquinas herramienta establecen los programas de mantenimiento y conservación, los cuales deberán seguirse y programarse. Sin embargo con el tiempo los manuales desaparecen, por lo que de manera general se establece que la mayoría de las máquinas herramienta deben considerar en su mantenimiento los siguientes puntos:

- Lubricación permanente
- Limpieza de la máquina cada vez que se utiliza
- Ajuste periódico de los sistemas desplazamiento y rotación
- Ajuste periódico de poleas y engranes
- Limpieza constante de ranuras y guías
- Sustitución de piezas desgastadas, con juego o rotas (este es mantenimiento correctivo)

Cada máquina tiene sus puntos de engrase y ajuste, los que deben tenerse ubicados y en buenas condiciones.

CAPÍTULO

6

**TALLER MECÁNICO
EN
ESTUDIO**

6

TALLER MECÁNICO EN ESTUDIO

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

MÉXICO, DISTRITO FEDERAL. Desde la década de 1940 la ciudad ha tenido un crecimiento constante y acelerado de población por lo que ha rebasado sus límites administrativos para conformar una de las metrópolis más grandes del mundo.

En tan solo 1% del territorio se encuentra aproximadamente el 20% de la población nacional. (Lo que supone una densidad de población de 5.684 habitantes por kilómetro cuadrado) y el **50% de la actividad industrial**; Estos datos tienen en cuenta a los municipios del estado de México conurbanos con el Distrito Federal y con el que constituyen la ciudad de México administrativamente dividida en 16 delegaciones.

La ciudad es la capital de los Estados Unidos Mexicanos y cumple funciones vitales para el país, al ser el principal centro industrial, comercial, de comunicaciones y transportes, demográfico, administrativo y cultural.

Posee una basta red de vías de comunicación de todo tipo lo que la convierte en la entidad mejor comunicada, pues convergen en ella las principales carreteras y autopistas del país. Las líneas férreas la unen también con los centros urbanos y regiones más destacadas.

Dispone además del principal aeropuerto de la Republica con servicio nacional e internacional.

Su industria esta altamente diversificada y desarrollada. Son de primer orden las ramas metálica y sus productos derivados, el ensamblado de automóviles así como las industrias de productos químicos, alimenticios, textiles, petrolíferos y eléctricos.

NEZAHUALCOYOTL. (Ciudad) Forma parte de la zona metropolitana de la ciudad de México. Es cabecera municipal de reciente creación que se asienta en lo que antiguamente fue el lago de Texcoco.

Es uno de los principales centros manufactureros del estado con una industria altamente diversificada y también de los de mayor población. Su crecimiento y desarrollo tienen su origen en la década de 1950 cuando se prohibió la creación de nuevos asentamientos de población e industrias en el Distrito Federal. Población de 1 224 924 habitantes en el año 2000.

VII. TALLER MECÁNICO.

El taller mecánico está ubicado en la ciudad de Nezahualcoyotl. Esta equipado con máquinas herramientas estandar como el torno y la fresadora debido a su versatilidad y posibilidades que ambas ofrecen.: el torno en piezas de revolución y la fresa para todo tipo de piezas prismáticas.

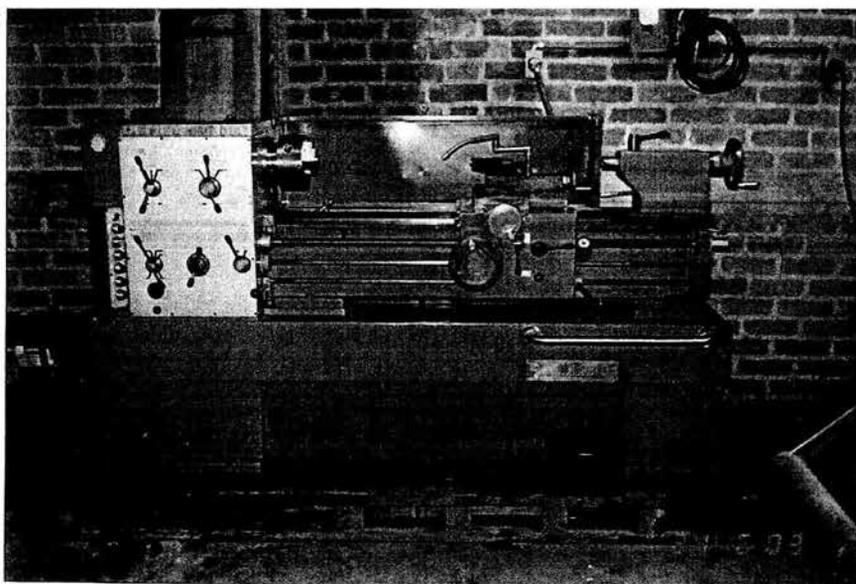
Los procesos que se realiza en este taller son:

- a) Maquinado de piezas en torno mecánico
- b) Maquinado de piezas en fresadora

- c) Acabado de superficies planas con rectificadora
- d) Rolado de lámina
- e) Corte con sierra cinta vertical y con cizalladora manual
- f) Afilado con esmeril de banco
- g) Unión por Soldadura Tig (SATW)

TORNO MECÁNICO

Diámetro admisible sobre la bancada	14"	355 mm
Distancia entre puntos	40"	1016 mm
Velocidades del husillo	40 a 1800	rpm
Potencia del motor	3.5 Hp	



TORNO MECÁNICO

Con capacidad de 14" de volteo, una bancada de 40" y una capacidad de torneado de 40" de longitud entre centros.

Las operaciones que se realizan entre puntos de centro son:

1. Torneado cilíndrico
2. Torneado cónico
3. Corte de cuerdas
4. Careado de extremos
5. Careado de hombro
6. Torneado de contornos
7. Formado
8. Corte de cuellos
9. Moleteado

Las operaciones de torneado que se realizan en mandril son:

1. Taladrado
2. Careado
3. Torneado recto
4. Corte o partición
5. Corte de cuerdas externas
6. Corte de cuerdas internas
7. Horadado cónico
8. Formado interno
9. Machuelado

Este torno mecánico de engranajes está equipado con los accesorios necesarios para el maquinado preciso de herramientas, siendo éste un torno con cabezal o caja de engranes con una o más palancas de cambio de velocidad que se accionan para tener velocidades en el husillo desde 60 a 1800 rpm, además de un sistema electromecánico para avanzar la herramienta a lo largo de la pieza y avances motorizados para refrentar piezas grandes.

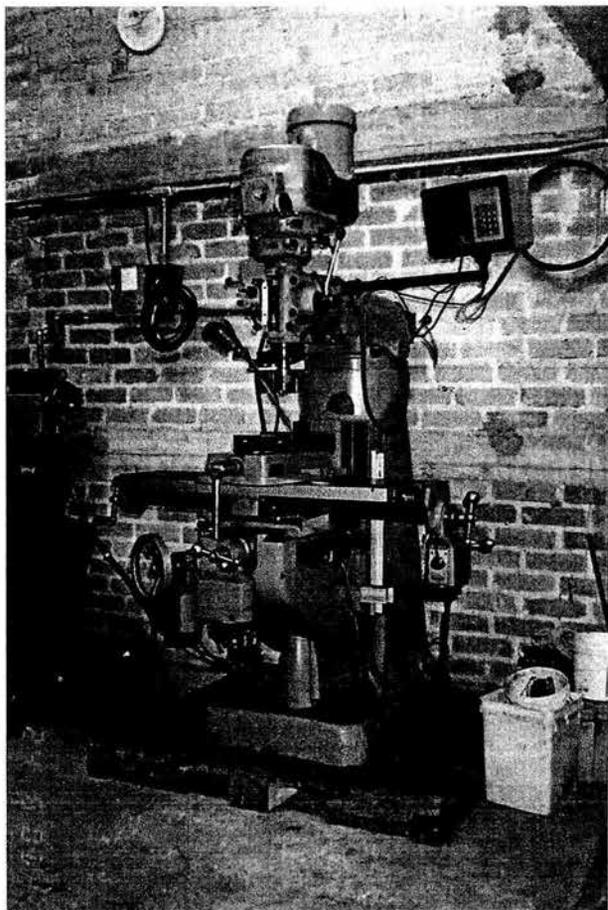
La potencia se transmite desde el husillo por medio de un tren de engranajes hasta el sinfín de avance para cortar roscas y tornillos y , para evitar desgaste innecesario se tiene una flecha separada de avance longitudinal y transversal. La velocidad de avance, está en milésimas de pulgada por revolución del husillo o en hilos de rosca por pulgada y se controla con una caja de engranes de cambio rápido.

El contrapunto tuene un husillo hueco que avanza o se retrae con un volante y tiene una manivela y piñón para facilitar el movimiento a lo largo de la bancada.

Debido al tamaño y formas de las piezas con las que se pueden maquinar en este torno, se cuenta con mandril universal de tres mordazas, el mandril independiente de cuatro mordazas y las boquillas de mordazas convergentes.

FRESADORA VERTICAL

La fresadora vertical posee una gran versatilidad y posibilidades de maquinado para piezas prismáticas, produciendo superficies planas. Para el fresado la herramienta gira a una velocidad y la pieza de trabajo se hace pasar frente a ella. El husillo y la fresa permanecen fijos y la mesa que lleva la pieza de trabajo se mueve horizontal, vertical y transversalmente.



FRESADORA VERTICAL

Dimensiones de la mesa	42" x 10"	1016 x 250 mm
Carrera longitudinal	35"	888 mm
Carrera transversal	25"	615 mm
Carrera vertical	30"	665 mm
Velocidades del husillo	60 a 4200 rpm	
Potencia del motor	1.5 Hp	

Algunas de las operaciones de fresado que se realizan con esta máquina son:

1. Fresado plano o en losas.
2. Fresado de ranuras o cuñeros
3. Fresado lateral o de cantos.
4. Fresado de cajeado
5. Fresado de caras
6. Fresado de formas

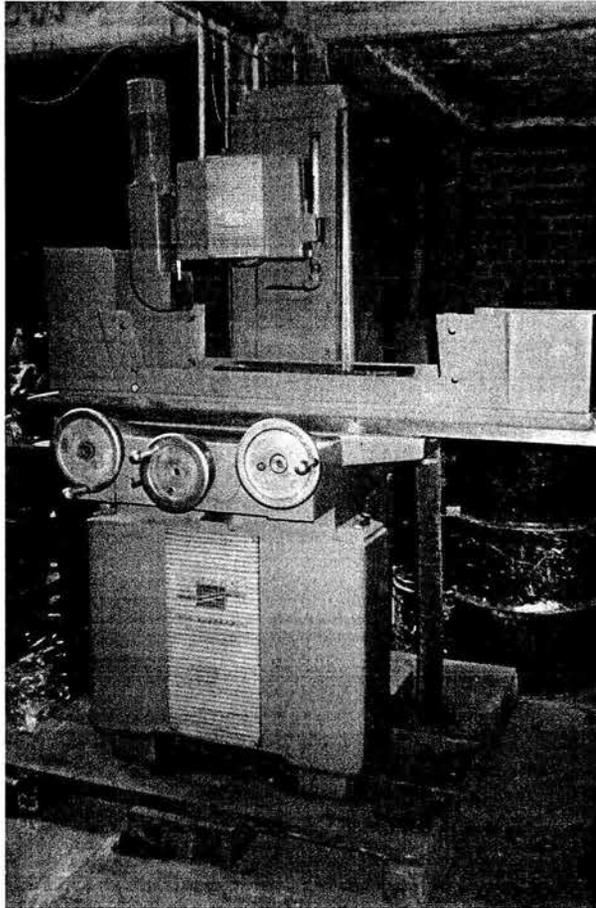
La fresadora vertical consiste en una columna rígida de tipo de caja en la cual se alojan gran parte de los engranajes y el mecanismo de cambio de velocidades, tiene un cabezal y un husillo vertical y paralelo con la cara de la columna y se monta en la cabeza deslizante que asciende y desciende en forma manual motorizada. Se puede girar todo el cabezal para trabajar en superficies angulares. La cara delantera está maquinada con alta precisión para soportar y guiar una saliente en forma de codo que soporta la silleta o ménsula y la mesa de trabajo. La base de la columna sobresale hacia el frente para servir de soporte al sinfín, elevador del codo y también como depósito del fluido de corte.

Esta fresadora tiene funcionamiento manual y motorizado en las tres correderas con lo cual al mover la mesa, la silleta y el codo, se ubica la mesa para alimentar la pieza de trabajo a la fresa.

Los cortadores con los que se cuentan son:

1. Cortadores para fresado plano
2. Cortadores para careado
3. Cortadores para extremos
4. Fresas escariadoras
5. Fresas ranuradoras de dos hélice

RECTIFICADORA



**MÁQUINA DE RECTIFICAR SOBRE SUPERFICIES
PLANAS.**

Superficie de la mesa	15" x 5"	480 x 130 mm
Altura entre mesa y eje del husillo	12"	305 mm
Dimensiones de la muela		305 x 27 x 127mm
Motor del husillo	0.750 Hp	

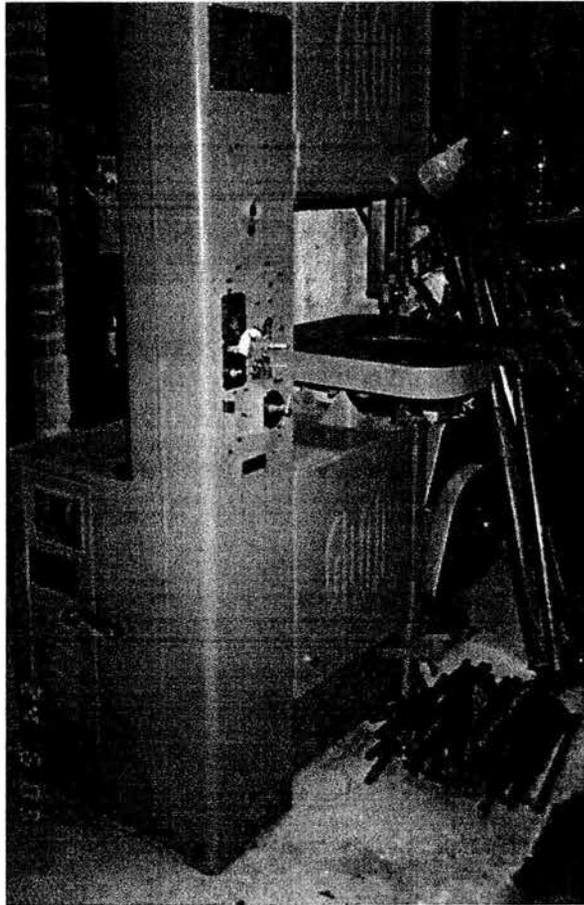
Este tipo de rectificadora tiene husillo horizontal y mesa de movimiento alterno. La cabeza para la rueda se monta para elevarla o descenderla, según el tamaño con que se trabajará. Cuando la cabeza para la rueda esta en su lugar, el avance de la rueda hacia de la rueda hacia la pieza es manual. La mesa se mueve en sentido horizontal debajo de la rueda.

La pieza es reciprocada (movida a tras y a delante) bajo la rueda de rectificado, la cual se avanza hacia abajo para proporcionar la profundidad de corte deseada. El avance se obtiene al final de cada pasada, mediante un movimiento transversal de la mesa.

Para este proceso de rectificado se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Se utiliza una rueda de carburo de silicio en materiales de baja resistencia a la tensión, y una rueda de óxido de aluminio para materiales de alta resistencia a la torsión.
2. Se utiliza una rueda dura en masteriales blandos y una rueda blanda en materiales duros.
3. Si la rueda es demasiado dura se aumenta la velocidad de la rueda para que tenga la acción de una rueda más blanda.
4. Si la rueda parece ser mas blanda o se desgasta rápidamente se reduce la velocidad de la pieza o se aumenta la velocidad de la rueda, pero sin exceder la velocidad recomendada.

SIERRA CINTA VERTICAL.

MÁQUINAS DE SERRAR DE CINTA VERTICAL.

Profundidad del cuello de cisne	430 mm
Capacidad (altura)	300 mm
Velocidad variable	10 a 1000 y 20 a 2000 m/mn
Motor	1.84 KW

SOLDADORA
PROCESO TIG.

La soldadura por arco se realiza por el calentamiento que experimentan los metales debido a su resistencia al flujo de una corriente eléctrica. El proceso que se utiliza con este tipo de soldadura es un proceso de arco protegido con gases que se llama Soldadura con arco de Tungsteno, gas, GTAW, conocida también como Tig. que indica soldadura con arco protegido con gas inerte.

Poder de entrada	1 fase
Rango de amperaje	CD: 10 – 180 A, CA: 15 – 180 A
Salida Máxima	180 A
Peso	95 Kg

CONCLUSIÓN

CONCLUSIÓN

El taller de maquinado aporta el respaldo y el trabajo base de todas las tecnologías de manufactura junto con el conocimiento de los procesos de maquinado básico.

La elección de un método o proceso para maquinar una parte determinada determina la máquina herramienta necesaria. La selección de una máquina herramienta para una operación determina dentro de los límites de cómo se va a hacer la operación. Una decisión para maquinar una cara plana haciendo girar una pieza de trabajo indica el uso de un torno.

Las máquinas convencionales están dedicadas al estudio de las máquinas tradicionales mas utilizadas por su versatilidad y cantidad de operaciones, tales como el torno la fresadora y la prensa que se utilizan para pequeñas producciones, y sobre todo para la realización de útiles para prensas cortadores y todo el herramental para máquinas de gran producción en serie.

Los trabajos de pequeñas series y todo tipo de útiles no están al alcance de las máquinas de control numérico por sus altos costos de programación y su poca flexibilidad para realizar trabajos muy variados y ágiles. Por este motivo se deben conservar las máquinas tradicionales y tenerlas muy en cuenta pues son de gran utilidad y la base de las modernas y potentes herramientas de producción que es el control numérico.

Así, podemos mencionar que un taller mecánico industrial puede estar equipado con máquinas herramienta estándar como son: el torno, la fresa, el taladro, el cepillo, la rectificadora y algunas máquinas de producción como son las prensas.troqueladoras.

Con estas herramientas se pueden fabricar diferentes tipos de matrices, moldes, herramientas de corte, sujeciones y dispositivos. Estas piezas se pueden utilizar en la producción en masa de piezas de metal, plástico u otras. También se debe ser capaz de seleccionar, maquina y tratar térmicamente el acero de las piezas del troquel, así como el método o proceso de manufactura a utilizar para producir las piezas, ya que esta información ayudará a producir un mejor troquel o dispositivo que se realice.

Se puede cortar metal utilizando herramientas manuales sencillas como el martillo y cincel, la lima, la sierra o la piedra abrasiva, pero solo para eliminar metal en pequeñas cantidades o provisionalmente, ya que la revolución industrial trajo consigo el desarrollo e invención de lo que hoy conocemos como máquinas herramienta, que en contraste con las máquinas manuales y el trabajo realizado con ellas se llega al maquinado.

Las primeras máquinas que se fabricaron fueron máquinas para el torneado, taladrado, cepillado y cepillado en mesa. Otras máquinas herramientas como la fresadora, el torno revolver y las máquinas rectificadoras se desarrollaron para cortar más rápido el metal y aumentar la precisión.

Todas estas máquinas son las que podemos encontrar en un taller mecánico para realizar diferentes mecanismos o dispositivos mecánicos, así como moldes, troqueles y herramientas. Ya que están caracterizadas por el alto grado de precisión con que permiten obtener las dimensiones de las piezas.

BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA

1. COLLACK. Estampado y embutido de la chapa. Edit. | McGraw Hill
2. CEAC. Técnicas del Taller Mecánico. Biblioteca CEAC de Mecánica. Ediciones CEAC
3. HEINNRICH, GERLING. Al rededor de las máquinas herramienta. Editorial Reverté.
4. KRAR, CHECK. Tecnología de las Máquinas herramienta. Ed. Alfaomega
5. OHELER, KAISER. Herramientas de troquelar, estampar y embutir. Ediciones G. Gili. Mex. 1981
6. ROSSI. Máquinas herramientas Modernas.
7. ROHNITZ H. Máquinas herramientas para el trabajo de Materiales con arranque de viruta. Edit. Labor, 1966
8. REYES SOLIS A. Procesos de Conformado de Materiales. Notas 1996
9. SÁNCHEZ R. A. Laboratorio de Manufactura. Notas 1996
10. La construcción de herramientas. Ed. Reverté.
11. AMSTEAD B. H. Procesos de Manufactura Versión SI. Ed. CECSA
12. R. KIBBE, E. NEELY. Manual de Máquinas herramientas. Ediciones Ciencia y Técnica, S. A.
13. Manual de Mecánica Industrial, Máquinas y Control Numérico. Ed. Cultural, S.A.
14. Manual de Mecánica Industrial, Soldadura y Materiales. Ed. Cultural, S.A