

128  
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**PROCESO DE MANUFACTURA DEL ROTOR PARA  
FRENOS DELANTEROS DE AUTOMOVIL**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A :  
ANGEL EDUARDO UBILLOS ROMERO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. SAMUEL PEREZ DIAZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO  
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1995

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APRUBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 20 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA;

" Proceso de manufactura del rotor para frenos delanteros de  
automovil"

que presenta el pasante: Angel Eduardo Ubillos Romero  
con número de cuenta: 7644270-2 para obtener el TITULO de  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APRUBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 1 de Marzo de 1996

PRESIDENTE	<u>Ing. Filiberto Leyva Piña</u>	
VOCAL	<u>Ing. Samuel Pérez Díaz</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Daniel Hernández Pecina</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Eduardo Covarrubias Chávez</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Humberto Teri Mondragón</u>	

DEDICO MI TRABAJO DE TESIS CON AMOR,  
AGRADECIMIENTO, RESPETO Y ADMIRACION  
A MIS PADRES.

SR. ANGEL VILLAS GONZALEZ Y

SRA. MARIA DE LOS ANGELES ROMERO DE VILLAS  
ZIMENES HAN SIDO Y SERAN MI MEJOR  
EJEMPLO A SEGUIR.

ASI TAMBIEN A MIS HERMANOS FERILANDO ALBERTO,  
ROSA MARIA Y GLORIA SUSANA. POR SU CARINO Y  
APOYO INCONDICIONAL.

COMO TAMBIEN A MI ESPOSA TRES.

MIS HIJOS JESUS MANI Y CARLOS ARTURO. POR SU AMOR Y  
COMPRESION.

TE AGRADEZCO DE MANERA MUY ESPECIAL A TI  
SEÑOR DIOS PADRE  
PORQUE MUCHA VEZ HAS ABANDONADO MI ACCIÓN CUANDO  
ESTUVE MUY DISTANTE DE TI POR LARGO TIEMPO.

PADRE NUESTRO, QUE ESTAS EN EL CIELO. SANTIFICADO SEA TU NOMBRE. VENGA TU  
REINO.  
HAGASE TU VOLUNTAD EN LA TIERRA COMO EN EL CIELO  
DANOS HOY NUESTRO PAN DE CADA DÍA. PERDONA NUESTRAS OFENSAS. COMO TAMBIÉN  
NOSOTROS PERDONAMOS A LOS QUE NOS OFENDEN.  
NO NOS DEJES CAER EN TENTACION Y LIBERANOS DEL MAL.

# **I N D I C E**

**Introducción**

**Objetivo**

- I) Generalidades de fundición, moldeo y limpieza
- II) Generalidades de las máquinas herramientas
- III) Generalidades sobre las herramientas de corte, instrumentos de medición y fluidos de corte.
- IV) Generalidades de los materiales.
- V) Funcionamiento de los frenos.
- VI) Proceso del maquinado del rotor para frenos de automóvil.
- VII) Memoria de cálculo para las máquinas y herramientas de corte.

**Conclusión**

**Tablas**

**Bibliografía**

## INTRODUCCION

**E**l estudio que presento es refiriéndome a la forma de como se realizaria el maquinado del rotor de frenos delanteros para automóvil. Los objetivos que se persiguen son el de integrar y desarrollar una ingeniería básica para impulsar y fomentar una tecnología propia.

Incrementar la producción de bienes de capital, la situación que prevalece actualmente, es la de tener una conciencia comercial fundamentada con los conocimientos necesarios para crearla y contar con las bases, criterios para seleccionar la metodología y así evaluar, negociar, adaptar y asimilar la tecnología que se requiere en los procesos de producción, para hacer que los proyectos de fabricación sean planeados y competitivos en la calidad. Actualmente el desarrollo industrial ha tenido el éxito para lo cual fue creado, por lo que hace muchas Industrias al tener la necesidad de una sobreproducción requieren ampliar sus fabricas o importar las piezas faltantes.

En nuestro caso la Industria automotriz, debido a sus alcances económicos tendrá que evaluar lo que mejor le convenga, existiendo la alternativa de generar proveedores nacionales, lo cual permitirá desarrollar firmas de Ingeniería capaces de absorber la tecnología inicialmente importada, para así desarrollar los conocimientos existentes y comprobar la posibilidad de producir un bien a escala industrial, mejorando las condiciones necesarias de su producción.

Con lo anterior quiero fundamentar mi estudio a la poste no estandarizado, lo que hace que desarrollemos un incremento de eficiencia en el proceso, un mejoramiento del equipo a usar y optimizar las operaciones para fabricar partes de gran calidad.

Este estudio basado en el proceso de manufactura de un rotor de frenos delanteros; tiene la finalidad de proporcionar conocimiento general sobre el uso y aplicación del proceso empleado en la manufactura de éste, considero que el estudio antes mencionado será de gran utilidad como libro de consulta tanto para el ingeniero, técnico o estudiante.

El proyecto antes mencionado tendrá el método de investigación bibliográfica así como la información técnica de los procesos acumulados por las empresas relacionadas con estos procesos de manufactura y el laboratorio de manufactura de la **FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**, apoyándome en las siguientes asignaturas:

**PROCESO DE MANUFACTURA I Y II**  
**DISEÑO HERRAMENTAL**  
**METROLOGIA**  
**DIBUJO Y PROYECTO MECANICO**



## **OBJETIVOS DE LA TESIS**

Con este trabajo de tesis se busca dejar una información para los estudiantes de ingeniería mecánica y eléctrica que deseen recabar datos sobre las aplicaciones del proceso de maquinado de metales.

Así mismo con este estudio de manufactura se desea encontrar un método óptimo para el maquinado del rotor de frenos y finalmente con este trabajo es para obtener el título de **Ingeniero Mecánico Electricista** y continuar estudios en el área de manufactura.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES DE FUNDICION MOLDEO Y LIMPIEZA

**L**a fundición o colada de una pieza con una forma determinada para la introducción de un material fundido en una cavidad previamente preparada, o molde donde se solidifica es uno de los procesos más antiguos de producción. La fundición es aún hoy uno de los procesos más importantes y básicos debido a que tiene varias ventajas definidas; como son el de poder producirse formas intrincadas de casi cualquier tamaño y con secciones delgadas si es necesario a partir de cualquier material que pueda fundirse y distribuyéndolo donde la mayor resistencia a los esfuerzos lo requiera, sin desarrollar propiedades direccionales.

Aunque se cuelean algunos no metales, el proceso es de primordial importancia en la producción de objetos metálicos. Los metales que más a menudo se cuelean son el hierro, a causa de su fluidez, baja contracción, buena resistencia, suficiente rigidez y fácil control; sobresale como el más adecuado para colar, es el más usado que todos los demás.

Como la fundición es un proceso de fabricación muy importante muchos de los desarrollos en este campo han tenido lugar a través del tiempo y particularmente, en los últimos cuarenta y cinco años.

Se han desarrollado muchos tipos diferentes de procesos de fundición. Sin embargo, en todos se encuentran los mismos problemas y requerimientos básicos; si estos factores comunes son:

A) Debe fabricarse un molde de cavidad, esta cavidad debe ser de la forma y dimensiones deseadas, con las tolerancias adecuadas para la contracción del metal cuando solidifica. La cavidad debe presentar todas las complejidades de forma necesarias, en la colada final.

El material del molde debe poder reproducir los detalles necesarios y debe ser del tipo refractario, de modo que no le afecte en demasía.

- B) Debe elegirse un método adecuado de fundir el metal a colar. El equipo de fusión debe proveer una temperatura adecuada y proporcionar un producto de calidad aceptable y generalmente a bajo costo.
- C) Tener un método adecuado para introducir el metal en el molde y asegurar el escape de aire y de todos los gases contenidos en la cavidad del molde antes de llenarlo. Debe cumplirse estas condiciones para que el metal fundido llene completamente todos los recovecos de la cavidad proporcionando una colada satisfactoria, densa y libre de fallas tales como burbujas de aire.
- D) Hay que prevenir la contracción que ocurre en la mayoría de los metales durante la solidificación y el enfriamiento. No sólo la cavidad del molde debe ser un poco más grande que la pieza a obtener sino que no debe haber mucho impedimento a la contracción que acompaña al enfriamiento posterior a la solidificación de lo contrario la colada se rajara al encontrarse en un estado de baja resistencia.
- E) Se debe poder sacar la colada del molde sin que exista gran dificultad, cuando la colada se hace en moldes hechos de materiales tales como aren que se rompen luego de cada colada. Sin embargo este es un problema primordial en ciertos procesos donde se usan moldes permanentes.
- F) Después de sacar la colada del molde se deben realizar ciertas operaciones de acabado para eliminar partes sobrantes que están adheridas a la colada como resultado del método de introducción del metal en la cavidad que son extraladas del molde por contacto con el metal.

Gran parte del desarrollo llevado a cabo en la Industria de la fundición, a intentado resolver económicamente estos seis problemas. En la actualidad hay seis tipos principales del proceso del colado:

1. Fundición en arena, donde se usa la arena como material del moldeo. Como las pequeñas partículas de arena se pueden aglomerar en secciones delgadas y puede usarse en grandes cantidades, pueden fabricarse en un amplio rango de tamaños y formas con este método. En este proceso se debe preparar un modelo para cada colada. Generalmente en fundición de arena se hace fluir el metal dentro del molde por gravedad.

2. En la fundición del molde permanente el material fluye usualmente por gravedad, dentro de un molde metálico. El mismo molde puede usarse repetidamente para producir una gran cantidad de piezas.
3. La fundición en una matriz también emplea un molde metálico o matriz; pero el molde fundido es forzado dentro de la cavidad bajo presión, la que se mantiene hasta que se completa la solidificación.
4. En la fundición por centrifugado puede emplearse un molde de metal o arena. Las fuerzas centrífugas se utilizan para hacer que el metal fundido adopte una forma dada dentro del molde y se asegure una estructura metálica uniforme y densa.
5. El método de revestimiento usa un modelo de cera o mercurio congelado y un molde de yeso u otra mezcla de cerámica. Se adapta muy bien a la producción de piezas pequeñas y complicadas que deben lograrse con una gran exactitud dimensional.
6. Con el método de casquete o vaina, utiliza un casquete relativamente fino que se hace vertiendo una mezcla de arena y resina plástica alrededor de un molde de metal calentado hasta un espesor de un 1/8 de pulgada. El casquete resultante se cuece, luego para fraguar la resina, formando así una cavidad semirígida. Las dos mitades del casco se unen entre sí para formar una cavidad del molde.

Estos casos se refuerzan con munición o arena para otorgar resistencia al molde antes de verter el metal. De los procesos mencionados la fundición en arena es el mas utilizado e involucra gran parte del tonelaje total de material colado. Sin embargo; el uso de la fundición por revestimiento y en casquete se ha expandido muy rápidamente en los últimos años.

Obteniendo la información anterior elabore la siguiente tabla de datos técnicos.

RASGOS DE DISEÑO Y COSTO	FUNDICION EN AREJA	FUNDICION EN MOLDE DE CASCARON	FUNDICION EN MOLDE PERMANENTE	FUNDICION EN MOLDE DE YESO	FUNDICION DE RECUBRIMIENTO REFRACTARIO	FUNDICION A PRESION
ELECCION DE MATERIALES	AMPLIA: FERROSOS Y NO FERROSOS	AMPLIA: EXCEPTO PARA ACEROS DE BAJO CARBON	RESTRINGIDA: LATON, BRONCE, ALUMINIO, ALGO DE HIERRO GRIS	ESTRECHA: LATON, BRONCE Y ALUMINIO	AMPLIA: COMPRENDE MATERIALES DIFICILES DE FORJAR Y DE MAQUINA	ESTRECHA: ZINC, ALUMINIO, LATON, MAGNESIO
COMPLEJIDAD ORDEN DEL TAMAÑO SECCION MINIMA Fig TOLERANCIAS Fig/RIES	CONSIDERABLE GRANDE 3/32 1/16-1/8	MODERADAS LIMITADO 1/16 1/32-3/32	MODERADA MODERADO 0.100 1/32-7/64	CONSIDERABLE MODERADO 0.100 1/32-5/64	LA MAS GRANDE MODERADO 0.100 0.003-0.006	CONSIDERABLE MODERADO 0.025 1/32-1/16
SUAVIDAD DE LA SUPERFICIE MICRO Fig. 1775	250-300	150-200	90-125	90-125	90-125	60-125
NOTAS SOBRE RASGO DE DISEÑO	METODO BASICO DE FUNDICION DE LA INDUSTRIA	SE CONSIDERA UN BUEN METODO DE FUNDICION DE BAJO COSTO	PRODUCCION ECONOMICA CON CANTIDADES FUERTES	REQUIERE POCO ACABADO	LO MEJOR PARA LAS PARTES DEMASIADO COMPLICADAS QUE POR OTROS METODOS DE FUNDICION	LO MAS ECONOMICO CUANDO ES APLICABLE
COSTO DE HERRAMIENTAS Y DADOS TAMAÑO OPTIMO DE LOTE	BAJOS AMPLIO VA DESDE POCAS PIEZAS HASTA ENORMES CANTIDADES	BAJOS A MODERADOS MAS REQUERIDO QUE FUNDICION EN ARENA	MEDIANOS ES MEJOR CUANDO LOS REQUERIMIENTOS SON POR MILES	MEDIANOS DE UNO A VARIOS CIENTOS	BAJOS A MODERADOS AMPLIO PERO LO MEJOR PARA PEQUEÑAS CANTIDADES	ALTOS SE REQUIERE CANTIDADES FUERTES
COSTO DE LABOR DIRECTA COSTOS DE ACABADO COSTOS DE MATERIAL DE DESECHO	ALTOS ALTOS MODERADOS	MODERADOS BAJOS BAJOS	MODERADOS BAJOS A MODERADOS BAJOS	ALTOS BAJOS BAJOS	MUY ALTOS BAJOS BAJOS	BAJOS A MEDIANOS BAJOS BAJOS

7

7

TABLA T01

Mencionare el moldeo en arena porque nuestra pieza provendrá de este proceso.

Los moldes de arena se preparan con materiales que se llaman mezclas de moldeo y los machos se preparan con mezclas especiales para estos. El 90% de las piezas moldeadas se obtienen por colado en los moldes de arena compuesta, en lo principal de arena y arcilla con algunos aditivos. Para la preparación de los moldes de buena calidad se exige que los materiales de moldes, así como las mezclas que se preparan con estos para hacer los moldes y los machos, sean baratos y posean determinadas propiedades., plasticidad, resistencia mecánica, permeabilidad gaseosa, capacidad refractaria, conductividad térmica, así puedan servir por largo plazo y ser formables.

Las mezclas del moldeo se clasifican:

- a) Según el género de material., en mezclas para hierro fundido , acero y materiales no ferrosos.
- b) Por el estado del material en el molde., para moldes húmedos y secos.
- c) Según su aplicación en la preparación de los moldes., mezclas de revestimiento y de relleno, mezclas comunes ( unificadas ).

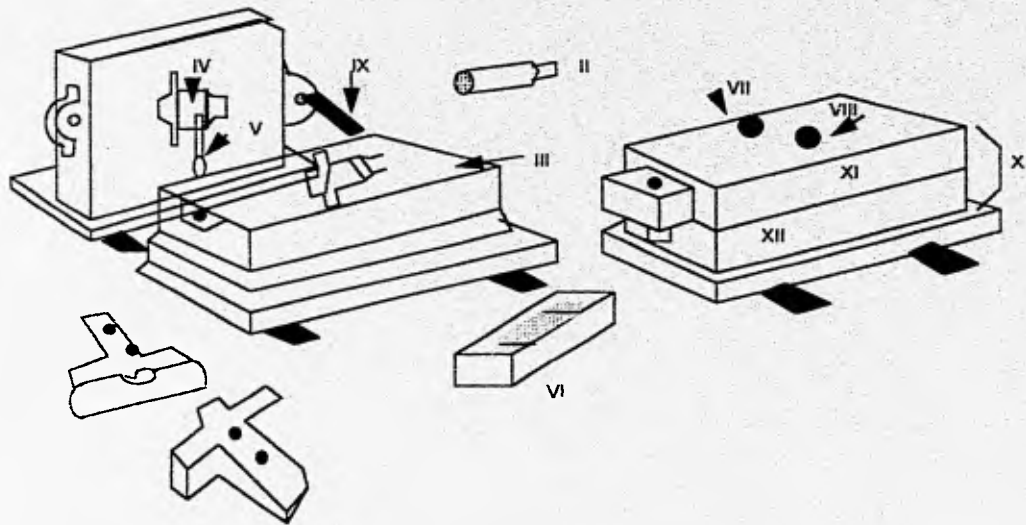
En los moldes húmedos o secos se pueden efectuar cualquier tipo de fundición en dependencia del peso y la configuración de la pieza moldeada.

La elaboración de los moldes en cajas es la técnica mas usada para obtener moldes, esta técnica se puede emplear en casi toda la elaboración de los moldes. De este método el que con mayor frecuencia se utiliza en la practica es el método de elaboración del molde en dos cajas, utilizando un modelo divisible como macho. Para ilustrar este método veamos la siguiente figura 11.

Una arena de molde debe llenar los siguientes requisitos:

- 1) Debe ser suficientemente refractaria para resistir la temperatura del metal fundido que se vierte dentro del molde sin que este se haga blando, se funda o se adhiera a la superficie de la pieza moldeada.
- 2) La plasticidad del material de los moldes caracteriza su capacidad de reproducir exactamente las formas del modelo o de la caja de machos y conservarlos hasta después de sacar el modelo o quitar la caja de machos.
- 3) La resistencia mecánica del material caracteriza la resistencia del molde a las cargas en forma de choque al armar el molde, al transportarlo y al llenarlo con metal líquido.
- 4) La permeabilidad gaseosa en los moldes se caracteriza por la capacidad del material y mezclas dejar salir los gases y depende de su porosidad. La alta permeabilidad es necesaria

FIGURA 11



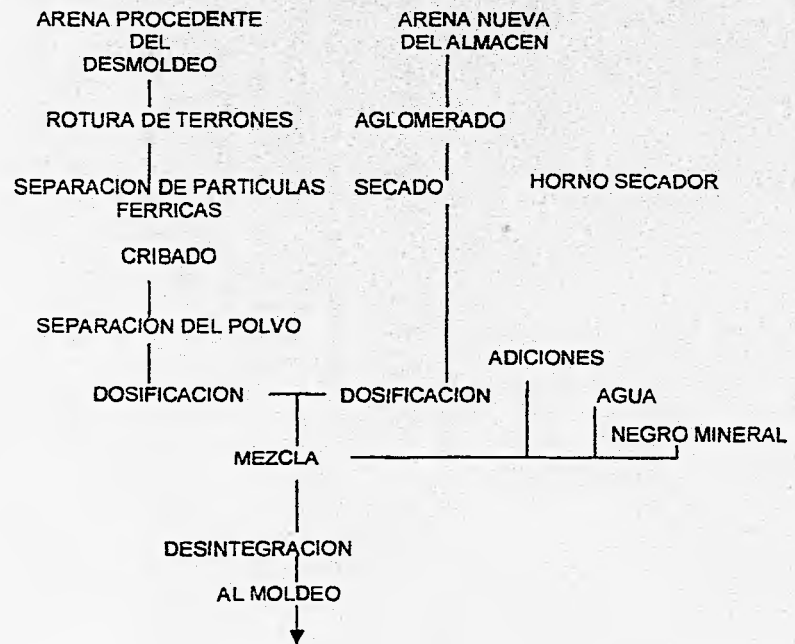
- I) MODELO
- II) MACHO
- III) ARENA VERDE
- IV) CAVIDAD DEL MOLDE
- V) CANAL
- VI) CAJA DE MACHOS

- VII) BEBEDERO
- VIII) ALIMENTADOR
- IX) PERNO GUIA
- X) ADOBERA
- XI) MITAD SUPERIOR
- XII) MITAD INFERIOR

**DIAGRAMA DE PREPARACION DE ARENAS**

**MAQUINAS EMPLEADAS**

- A) DESTERRONADORA
- B) SEPARADOR MAGNETICO
- C) CRIBAS
- D) DESPOLVORADORAS
- E) DOSIFICADORES
- F) CILINDROS MEZCLADORES
- G) MOLINOS DESINTEGRADORES





para que desde la cavidad del molde que se llena con metal, se facilite la salida de aire, de los vapores de agua y fundamentalmente del metal cuando este se enfría y solidifica en el molde.

- 5) La conductividad térmica del material de molde influyen en la velocidad de enfriamiento del metal vertido en el molde y por consiguiente en su estructura.
- 6) La formabilidad es una propiedad del material para moldes y machos de contraerse comprimirse un tanto, cuando el metal a consecuencia de su contracción al solidificarse disminuye el volumen, y puede formar grietas, si como el molde o el macho carece de la capacidad de ser formable.
- 7) La capacidad de largo servicio es la propiedad del materia para moldes de conservar sus propiedades al emplearlo reiteradamente para la producción de moldes.

Las características indicadas se determinan con ensayos especiales de las arenas y mezclas para moldes, que se realizan, en laboratorios de arenas por medio de aparatos especiales.

Para limpiar las piezas de fundición se utilizan métodos severos, dependiendo del tamaño, género y forma de las piezas. El equipo más comúnmente usado es el rotatorio, molino cilíndrico de caída. Las piezas se limpian por la acción de la caída de unas sobre otras cuando el molino esta rotando estas limpian de 30 a 45 kg. de piezas en fundición gris o maleable en 5 a 8 min. Máquinas grandes de este tipo tienen capacidad por sobre una tonelada por carga. Las piezas de fundición grandes, las cuales son difíciles de manejar a mano, se pueden obtener limpias por los métodos de " Sand Blast" o por chorro de granalla de acero.

En suma a estos procesos de limpieza, muchas piezas de fundición requieren de una cierta cantidad de esmerinado para eliminar la tez de la fundición y cortar algunos defectos.

## CAPITULO II

### GENERALIDADES DE LAS MAQUINAS Y HERRAMIENTAS

**P**ara la manufactura económica de productos es esencial que las dimensiones sean cuidadosamente especificadas y luego medidas ó controladas con precisión durante el proceso de producción, debido a esta especificación de medición y control, son posibles la manufactura intercambiable y la producción en masa.

La primera demostración clara de la posibilidad económica de la manufactura en gran escala, basada en partes intercambiables ocurrió en 1794 cuando Eli Whitney hizo las partes para diez fusiles, las llevo a Washington y seleccionando indiscriminadamente las partes, armó los diez fusiles completos. Antes de este periodo las armas de fuego eran realizadas a mano, cada pieza se terminaba a mano. Whitney proyecto algunas guías simples para limpiar cada parte, que limitaba la cantidad de metal removido y así dio una mayor uniformidad al tamaño y a la forma de partes duplicadas laminadas en una guía a través del uso de sus guías limadas, logro los dos objetivos importantes de especificaciones y control de dimensiones consiguiendo la intercambiabilidad de las partes.

Su demostración tuvo tal éxito, que fue contratado para producir varios miles de fusiles y así comenzó la era de la producción en masa de partes intercambiables; no solo la especificación de dimensiones tiene un efecto vital sobre el funcionamiento adecuado de los productos manufacturados sino que también tiene una conexión directa con las máquinas, proceso y trabajo especializados, utilizados para fabricar productos y con el costo resultante de la producción.

Cuando se especifica una tolerancia dimensional la herramienta de la máquina que se usa debe ser capaz de producir la dimensión dentro de estas tolerancias. El corte de metal es el proceso más ampliamente usado para obtener piezas de formas específicas a partir de trozos de metal de diferentes dimensiones, las virutas del material son eliminadas por medio de una herramienta de corte hasta obtener la forma deseada.

Es a través de este proceso de remoción de virutas, llamado comúnmente maquinado que se obtiene la forma, tamaño y terminación requeridas. Evidentemente, en el maquinado las virutas son un medio para la obtención de la pieza deseada. Sin embargo es la formación de virutas a las que hay que prestar mayor atención en el cortado de metales ya que es a través de su formación y eliminación de la viruta que se obtiene el resultado deseado. Prácticamente todas las partes fabricadas requieren maquinado en algún momento de su fabricación.

Este maquinado puede ser desde relativamente tosco y de poca precisión como por ejemplo la limpieza de piezas de fundición o forja hasta trabajos de precisión como la generación de superficies forjadas y soldaduras de trozos de metal. El grado de remoción de metal durante el maquinado puede variar desde bajos valores hasta 50% de la pieza de trabajo, es entonces importante tener, una clara comprensión de los procesos básicos de cortado de metales, sus requerimientos, ventajas y limitaciones.

En un sentido amplio una máquina herramienta es simplemente un artificio para extender la capacidad de la mano del hombre para el manejo de las herramientas.

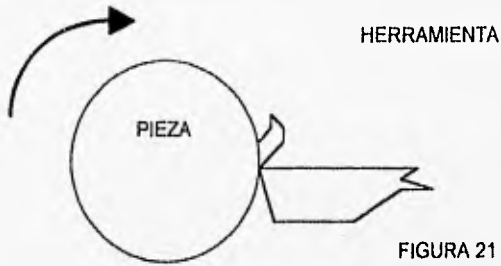
Por medio de la aplicación de la fuerza motriz se puede aumentar la velocidad de producción de las piezas, la amplitud de dimensiones también puede aumentarse debido a que las máquinas herramientas se pueden construir para alcanzar casi cualquier dimensión deseada. La precisión se aumenta por medio del control rígido del movimiento relativo entre herramienta y pieza.

Además de esto, las máquinas herramientas se distinguen comúnmente de las convencionalmente denominadas herramientas mecánicas de mano, debido a su calidad de ser portátiles. La capacidad y precisión esperada de las máquinas herramientas conduce a tamaños y pesos que requieren un soporte rígido y firme.

Fundamentalmente las máquinas herramientas ejecutan su función precisamente proporcionando y produciendo movimientos controlados entre una o varias piezas, y la herramienta adecuada. El material se quita o se deforma en el proceso para producir la pieza a la forma deseada, tanto la pieza como las herramientas estén soportadas rigidamente por la máquina, a menos que la pieza sea tan larga que deba ser colocada en soportes, montados sobre el piso y próximos a la máquina hasta que se completen las operaciones del maquinado.

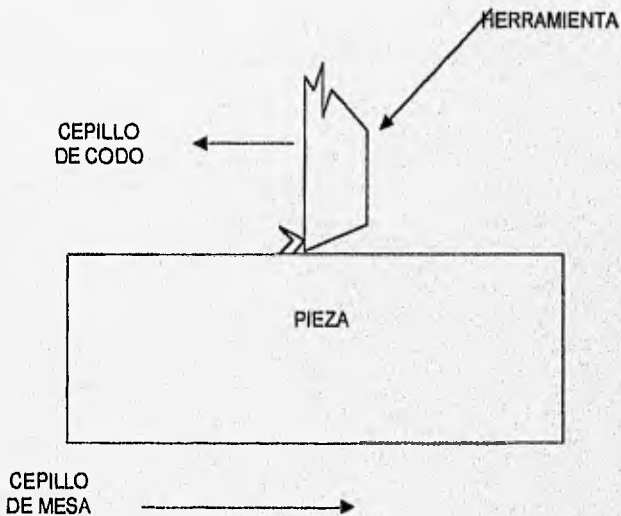
Estas máquinas proporcionan cinco tipos de movimientos relativos para producir las diversas formas deseadas.

Durante el primero de estos movimientos, la pieza gira y la herramienta de corte avanza y se mueve longitudinalmente para reproducir piezas de sección cilíndrica.



Inicialmente es el término aplicado al movimiento que tiende a profundizar el corte. Desplazamiento longitudinal es un tipo de movimiento que expone nuevas áreas de la pieza a la acción de la herramienta, ampliando el corte.

El movimiento alternativo relativo entre la pieza y la herramienta es el segundo tipo básico de movimiento en las máquinas herramientas.



En el cepillado de mesa, la herramienta se desplaza o se mueve lateralmente y el avance se efectúa durante el recorrido de retroceso de la pieza; en el cepillo de codo, la herramienta hace el avance de corte mientras que la pieza es movida lateralmente.

El tercer tipo de movimiento básico se caracteriza por la rotación y avance de la herramienta de corte en tanto que la pieza permanece fija. El taladro es una aplicación típica.

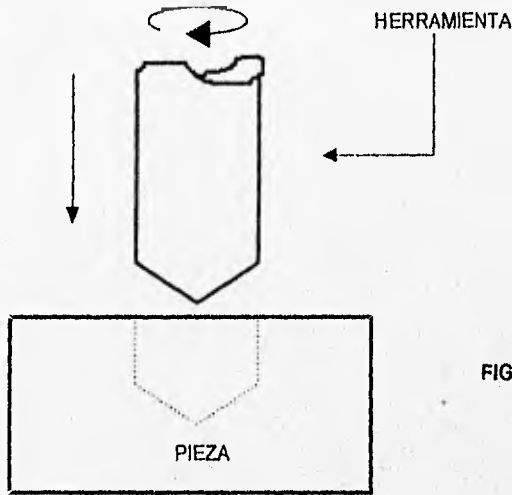


FIGURA 23

En el cuarto tipo de movimiento la pieza se mueve y avanza contra la herramienta de corte mientras ésta última gira. Esta acción se aplica en el fresado y el rectificado, que es también una aplicación de este tipo de movimiento.

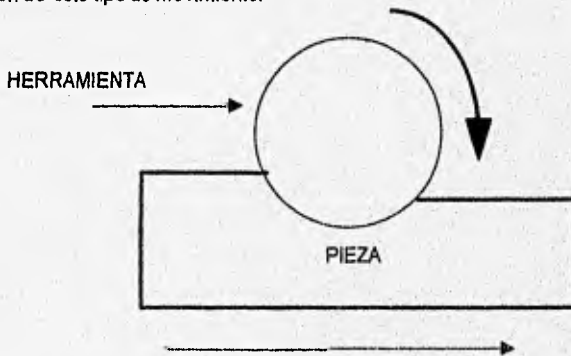


FIGURA 24  
15

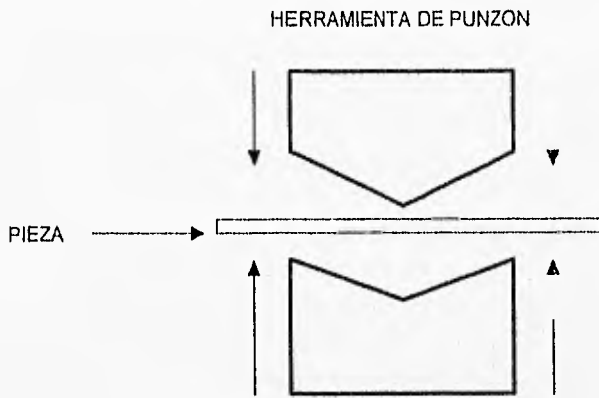


FIGURA 25

El quinto tipo de movimiento difiere de los cuatro primeros en que implica la conformación o deformación de las piezas en lugar de la remoción del material.

El material se coloca entre dos herramientas opuestas que se mueven juntas para golpear, prensar y cortar la pieza.

Las operaciones de punzado, doblado, estampado, extrusionado y forjado hacen uso de este tipo de movimiento relativo controlado entre la pieza y la herramienta apropiada.

Para comprender a las máquinas herramientas, el conocimiento de lo que hacen es quizás lo más importante de todo, que su naturaleza y función sea tan vital para cualquiera que posea o espere tener una posición de responsabilidad en el mando de la industria.

Es la historia como es tan frecuente, la que ayuda a contestar esta pregunta. El rápido desarrollo de las máquinas herramientas; un proceso que todavía continúa hoy, comenzó en la última parte del siglo XVIII con artificios tales como la máquina barrenadora de Wilkinson y el tomo de Maudslay. No es coincidencia que el rápido desarrollo del bienestar humano y nuestra economía industrial comience al mismo tiempo.

Fue la máquina herramienta la que realmente dio libre acceso a la riqueza de la tierra y liberó a los hombres de la ingrata tarea de trabajar desde el alba hasta el anochecer para producir alimentos y abrigo por medio del trabajo manual.

Casi cada máquina o artificio familiar en nuestra vida cotidiana, desde las máquinas sumadoras hasta los cierres relámpagos son directamente o indirectamente productos de las máquinas herramientas. El papel sobre el que están impresas estas palabras fue hecho con una

inmensa y compleja máquina de hacer papel que a su vez fue hecha por máquinas herramientas, como lo fue el telar que tejió las ropas que usamos ahora.

Los tractores e implementos agrícolas que labran la tierra y cosechan los granos, los instrumentos de investigación avanzada de todas las clases, los automóviles, los aeroplanos, las cámaras fotográficas, los bastones de golf y toda la relación de cosas que utilizamos o que nos divierten las hacen las máquinas herramientas.

Pero es posible que lo más significativo sea el hecho de que las máquinas herramientas hagan también otras máquinas herramientas. Esta última cualidad es la que origina la definición popular de una máquina herramienta como la máquina herramienta que se reproduce a sí misma y que pone realmente a las máquinas herramientas en el papel de producto indispensable para cualquier aumento en la productividad y cualquier elevación en el nivel general de actividad económica.

Resulta que, puesto que las máquinas herramientas producen casi todas las cosas por las cuales se mide la riqueza, son productoras de riqueza.

También proporciona la fuerza nacional y la seguridad que protege tal riqueza y permite su goce, sin esta seguridad la riqueza se convierte fácilmente en una invitación al desastre en lugar de convertirse en un capital.

Sin la riqueza y la seguridad que las máquinas herramientas nos proporcionan y sin la libertad para el trabajo ininterrumpido, el progreso sería dolorosamente lento. Los hombres todavía estarían trabajando de 12 a 15 horas al día para producir menos de la cuarta parte de lo que producen ahora en un turno de 7 a 8 horas.

A niveles tan bajos de productividad, los salarios nunca podrían haber saltado el nivel de subsistencia mínima.

El futuro ofrecería poco más que una oscura promesa de los mismos. Pero gracias a las máquinas herramientas, tenemos los niveles elevados de productividad, la riqueza y la seguridad financiera y alimentar el progreso.

Los estudiantes tienen tiempo para estudiar y los científicos tienen el tiempo, los medios para la investigación y el desarrollo. Sus beneficios a todo género humano, también a través de las máquinas herramientas. En el último análisis la riqueza, la fuerza y la perspectiva futura de cualquier nación debe ser medida en términos de número y calidad de sus máquinas herramientas, y de la habilidad de sus jefes para comprenderlas y aplicarlas.

## CAPITULO III

### GENERALIDADES SOBRE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE, FLUIDOS DE CORTE E INSTRUMENTOS DE MEDICION

#### HERRAMIENTAS DE CORTE

**E**n la fabricación de productos, es importante que los procesos involucrados sean eficientes y capaces de producir partes de calidad aceptable. Después que los metales se han refinado, se transforman por algún proceso primario en formas y tamaños adecuados para el uso comercial.

Los productos terminados se obtienen frecuentemente maquinando al tamaño, formas elementales. Es importante que los principios de corte de metales sean bien comprendidos con el objeto de que tengan una aplicación económica.

Los principios se emplean en operaciones tales como torneado, cepillado, fresado y taladro, tanto como en otros procesos ejecutados por máquinas herramientas.

Las partes se producen desprendiendo metal en forma de pequeñas virutas, el trabajo central de estas máquinas esta en la herramienta cortante que desprende estas virutas.

La forma más simple de herramienta cortante es la de una sola punta como la usada en el trabajo de tomo y cepillo de codo. Las herramientas cortantes de puntas múltiples son solamente dos o más herramientas de una sola punta acomodadas como una unidad. Las fresas y escariadores son buenos ejemplos.



Las consideraciones se limitaran al corte ortogonal de una sola punta en el que el filo cortante es perpendicular a la dirección del corte y no hay flujo lateral del metal. No hay curvatura en tales virutas, todas las partes de la viruta tienen la misma velocidad. Hay otras dos formaciones de viruta aquellas que se curvan hacia arriba y las que siguen la inclinación de la herramienta y se curva lateralmente. Todas las virutas son una combinación de éstas tres, la viruta recta ortogonal es la más fácil de analizar.

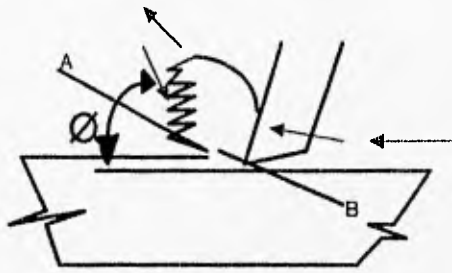


FIGURA 31

Analizando el proceso de corte se supone que la viruta se separa de la pieza por medio de una acción cizallante a través del plano A-B, aunque existen otras teorías en cuanto a la manera en que se producen la formación de virutas. Puesto que la viruta deformada esta comprimida contra la cara de la herramienta se desarrolla una fuerza elevada de rozamiento.

El trabajo para producir la viruta debe vencer a la fuerza de cizallamiento como la de rozamiento.

La fuerza de cizallamiento y el ángulo del plano de cizallado están afectados por la fuerza de rozamiento de la viruta contra la cara de la herramienta, ya sea que se use o no refrigerante, los materiales de la herramienta y de la pieza de trabajo, la velocidad de corte y la forma de la herramienta. De una viruta gruesa con un ángulo de cizallado bajo, resulta una gran fuerza de rozamiento baja. La eficiencia con la que se desprende el metal es mayor cuando la fuerza de rozamiento se puede minimizar.

Las fuerzas que actúan en una herramienta son; longitudinal, tangencial y radial, en la mayoría de operaciones de maquinado la fuerza tangencial es la más significativa. Las fuerzas sobre una herramienta cortante para un material dado depende de un número de consideraciones.



FIGURA 32

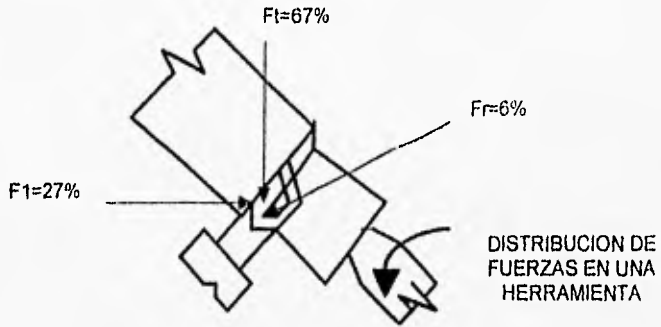


FIGURA 33

- 1) Las fuerzas en la herramienta no cambian significativamente en un cambio en la velocidad de corte.
- 2) A mayor avance de la herramienta, mayores las fuerzas.
- 3) A mayor profundidad de corte mayores fuerzas.
- 4) La fuerza tangencial aumenta con el tamaño de la viruta.
- 5) La fuerza longitudinal disminuye si el radio de la punta se hace mas grande o si el ángulo del filo lateral cortante aumenta.
- 6) En cerca de 1% de cada grado, reduce la fuerza tangencial, en tanto el ángulo de inclinación posterior aumenta.
- 7) El uso de un refrigerante reduce ligeramente las fuerzas en una herramienta, y se logra aumentar considerablemente su duración.

Para comprender la acción cortante de una herramienta de una sola punta, como se aplica en un tomo.

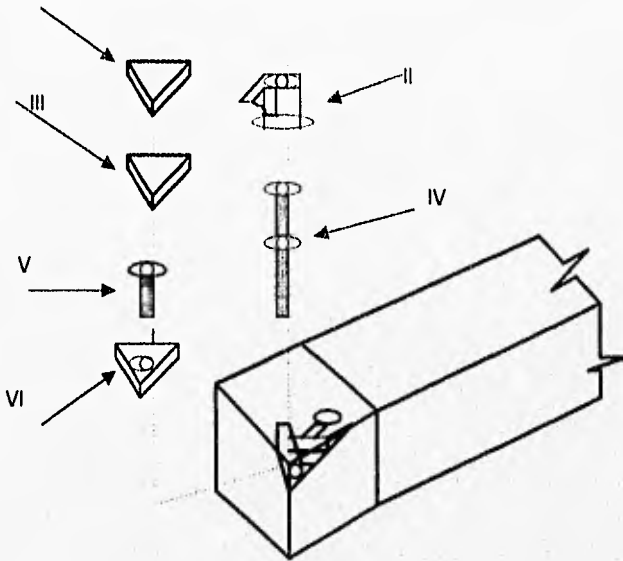
## BURIL

La herramienta se afila en una forma de cuña, llamándole al ángulo comprendido, ángulo de filo o de corte.

El ángulo de alivio lateral, entre el costado de la herramienta y la pieza es para evitar frotamiento en la herramienta, el ángulo es pequeño, usualmente de 6 a 8 .

El ángulo de inclinación lateral varía con el ángulo de filo, por su parte depende del tipo de material maquinado.

El ángulo de inclinación posterior se obtiene por afilado si la herramienta cortante se sujeta en una posición horizontal.



I) ROMPEVIRUTA  
 II) SUJETADOR  
 III) INSERTO DESECHABLE

IV) TORNILLO SUJETADOR  
 V) TORNILLO CALZADOR  
 VI) CALZA

VISTA EXPUESTA DE UNA HERRAMIENTA CON INSERTO DE PUNTA CORTANTE DE CARBURO, DESECHABLE, TRIANGULAR.

FIGURA 35

Sin embargo la mayoría del porta-herramientas están diseñadas para sostener a la herramienta en posición aproximada, para la correcta inclinación posterior. Para evitar una acción de frotamiento en el flanco de la herramienta es necesaria una salida en el extremo, los ángulos de la figura corresponden a una herramienta cortante montada horizontalmente y perpendicular a la pieza de trabajo. Los ángulos efectivos se pueden cambiar por ajustes del porta herramientas sin cambiar los ángulos afilados en la herramienta.

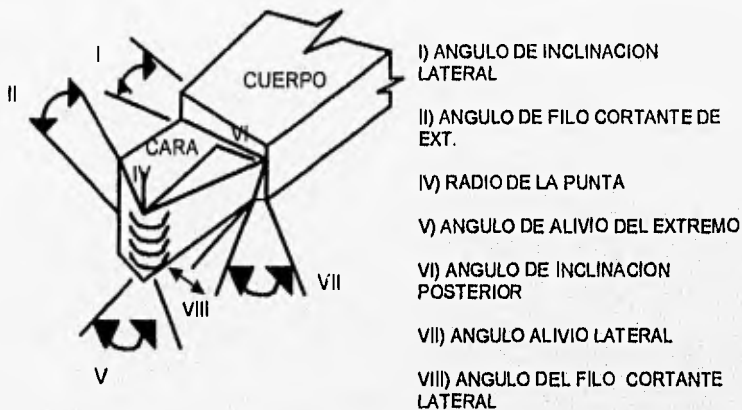


FIGURA 34

En las herramientas afiladas se deberían notar que el filo o el ángulo de corte varía con la clase de material que se corta. El ángulo de corte debe ser suficientemente agudo para cortar bien con un mínimo consumo de potencia sin embargo, el filo debe ser lo suficientemente resistente para soportar las fuerzas involucradas y para disipar el calor generado.

Es necesario un compromiso; en general, se basa en la dureza del material. Los materiales duros requieren de un filo cortante de gran resistencia con una capacidad para disipar calor. Los materiales blandos permiten el uso de cortes menores, de cerca de  $22^\circ$  en herramientas para madera. Los metales blandos y dúctiles, tales como el cobre y aluminio, requieren de ángulos mayores con un rango por encima de los  $22^\circ$ . Mientras que los materiales quebradizos, tienen virutas que se desmoronan o rompen fácilmente, requieren de ángulos aun mayores. Una interesante variación en los ángulos de herramientas es aquella que se recomienda para el latón y el duraluminio. Estos materiales, prácticamente se trabajan mejor con inclinaciones de cero, siendo la acción cortante un rasqueteo.

Debido a la elevada ductibilidad, la herramienta penetra y arrancara al metal si se emplea un ángulo de corte pequeño.

La investigación ha señalado los ángulos aproximados para herramientas y las velocidades de corte para numerosos materiales. La tabla siguiente muestra los valores recomendados para herramientas de corte de acero de alta velocidad.

**ANGULOS DE CORTE PARA HERRAMIENTAS DE ACERO  
DE ALTA VELOCIDAD**

MATERIAL	ANGULO DE ALIVIO LATERAL GRADOS	ANGULO DE INCLINACION LATERAL GRADOS	ANGULO DE INCLINACION POSTERIOR GRADOS	ANGULO DE SALIDA DE EXTREMO GRADOS
ACERO DULCE 1020	12	14	16	8
ACERO DE MEDIO CARBON 1090	10	14	16	8
ACERO DE MEDIO CARBON 1035	10	12	8	8
BARRAS DE 1112 PARA FAB. DE TORNILLOS	12	22	16	8
HIERRO FUNDIDO	10	12	5	8
ALUMINIO	12	15	35	8
LATON	10	0	0	8
METAL MONEL	15	14	8	12
PLASTICOS	12	0	0	8
FIBRAS	15	0	0	12

Además de la herramienta sólida de una punta, se puede soldar o insertar en un porta herramientas una punta de carburo. Se encuentra en disposición de muchos tipos de porta herramientas e insertos. Los insertos son desechables y su geometría varía desde la forma triangular, cuadrada, circular, y romboidal, hasta otras especiales. La figura. 35 es un ejemplo de los componentes de una herramienta de una punta que emplea insertos desechables de carburo.

Con herramientas de carburo se genera más calor, de modo que se debe suministrar refrigerante adecuado.

## **BROCAS**

Taladrar es la operación de producir un agujero en un objeto forzado contra él una broca que gira. La operación puede ser realizada permaneciendo estática la broca y girando la pieza de trabajo, como acontece en el torno, la pieza montada y girando en un mandril de mordazas.

Una broca es una herramienta giratoria con un extremo cortante teniendo uno o más filos con sus respectivas ranuras que continúan a lo largo del cuerpo de la broca.

Las ranuras pueden ser rectas o helicoidales y sirven para suministrar el paso a la viruta y al fluido de corte.

Aunque la mayoría de las brocas son conocidas también como barrena, las brocas con tres o cuatro ranuras no pueden ser usadas para el acabado de agujero, pero sirven para agrandar agujeros que han sido previamente taladrados o hechos con corazones.

## **BROCAS HELICOIDALES**

El más común tipo de broca es la helicoidal, que tiene dos ranuras y dos aristas cortantes. En la fig. 36 se muestra una broca helicoidal con su terminología respectiva., la broca puede tener un zanco cónico o recto. El zanco cónico de la broca queda sujeto y correctamente centrado dentro del alojamiento cónico del árbol de la máquina taladradora.



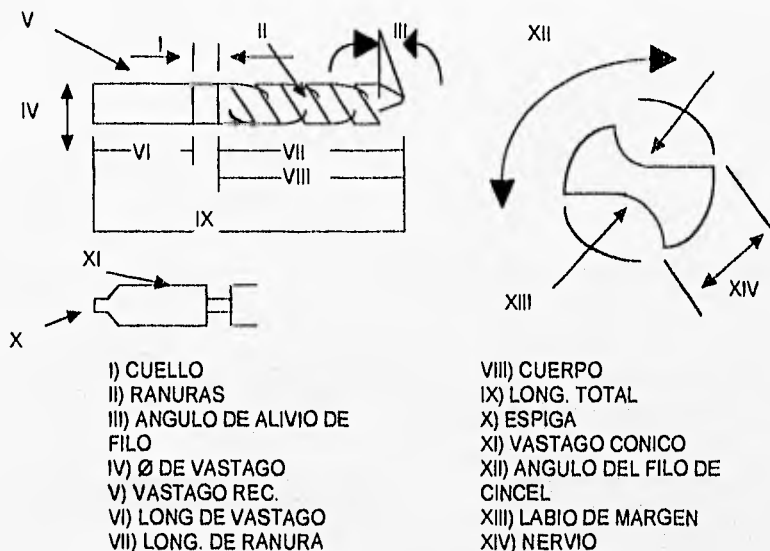


FIGURA 36

Las herramientas de taladrar tienen un cono morse de 1, 2, 3, 4, 5, 6, dependiendo del diámetro de la broca, también se normaliza para rimas y otras herramientas similares. La espiga en el extremo del cono entra en una ranura del alojamiento del árbol y sirve para evitar el desplazamiento de la superficie cónica. Las brocas con zanco recto son generalmente montadas y correctamente centradas en un porta brocas, algunas tienen planos de arrastre y son usadas con mangos cónicos ranurados.

Estas brocas son mas baratas que las que tienen zanco cónico pero son usadas en medidas hasta de doce milímetros.

Diferentes clases de brocas que difieren en el ángulo y número de ranuras se muestran en la fig. 37. Las brocas de una sola de una sola ranura son empleadas para el taladro de agujeros mas profundos.

La broca de dos ranuras es el tipo mas convencional para el taladro de agujeros.

Algunos tienen canales interiores o exteriores para aceite refrigerante y son usadas en el taladro de producción. Brocas con tres y cuatro ranuras son empleadas principalmente para el agrandamiento de agujeros previamente taladrados. Ambas tienen mayor productividad y mejor acabado comparado con la broca de dos ranuras. Se han fabricado brocas con diferentes ángulos de ranuras para perfeccionar el taladro de materiales y aleaciones especiales.



BROCA CON VASTAGO  
CONICO CON CANALES PARA  
ACEITE



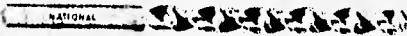
BROCA PARA MOLDEADOS  
PLASTICOS



BROCA CON CUATRO  
RANURAS



BROCA CON TRES  
RANURAS



BROCA CON ANGULO DE  
HELICE ALTO PARA  
ALUMINIO



BROCA CON VASTAGO RECTO  
PARA ACERO SUAVE

## BROCA ESPADA

Como se muestra en la fig. 38 para hacer agujeros de diámetro grande en un rango de 35 a 380 mm. Para agujeros mayores de 90 mm. Estos son el único tipo de brocas suministradas como material suelto. Los materiales empleados para la fabricación de brocas espadas son el acero de alta velocidad o también son hechas con acero medio y alto carbono, y con puntas de carburo.

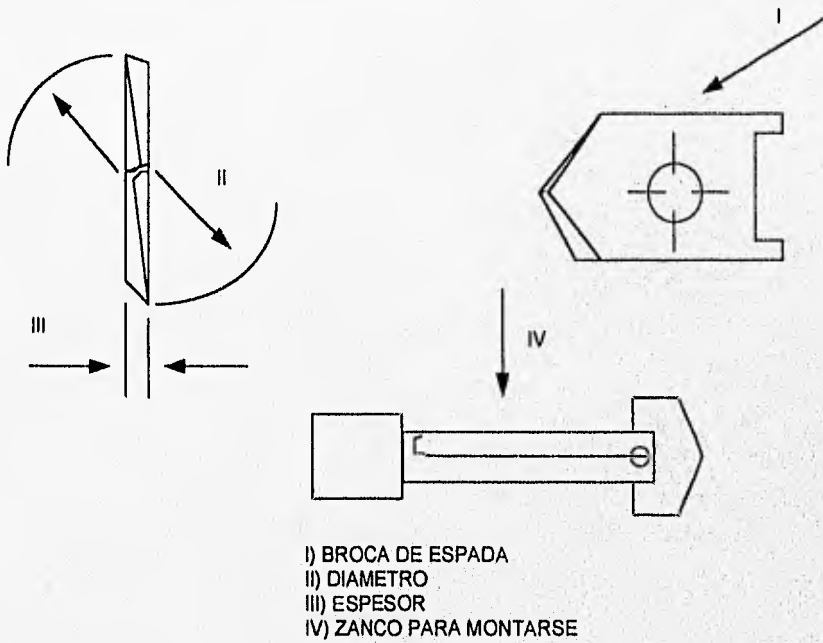
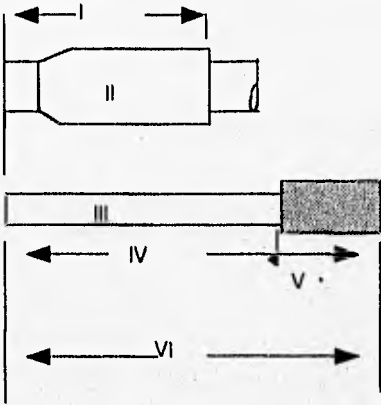


FIGURA 38

## RIMAS O ESCARIADORES

Una rima es una herramienta que sirve para acabar un agujero que previamente ha sido taladrado o mandrinado. La cantidad de material desprendido por una rima depende de la materia de agujero y del material que se corta.

Un sobre espesor de 0.38 mm. en el diámetro es probablemente un buen promedio, y de 0.13 mm para rimas pequeñas, de 0.8 mm. para rimas más grandes. Cuando se riman aleaciones endurecidas por deformación, se debe estar seguro que la cantidad desprendida de material no sea muy grande (nunca mayor de 0.13 mm.) para evitar fricción con la superficie endurecida. Debido a la pequeña cantidad de material desprendido por esta operación los agujeros rimados tienen una superficie fina. La terminología de las rimas se indica en figura 39.



- I) LONG. VASTAGO
- II) VASTAGO CONICO
- III) VASTAGO RECTO
- IV) LONG. DEL VASTAGO
- V) LONG. DE LA RANURA
- VI) LONG. TOTAL
- VII) CONO CENTRADOR
- VIII) MEDIDA NOMINAL
- IX) RANURA
- X) LISTON

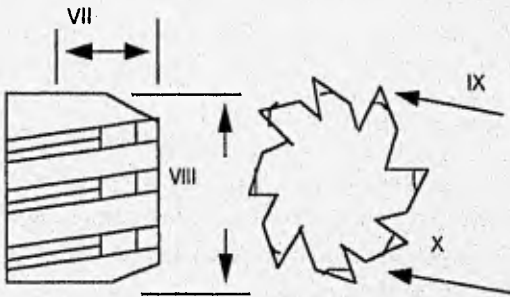


FIGURA 39

Las rimas disponibles para diferentes materiales y aplicaciones:

- 1) Rima manual
- 2) Rima par torno
- 3) Rima hueca
- 4) Rima cónica
- 5) Rima de expansión
- 6) Rima ajustable
- 7) Rima de propósitos especiales

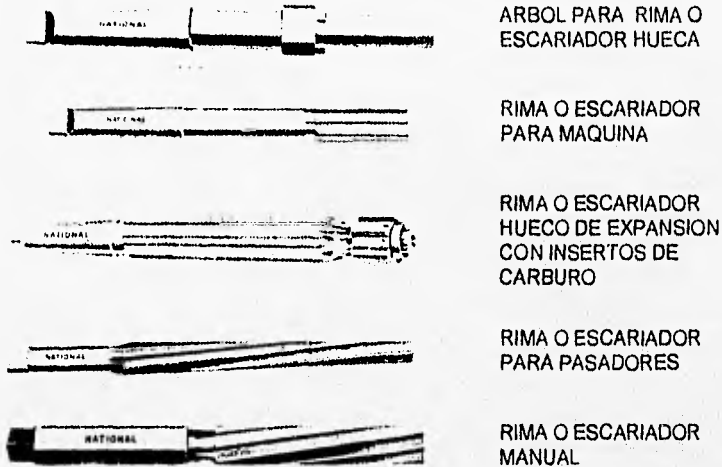


FIGURA 310

En la figura 310 se ilustran diferentes tipos de rimas; la rima manual es una herramienta de acabado, diseñada para dar la medida final a un agujero, tiene un pequeño cono para facilitar la entrada en el agujero. Este tipo de rima así como los otros se hacen con ranuras rectas y helicoidales.

### RIMAS PARA MAQUINA

Como su nombre lo indica, se diseño para usarse en máquinas y también se hacen con ranuras y helicoidales. La rima para máquina con ranuras helicoidales tiene una fácil acción de rimado y es empleada para materiales difíciles de rimar. Las rimas para máquina con ranuras rectas son comúnmente empleadas en tomos revolver, prensas taladradoras y tomos; ambas rimas tienen en el extremo un pequeño chafán de 45°.

### **LAS RIMAS TIPOS ROSA**

Efectúan todo el corte sobre el extremo biselado teniendo algún uso en el rimado de agujeros hechos con corazones.

La diferencia principal entre las rimas para máquina y el tipo rosa es que tiene un bisel en el extremo achaflanado.

### **LAS RIMAS HUECAS**

Tienen un agujero central para poder ser montadas en un árbol que tiene en un extremo un zanco cónico; esta rima hueca tiene unas ranuras en las cuales quedan alojadas las cuñas del árbol con objeto de tener un arrastre positivo. Las rimas huecas se usan principalmente en tornos de revolver, y no se recomiendan para desprenden gran cantidad de material. Las rimas para pasadores cónicos son generalmente de diámetro pequeño y muy largas, y son hechas con ranuras rectas y helicoidales siendo las ranuras helicoidales mejores para emplearse en máquina.

Las rimas cónicas deben construirse lo más robustas posible debido a su longitud.

### **LAS RIMAS DE EXPANSION**

Se ajustan para compensar el desgaste o para rimar agujeros son **sobremedida**. Estas rimas difieren en que pueden manipularse para un considerable rango de diámetros.

## **MATERIALES PARA HERRAMIENTAS**

Las practicas actuales de producción requieren más severamente de las máquinas herramientas. Para adecuar las diversas condiciones que se les impone, se han desarrollado una amplia variedad de materiales para herramientas. El mejor material a usar para cierto trabajo es el que producirá la parte maquinada al menor costo. Las propiedades deseadas en cualquier material para herramientas incluyen: la capacidad para resistir el ablandamiento a altas temperaturas, un bajo coeficiente de fricción, buenas cualidades de resistencia a la abrasión y una tenacidad suficiente para resistir la ruptura.

Los principales materiales empleados en las herramientas de corte son los siguientes:

### **ACEROS AL ALTO CARBONO**

Por muchos años, antes del desarrollo de aceros para herramientas de alta velocidad, se usaban aceros al carbón para todas las herramientas de corte limitándose el contenido de carbono de 0.80 a 1.20%, estos aceros tienen una buena templabilidad, con un tratamiento térmico apropiado, alcanza una dureza tan grande como cualquiera de las aleaciones de alta velocidad.

A máxima dureza, el acero es muy quebradizo, si se desea algo de tenacidad se debe obtener a costa de la dureza. La capacidad de penetración del temple (templabilidad) es baja, limitándose el uso de este acero a herramientas pequeñas. Debido a que estas herramientas pierden dureza alrededor de los 300° C no son convenientes para altas velocidades y trabajo pesado, restringiéndose su utilidad al trabajo en materiales blandos.

### **ACEROS ALTA VELOCIDAD**

Estos materiales son de alto contenido de aleación, tienen una excelente templabilidad y mantendrán un buen filo cortante a temperaturas de cerca de 650° C.

A la capacidad de una herramienta para resistir al ablandamiento en tales temperaturas se le conoce como dureza al rojo y ésta es la cualidad más deseada. Para que el acero tenga esta característica se le añade 18% de tungsteno y 5.5% de cromo como los principales elementos de aleación. Otros elementos de aleación comunes son el vanadio, molibdeno y cobalto. Aunque hay numerosas composiciones de acero de alta velocidad todas ellas se pueden agrupar en las siguientes tres clase:

- 1) Acero de alta velocidad 18-4-1.- Este acero que contiene 18% de tungsteno, 4% de cromo y 1% de vanadio se le considera uno de los mejores aceros para herramientas de propósitos múltiples.

2) Aceros de alta velocidad.- Muchos aceros de alta velocidad usan molibdeno como elemento principal de aleación ya que una parte substituirá a dos partes de tungsteno. Estos aceros contienen, 4% de cromo y 2% de vanadio, tienen una tenacidad y capacidad de corte excelentes.

3) Aceros rápidos superiores.- Algunos aceros de alta velocidad contienen cobalto añadido en cantidades comprendidas entre 2 y 15% puesto que este elemento aumenta la eficiencia de corte, especialmente a altas temperaturas. Un análisis de este acero contiene 20% de tungsteno, 4% de cromo, 2% de vanadio y 12% de cobalto. Debido al mayor costo de este material se usa principalmente para operaciones de corte pesadas que imponen presiones y temperaturas elevadas a las herramientas.



## **ALEACIONES FUNDIDAS NO FERROSAS**

Numerosas aleaciones no ferrosas que contienen principalmente cromo, cobalto y tungsteno con porcentajes menores que uno o más elementos formadores de carburo como el tantalio, molibdeno o boro, son materiales excelentes para herramientas de corte. Estas aleaciones tienen una alta dureza al rojo y son capaces de mantener buenos filos cortantes en las herramientas, a temperaturas por encima de los 925°C. Comparadas con los aceros de alta velocidad se puede usar el doble de la velocidad de corte y aún mantener el mismo avance. Sin embargo son más quebradizas no responden al tratamiento térmico y se puede maquinar solamente por esmerilado. El rango de elementos en estas aleaciones es de 12 a 25% de tungsteno, 40 a 50% de cobalto y 15 a 35% de cromo. Como material de herramientas para la eficiencia de corte están en un rango medio entre los aceros de alta velocidad y los carburos.

## **CARBUROS**

Los insertos de carburo para herramientas de corte se hacen sólo por la técnica de metalurgia de polvos; los polvos del metal del carburo de tungsteno y el cobalto se forman por comprensión, se presinterizan para facilitar su manejo y acabado de su forma final, se sintetiza en un horno con atmósfera de hidrógeno a 1550°C y se terminan con una operación de esmerilado.

Las herramientas de carburo que contienen solo carburo de tungsteno y cobalto (aproximadamente 94% de carburo de tungsteno y 6% de cobalto) son adecuadas para el maquinado de hierro fundido y la mayoría de los otros materiales excepto el acero. El acero no se puede maquinar satisfactoriamente por medio de esta composición debido a que las virutas se pegan o sueldan a la superficie del carburo y destruyen pronto la herramienta. Para eliminar esta dificultad, se añade titanio y carburo de tantalio en adicional al incremento de porcentaje de cobalto. Puesto que la variación en la composición altera las propiedades de los materiales de carburo, se tienen diversos grados a disposición para ajustar el trabajo a realizar. La dureza a la rojo de los materiales de herramientas de carburo es superior a todas las demás, puesto que mantendrá un filo cortante a temperaturas mayores de 1200°C. En adición es el material manufacturado más duro y tiene una resistencia a la comprensión extremadamente alta. Sin embargo es muy quebradizo, tiene una baja resistencia al choque y se sujeta muy rígidamente para prevenir la ruptura.

El esmerilado es fácil y se puede hacer sólo con carburo de silicio o muelas de diamante. Los ángulos de salida se deben mantener a un mínimo. Las herramientas de carburo permiten velocidades dos o tres veces mayores que las herramientas de aleaciones fundidas, pero a tales velocidades se debe emplear un avance mucho más pequeño.

Desde un punto de vista económico, las herramientas de carburo deberían usarse en lo posible. Las máquinas que emplean herramientas de carburo deben estar rígidamente construidas, tener una amplia potencia y tener un rango de avance y velocidad apropiadas para el material.

## DIAMANTES

Estos son usados como herramientas de una sola punta para cortes ligeros y altas velocidades, deben estar rígidamente soportados debido a su alta dureza y fragilidad. Se emplean ya sea en materiales difíciles de cortar con otros materiales más blandos, en los que la precisión y el acabado superficial son importantes. Los diamantes industriales se usan comúnmente en el maquinado de plásticos, hule duro, cartón comprimido y aluminio con velocidades de corte de 300 a 1500 m/min. Se usan también para el rectificado de muelas abrasivas para pequeños dados de estrado y en ciertas operaciones de rectificado y asentado.

El diamante policristalino sintetizado y los diamantes compactos ensamblados en carburo de tungsteno están encontrando un uso en las operaciones de desgaste elevado y maquinado de alta velocidad. Estas herramientas se usan tanto para el maquinado de materiales no ferrosos con alto contenido de silicio como para fibra de vidrio que es muy abrasiva.

## HERRAMIENTA DE CERAMICA

El polvo de óxido de aluminio junto con aditivos de titanio, magnesio u óxido de cromo se mezcla con algún aglutinante y se transforma con técnicas de metalurgia de polvos en una herramienta de corte de inserción.

El inserto se sujeta en el portaherramientas o se le adhiere por medio de una resina epóxica. El material resultante tiene una resistencia a la compresión extremadamente alta pero es muy quebradizo. Debido a esto se debe dar a los insertos una inclinación negativa de 5° a 7° para fortalecer su filo cortante y deben estar soportados por el portaherramientas. El punto de ablandamiento de una herramienta de cerámica es mayor de 1100°C y ésta característica aunada a su baja conductividad térmica posibilita a la herramienta para operar a altas velocidades de corte y admitir cortes profundos.

No se ha indicado algún aumento sustancial en la duración de la herramienta con el uso del refrigerante. Las ventajas de las herramientas de cerámica incluyen la dureza y la resistencia a altas y bajas temperaturas, alta resistencia a la compresión, falta de afinidad con el metal que se corta, resistencia a la craterización y una baja conductividad térmica.

El uso de las herramientas de cerámica está limitado sólo por su fragilidad, la rigidez, capacidad y velocidad de las máquinas herramientas convencionales y la dificultad para asegurar el inserto en su soporte.

## FLUIDOS DE CORTE

Se puede efectuar una mejora en la acción cortante con el uso de sólidos, líquidos, emulsiones o gases en el proceso de corte. En todas las operaciones de formado y corte se desarrollan a altas temperaturas como resultado de la fricción y a menos que se controlen las temperaturas y las presiones, las superficies metálicas tienden a adherirse unas a otras. Según la figura 311 indica las fuentes principales de calor. Un refrigerante adecuado puede desempeñar las siguientes funciones útiles.

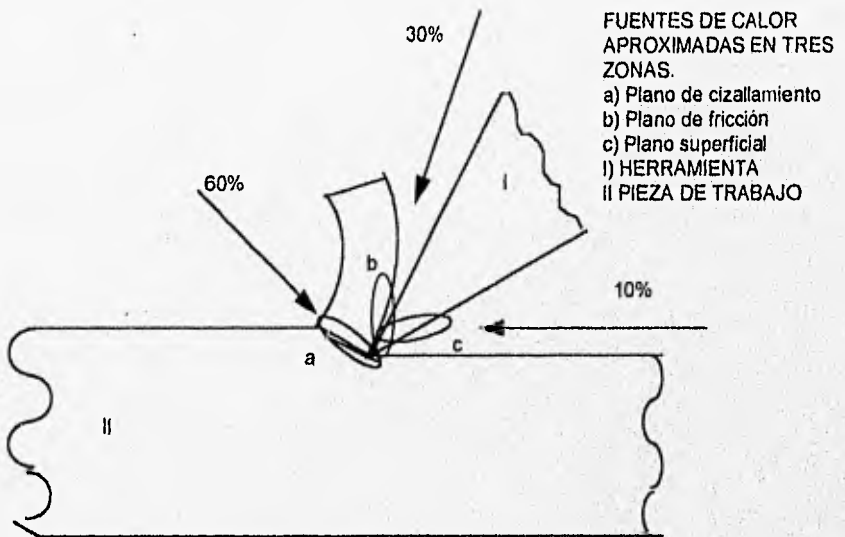


FIGURA 311

- A) Reducir la acción entre la viruta, la herramienta y la pieza de trabajo.
- B) Reducir la temperatura de la herramienta y la pieza.
- C) Deslavar las virutas.
- D) Mejorar el acabado de la superficie.
- E) Reducir la potencia requerida.
- F) Aumentar la duración de la herramienta.
- G) Reducir la posibilidad de corrosión, tanto de la pieza como de la máquina.
- H) Ayudar a prevenir la soldadura de la viruta en la herramienta.

Un refrigerante deberá ser fisiológicamente adecuado para el operario, inofensivo para la máquina y estable. También debe tener buenas características de transferencia de calor; no volátil, no espumante, lubricante y tener una elevada temperatura de inflamación.

Los sólidos que mejoran la capacidad cortante, incluyen ciertos elementos en los materiales de trabajo, tales como el grafito en el hierro gris. Los líquidos se encuentran principalmente en forma de soluciones con base de agua o aceite, con ciertos aditivos para aumentar su efectividad. Los gases incluyen vapor de agua, bióxido de carbono y aire comprimido. La mayoría de refrigerantes se encuentran en estado líquido, debido a que se pueden orientar sobre la herramienta en el lugar adecuado y recircular fácilmente.

Los refrigerantes químicos son mezclas de componentes químicos disueltos en agua. Su propósito es enfriar, pero se puede usar tanto para enfriar como para lubricación.

Los agentes químicos empleados son:

- 1) Aminas y nitratos para la prevención de herramientas.
- 2) Nitratos para la estabilidad de nitratos.
- 3) Fosfatos y boratos para el ablandamiento del agua.
- 4) Jabones y agentes humectantes para la lubricación y para reducir la tensión superficial.
- 5) Compuesto de fosfato, cloro y azufre para la lubricación química.
- 6) Cloro para lubricación.
- 7) Glicoles como agentes agregados y humectantes.
- 8) Germicidas para controlar el crecimiento de bacterias.

Las ventajas del uso de un refrigerante provienen en el enfriamiento de la herramienta y de la reducción de la fricción, particularmente entre la viruta y la herramienta. Debido a la aspereza tanto de la viruta como de la pieza maquinada, el refrigerante se puede lanzar en pequeñas cantidades hacia el filo cortante. La mejor aplicación del refrigerante es entre la herramienta y la pieza, o si es posible entre la viruta y la herramienta. La simple inundación del área cortada no es tan efectiva como dirigir el refrigerante a las áreas de interfaz de la herramienta. La vibración de la herramienta y la pieza ayudan a bombear el refrigerante al filo cortante. La acción capilar y la vaporización del lubricante también ayudan a mantener al filo cortante frío y lubricado.

Se usan muchos tipos de refrigerantes, dependiendo principalmente de la clase de material maquinado y del tipo de operaciones que se efectúa.

Los siguientes son algunos refrigerantes no químicos usados para diversos materiales comunes:

I) **HIERRO FUNDIDO:** Aire comprimido, aceite soluble o trabajado en seco. El uso de aire comprimido requiere de un sistema de escape para remover el polvo producido por el soplado de partículas finas de hierro.

II) **ALUMINIO:** Lubricante de queroseno, aceite soluble, agua de sosa. El agua de sosa consiste en agua con pequeñas cantidades de algún alcalino que actúe como preventivo de herrumbre.

III) **HIERRO MALEABLE:** En seco o aceite lubricante soluble en agua. El refrigerante reciente consiste en un aceite mineral ligero que se mantiene en suspensión por sosa cáustica, aceite sulfurado y otros ingredientes que forman una emulsión cuando se mezclan con agua.

IV) **LATON:** En seco, aceite de parafina o compuesto de aceite de manteca.

V) **ACERO:** Aceite soluble en agua, aceite sulfurado o aceite mineral.

VI) **HIERRO FORJADO:** Aceite de manteca o aceite soluble en agua.

## **INSTRUMENTOS DE MEDICION**

El entender, manipular y controlar la maquinaria depende en parte, de la medición. La producción masiva, fundamento de la industria moderna, está basada en la medición y el la intercambiabilidad de partes. La fabricación de partes intercambiablos requieren que estas se hagan de acuerdo con los diseños y normas de ingeniería. Para esto se realice se necesita del auxilio de los instrumentos de medición.

Un instrumento de medición es cualquier aparato que puede usarse para obtener una medida dimensional o angular.

Algunos instrumentos tales como reglas de acero pueden leerse directamente; otros como los calibradores se usan para trasladar o comparar dimensiones. Así mismo, varios principios se emplean en la obtención de medidas. Un micrómetro por ejemplo, utiliza un principio diferente al de una regla o al de un calibrador.

En seguida se enlistan varios instrumentos comunes de medición de acuerdo a su uso.

## **I) MEDICION LINEAL**

### **A) LECTURA DIRECTA**

- 1) Regla
- 2) Escuadra universal
- 3) Medidor de profundidades
- 4) Calibrador
- 5) Micrómetro
- 6) Máquina de medición
  - a) Mecánica
  - b) Optica

### **B) INSTRUMENTOS PARA TRASLADAR MEDIDAS**

- 1) Compás y compás de puntas
- 2) Medidores telescópicos

## **II) MEDIDORES ANGULARES**

- A) Transportadores
- B) Barras de senos
- C) Escuadra universal
- D) Bloques patrón angulares
- E) Cabezal divisor

## **III) MEDICION DE SUPERFICIES PLANAS**

- A) Nivel
- B) Escuadra universal
- C) Calibrador de altura
- D) Medidor de perfiles
- E) Vidrio interferencial

#### **IV) MEDICION ESPECIAL DE CUALQUIER OBJETO**

- A) Neumático
- B) Eléctrico
- C) Electrónico
- D) Láser

El espacio no permite hacer una discusión completa de estos instrumentos y sus muchas variantes.



## CAPITULO IV

### GENERALIDADES DE LOS MATERIALES

**L**as coladas o vaciado es uno de los procesos mas antiguos que se conocen para trabajar los metales. Hace mas de 5000 años se vacian moldes . Pero la capacidad para fundir hierro y acero ha estado limitada, el vaciado mas antiguo es un objeto de hierro, es un león ornamental fundido en china alrededor del año 500 DC. La colada o vaciada es el proceso que da forma a un objeto al hacer entrar el material liquido en un agujero o cavidad formando que se llama molde. Dejar que se solidifique el liquido, cuando el material se solidifica en la cavidad retiene la forma deseada. Después que se retira el molde y queda el objeto sólido conformado.

En casi todos lo hogares y oficinas hay numerosos objetos hechos por colado o moldeo. El automóvil emplea gran variedad de piezas de diferentes materiales hechos de diversos procedimientos de colada o vaciado.

Hay muchos materiales que pueden colar y los procesos adoptan muchas formas, tamaños y variaciones. Los ejemplos van desde las gigantescas maquinas industriales vaciadas en hierro y acero hasta juguetes en miniatura fabricados con plástico moldeado. Los procesos se clasifican primero por la forma en la cual se hacen entrar los materiales a la cavidad del molde. Los dos sistemas básicos se realizan por gravedad o a presión. La segunda clasificación de los procesos es según el material del molde. Este se puede hacer con arena y se destruye después de sacar el objeto se llama colada en arena y su uso normal es sólo para metales, como el hierro y otras aleaciones y metales no ferrosos.

Hay muchas variaciones de los procesos con arena cada una tiene sus ventajas y desventajas esto se puede ver en el cuadro de comparaciones en el capitulo uno.

## CRITERIOS DE MATERIALES

Los aceros al carbón pueden ser fabricados con composiciones químicas ( contenidos en carbón, manganeso, fósforo, sulfuro y silicio) comprendidas dentro de los límites específicos de una calidad dada y tener todavía características disimiles (diferentes). Cada tipo y variación de calidad tienen entonces una aplicación lógica y útil, dependiendo de los productos finales y de los métodos de fabricación. En todas las fases de la producción de aceros, se emplean diversas prácticas que determinan la calidad y tipos de materiales para el acabado, el término calidad cuando se refiere técnicamente a productos de acero, es indicativo de muchas condiciones, tales como el grado de bondad interna, uniformidad relativa de la composición, carencia de imperfecciones superficiales y acabado.

La calidad del acero se relaciona con la conveniencia general y aplicaciones particulares. Los requerimientos superficiales de las chapas de acero pueden ser ampliamente identificados en relación a su uso final por el sufijo "E" para partes expuestas y que requieren superficies bien pintadas. El sufijo "U" para partes no expuestas en las que el acabado superficial no es importante.

Por esto, los materiales se pueden obtener en un número de calidades fundamentales que reflejan grados de las condiciones de calidad antes mencionadas.

Algunas de aquellas calidades pueden ser modificadas por los requerimientos tales como el tamaño de grano austenítico limitado, rechazos normalizados, ensayos de macro-ataque, tratamiento térmico especial, máximos elementos accidentales de aleación, composición química restringida e inclusiones no metálicas. Además varios de los productos tienen calidades especiales pensadas para usos prácticas de fabricación específica.

Los aceros aleados se pueden obtener en calidades especiales con exigencias tales como ensayos extensométricos, de fractura de impacto, de macro-ataque, de inclusiones no metálicas, de templabilidad especial y determinación del tamaño de grano.

Se han desarrollado distintos sistemas de numeración para los metales y aleaciones por las diferentes asociaciones comerciales, sociedades profesionales de ingenieros, organizaciones de normalización y por las industrias privadas para uso particular. El código numérico utilizado para identificar un metal o una aleación puede o no estar relacionado con una especificación, que es una exposición de los requerimientos técnicos y comerciales que el producto debe satisfacer.

Los sistemas numéricos en uso incluyen aquellos desarrollados por la American Iron and Steel Institute (AISI); Society of Automotive Engineers (SAE); American Society for Testing and Materials (ASTM); American National Standards Institute (ANSI); Steel Founders Society of America; American Society of Mechanical Engineers (ASME); American Welding Society (AWS);

Aluminium Association; Copper Development Association; U.S. Department of Defense (Military Specifications) y La General Accounting Office (Federal Specifications).

El sistema de numeración unificado (UNS) se desarrollo gracias a un esfuerzo conjunto de ASTM y SAE para correlacionar los diferentes sistemas de numeración para metales y aleaciones que tienen interés industrial. Este sistema evita la confusión causada cuando se usa más de un número de identificación para especificar el mismo material o cuando el mismo número se asigna a dos materiales totalmente distintos. Esto es importante comprender que un número UNS no es una especificación; es un número de identificación de metales y aleaciones.

Los principales sistemas de numeración para la identificación de los aceros son los de la American Iron and Steel Institute (AISI) y de la Society of Automotive Engineers (SAE).

Aunque son sistemas enteramente independientes, están estrechamente coordinados y son casi idénticos. El sistema de numeración básico AISI-SAE para aceros al carbón aleados se muestra en la tabla siguiente.

Todos los aceros se identifican por cuatro números excepto ciertos aceros al carbón que tienen cinco números; los dos primeros números identifican el tipo de acero y los dos últimos indican el contenido de carbono, en centésimas por ciento. La letra "L" colocada entre el primero y segundo par de números, indican que el acero contiene plomo para mejorar la maquinabilidad. La letra "B" colocada en este lugar indica un acero al boro; El prefijo "E", como en 52100, indica un acero elaborado en un horno eléctrico básico; el sufijo "H" como en 4150H, indica un acero producido con límites específicos de templeabilidad.

DESIGNACION AISI-SAE	TIPOS DE ACERO Y CONTENIDO NOMINAL DE ALEACION
	<b>ACEROS AL CARBON</b>
10XX	AL CARBONO (Mn 10% Max.)
11XX	RESULFURADOS
12XX	RESULFURADOS Y REFORZADOS
15XX	AL CARBONO (Max. Intervalo de Mn. 1.00 a 1.67%)
	<b>ACEROS AL MANGANESO</b>
13XX	Mn. 1.75%
	<b>ACEROS AL NIQUEL</b>
23XX	Ni 3.50%
25XX	Ni 5.0%

DESIGNACION AISI-SAE	TIPOS DE ACERO Y CONTENIDO NOMINAL DE ALEACION
	<b>ACEROS AL NIQUEL-CROMO</b>
31xx	Ni 1.25% Cr 0.65% y 0.80%
32XX	Ni 1.75% Cr 1.07%
33XX	Ni 3.50% Cr 1.50% y 1.57%
34XX	Ni 3.00% Cr 0.77%
	<b>ACEROS AL MOLIBDENO</b>
40XX	Mn. Y 0.25%
44XX	Mn. 0.40% y 0.52%
	<b>ACEROS AL CROMO-MOLIBDENO</b>
41XX	Cr. 0.50%, 0.80% y 0.95%; Mo 0.12%, 0.20% y 0.30%
	<b>ACEROS AL NIQUEL MOLIBDENO</b>
43XX	Ni 1.82%, Cr 0.50% y 0.80%, Mo 0.25%
43BVXX	Ni 1.82%, Cr 0.50%, Mo 0.12% y 0.35% V 0.03 min:
47XX	Ni 1.05%, Cr 0.45%, Mo 0.20% y 0.35%
81XX	Ni 0.30%, Cr 0.40%, Mo 0.12%
86XX	Ni 0.55%, Cr 0.50%, Mo 0.20%
87XX	Ni 0.55%, Cr 0.50%, Mo 0.25%
88XX	Ni 0.55%, Cr 0.50%, Mo 0.35%
93XX	Ni 3.25%, Cr 1.20%, Mo 0.12%
94XX	Ni 0.45%, Cr 0.10%, Mo 0.12%
97XX	Ni 0.55%, Cr 0.20%, Mo 0.20%
98XX	Ni 1.0%, Cr 0.80%, Mo 0.25%
	<b>ACEROS AL NIQUEL-MOLIBDENO</b>
46XX	Ni 0.85% y 1.82%, Mo 0.20% y 0.25%
48XX	Ni 3.50%, Mo 0.25%
	<b>ACEROS AL CROMO</b>
50XX	Cr 0.27%, 0.40%, 0.50% y 0.65%
51XX	Cr 0.80%, 0.87%, 0.02%, 0.95%, 1.0% y 1.05%
50XXX	Cr 0.50%, C 1.00 Min.
51XXX	Cr 1.02%, C 1.00 Min.
52XXX	Cr 1.45%, C 1.00Min:

DESIGNACION AISI-SAE	TIPOS DE ACERO Y CONTENIDO NOMINAL DE ALEACION
	<b>ACEROS AL CROMO VANADIO</b>
61XX	Cr 0.60%, 0.80%, 0.95%, V 0.10%, 0.15 Min.
	<b>ACEROS AL CROMO TUNGSTENO</b>
72XX	W 1.75%, Cr 0.75%
	<b>ACEROS AL SILICIO MANGANESO</b>
92XX	Si 1.40% y 2.0 Min., 0.65%, 0.82%, 0.85%, Cr 0.0 y 0.65
9XX	<b>DIVERSOS TIPOS SAE</b>

Las composiciones normalizadas de acero de la Society of Automotive Engineers, se consideran prácticamente adecuadas para todas las piezas fabricadas de material de hierro, que son necesarias para la producción de automotores, e incluyen grados que se han hallado comercialmente útiles y técnicamente adecuados para el servicio exigido en tales piezas.

## CAPITULO V

### FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS

**E**l sistema de freno actúa gracias a la fricción que se produce entre una parte fija del coche y un disco o tambor que giran con la rueda. La fricción produce el par necesario para producir la velocidad del coche y convertir la energía del vehículo en calor. Este se transmite al aire, que refrigera los frenos.

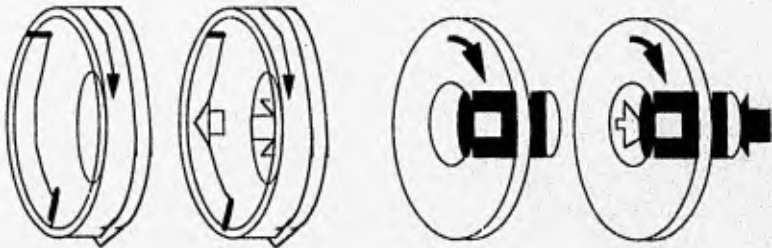
Durante muchos años, el elemento giratorio del freno consistía en un tambor al que se aplicaban dos tipos distintos de mecanismos de fricción; una banda externa que se contraía alrededor del tambor, o un juego interior de zapatas, que al expandirse oprimían la superficie interna del tambor. La banda o las zapatas estaban provistas de unos forros de material resistente al calor. Los frenos de tambor con zapatas aun se emplean en muchos coches en las cuatro ruedas o solamente en las traseras (en este caso se montan frenos de disco en las ruedas delanteras).

En los sistemas corrientes, el pedal del frenado actúa sobre las cuatro ruedas, mientras que el mano sólo bloquea las ruedas traseras. La palanca del freno de mano posee un trinquete que permite que siga actuando al quedar el coche estacionado. Los fabricantes proyectan los frenos de tambor de modo que la lluvia, la nieve o el polvo no puedan disminuir la eficiencia de la frenada, pues la humedad limita el roce entre las zapatas y el tambor. No obstante, el deflector que protege el tambor no puede evitar la penetración del agua, por lo que después de pasar por una zona inundada o por un charco profundo, el conductor deberá aplicar parcialmente los frenos para que el calor de la fricción elimine el agua por evaporación.

El sobrecalentamiento disminuye la eficiencia de los frenos de tambor y si es excesivo dañara las zapatas de modo irremediable. La pérdida temporal de la eficiencia de los frenos se denomina fading. Los frenos de disco están mas expuestos al aire y eliminan calor con mayor rapidez que los frenos de tambor, por lo que tienen menos probabilidades de sobrecalentarse y de perder eficiencia. Se montan en coches de elevado rendimiento y, por lo general en las ruedas delanteras de los utilitarios.

El freno de disco funciona de un modo muy parecido al de pinza de la bicicleta (la mordaza posee un par de pastillas de freno que abrazan la rueda de la bicicleta y oprimen su reborde).

El freno de disco del coche también tiene un par de pastillas de freno, pero en vez de actuar directamente sobre la rueda, abrazan un disco metálico que gira con este. Cuando el conductor acciona el freno, las pastillas presionan contra el disco y disminuyen la velocidad de la rueda. Las zapatas del freno de tambor pueden disponer de manera que tiendan a acuñarse lo que reduce el esfuerzo necesario en el pedal. Los frenos de disco carecen de estas ventajas y por lo tanto necesitan servo asistencia (excepto en los coches ligeros).



FRENOS DE TAMBOR

FRENOS DE DISCO

## TRANSFERENCIA DEL PESO

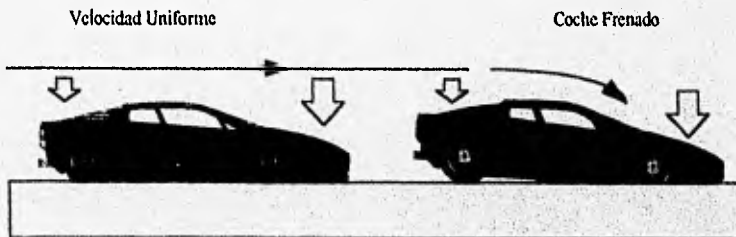
En teoría el esfuerzo de frenado debería distribuirse entre las ruedas delanteras y traseras en proporción al peso que soportan. Esta varía según el tipo de coche ( si es de motor trasero o delantero) por ejemplo el número de personas que viajan en el y el equipaje transportado. Pero al frenar, parte del peso se descarga hacia delante y se añade al que soportan las ruedas delanteras ; por consiguiente se descarga de las traseras al pisar a fondo el freno aumentando la transferencia, con lo que las ruedas traseras tienden a bloquearse, lo que suele ser causa de que derrape.

Si las ruedas delanteras son las primeras en bloquearse, el coche seguirá en línea recta y se perderá el control de la dirección. El bloqueo de las ruedas por frenazos bruscos es más probable que ocurra en carreteras deslizantes, por lo que al pasar por ellas el conductor extremara su precaución si ha de hacer uso de los frenos.

El ingeniero que proyecta el coche equilibra el efecto del frenado entre las ruedas delanteras y traseras, teniendo en cuenta la distribución del peso en condiciones normales.

En algunos coches existen dispositivos que limitan el esfuerzo máximo de frenado aplicable a las ruedas traseras. Por encima de este límite, la presión adicional sobre el pedal de frenado solo actúa sobre las ruedas delanteras. Por lo tanto el mayor esfuerzo de frenado se realiza en las ruedas delanteras ya que el peso del automóvil se transfiere hacia adelante al aplicar los frenos. Por esta razón se montan pistones de mayor diámetro en los cilindros de los frenos delanteros.

## TRANSFERENCIA DEL PESO



EL PESO DE UN COCHE QUE CIRCULA A UNA VELOCIDAD UNIFORME SE DISTRIBUYE ENTRE LAS RUEDAS DELANTERAS Y TRASERAS. AL FRENAR SE CARGAN LAS DELANTERAS Y SE DESCARGAN LAS TRASERAS.



## **PERDIDAS DE EFICIENCIA**

El calentamiento excesivo de los frenos como consecuencia de una frenada prolongada o repetida puede producir una pérdida de eficiencia. El calor provoca cambios temporales en las propiedades de fricción del material empleado en la fabricación de las pastillas y zapatas., por lo tanto los frenos pierden eficiencia a medida que se van calentando. Al enfriarse recuperan su eficiencia normal. Si el sistema de freno de una rueda actúa mas que el de las demás puede perder eficiencia mucho antes y provocar una frenada desigual que puede originar un derrape.

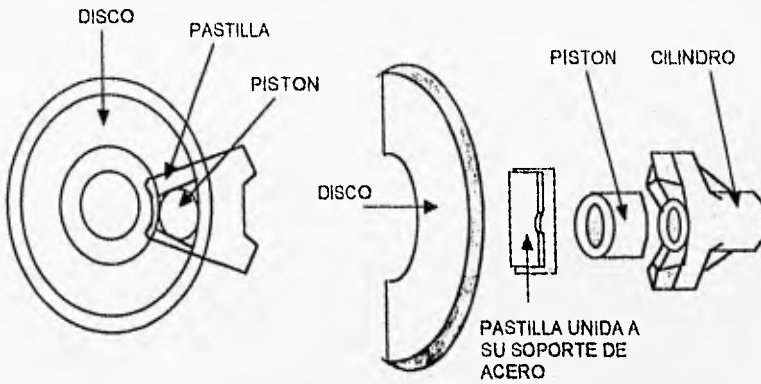
## **VENTAJAS DEL DISCO DE FRENO**

Este tipo de freno consta de un disco macizo de hierro fundido que gira con la rueda del coche. Una zona del disco queda abrazada por una mordaza en cuyo interior se hallan los cilindros, pistones, tuberías de conexiones con el sistema hidráulico y pastillas de frenado que presionan sobre el disco para detener el coche o disminuir la velocidad.

Entre los cilindros y el pistón existen un guarda polvo que evita la entrada de agua, suciedad, etc. Como la mordaza solo rodea una parte del disco, este se encuentra más expuesto al aire, por lo que se refrigera mejor que el freno de tambor y despidе antes el agua. Una placa deflectora suele proteger la superficie interior del disco no cubierta por la mordaza ni por la rueda.

Al pisar el pedal del freno, la presión hidráulica desplaza los pistones en el interior de los cilindros y se oprimen las pastillas contra las caras del disco.

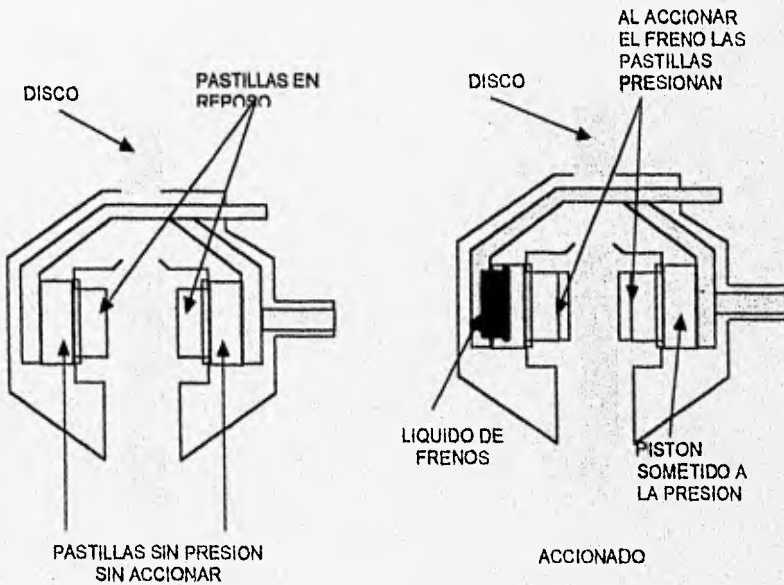
## PARTES PRINCIPALES DEL FRENO DE DISCO



DISCO Y PASTILLA

ELEMENTOS PRINCIPALES

## FUNCIONAMIENTO DEL FRENO DE DISCO



El freno de disco no presenta el inconveniente de los de tambor, en los que éste al dilatarse por el calor, se alejan las zapatas.

Las pastillas se mantienen en posición gracias a la ayuda de unas placas metálicas delgadas, que actúan como muelles, con lo que disminuye el chirrido de los frenos. Las pastillas pueden verse a través de una abertura existente en la mordaza y su sustitución es fácil cuando se desgastan. Su colocación se asegura por medio de unos pasadores que atraviesan el soporte metálico de la pastilla, las placas elásticas y las mordazas.

Las pastillas de los frenos de disco son de material extraordinariamente resistente adherido a un soporte de acero. Estos soportes se apoyan sobre la mordaza con el fin de absorber el esfuerzo de frenado. Las pastillas suelen tener la forma de un sector de corona circular, pero también pueden ser cuadradas rectangulares u ovaladas. Algunos coches emplean pastillas con un contacto metálico introducido en su masa. Al desgastarse, estos contactos cierran un circuito eléctrico y se enciende un testigo en el cuadro de instrumentos.

## **MORDAZAS DE CUATRO PISTONES**

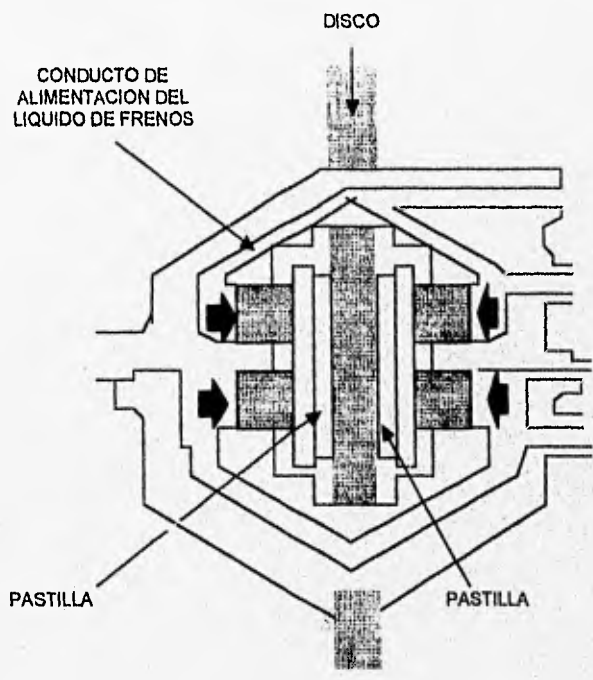
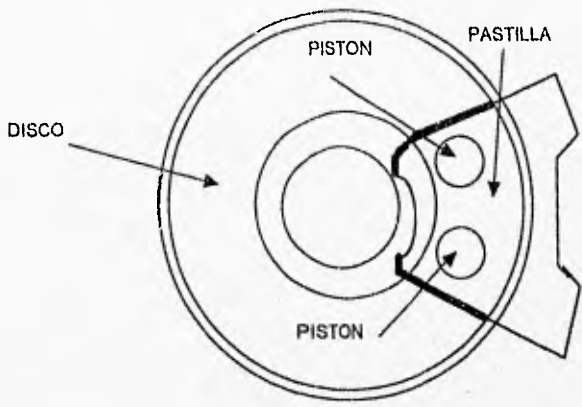
El tipo más corriente de freno de disco incorpora dos cilindros de pistón único. El fluido hidráulico que los acciona llega directamente a un cilindro y pasa al otro a través de una conducción puente. En otros modelos, un conducto mecánico en el interior de la mordaza, alimenta a los dos cilindros.

Los pistones de la mordaza del frenado de disco son de acero y con la superficie tratada para que ofrezca una buena resistencia al desgaste y la corrosión. Para limitar la transmisión de calor desde el disco hasta el líquido de frenos, los pistones se mecanizan en forma de copa cuyo extremo abierto entra en contacto con el soporte de las pastillas.

La disposición de los pistones en la mordaza depende del rendimiento que se pretenda conseguir de los frenos y del modelo del automóvil en que se monten. El sistema más eficaz es la mordaza de cuatro pistones (dos pistones pequeños de cada lado del disco con el que puede emplearse pastillas de freno de mayor tamaño).

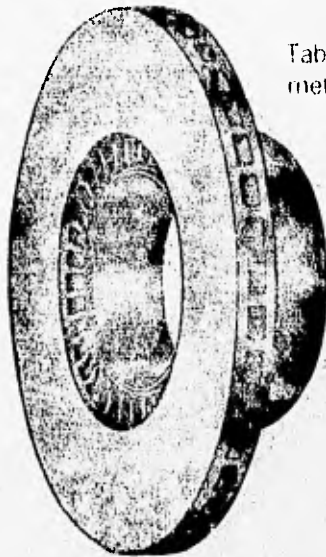
## **DISCOS ESPECIALES QUE MEJORAN LA REFRIGERACION**

Los frenos de disco resultan menos afectados por el calor que los de tambor debido a que se refrigeran mejor, pues presentan una mayor superficie de contacto con la corriente de aire que los envuelve. En los coches de elevado rendimiento y de competencia en cuyos frenos se generan temperaturas muy elevadas, los discos necesitan una mayor refrigeración. Para



aumentar su superficie y facilitar su refrigeración, el disco se funde en forma de dos platos metálicos delgados unidos por un tabicado, también metálico.

La disposición de los tabiques acelera el paso de aire por el interior del disco y permite que la refrigeración del frenado se realice con mayor eficiencia, a la vez que en tiempo considerablemente menor. Además, los frenos de disco tienen menos probabilidades de calentarse ya que, en la mayoría de los coches, el aire puede llegar fácilmente hasta ellos.



Fabricado  
metálico

#### DISCOS ESPECIALES QUE MEJORAN LA REFRIGERACION

El disco formado por dos placas delgadas unidas entre si por unos tabiques se refrigerara mejor que si fuera macizo, porque el aire puede circular con facilidad entre los tabiques.

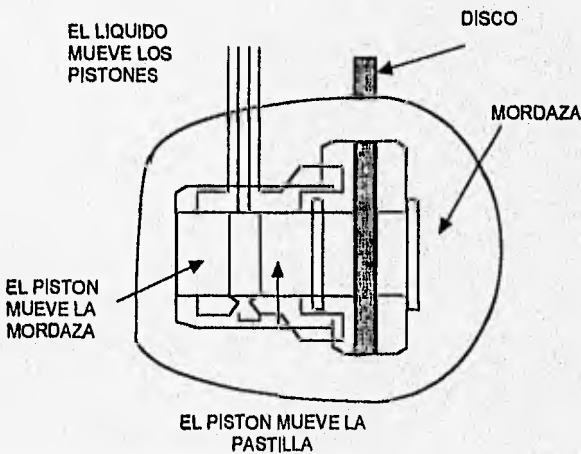
## DISEÑOS QUE REDUCEN EL PESO DE LOS FRENOS

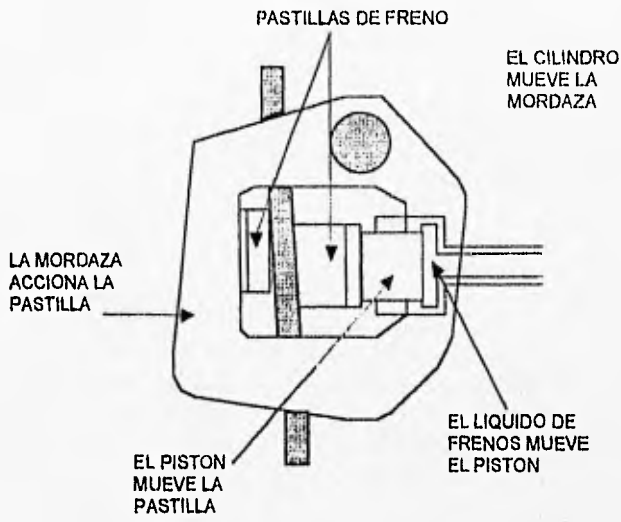
En esencia el freno de disco esta formado por un disco giratorio, una mordaza en forma de "U" y dos pastillas. La mordaza se fija a una parte no giratoria del coche; y las pastillas de freno alojadas en la mordaza, se disponen una a cada lado del disco.

En uno de los sistemas empleados con mas frecuencia, sobre cada una de las pastillas actúa un pistón y un cilindro hidráulico independientes. Cuando el conductor pisa el pedal del freno, la presión del liquido fuerza las pastillas una contra otra, de modo que el disco quede aprisionado entre ellas y se reduce la velocidad.

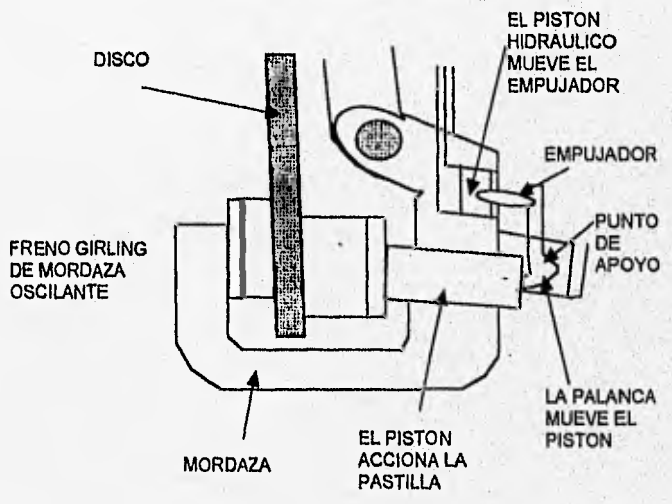
Se han perfeccionado otros frenos mas sencillos y ligeros en los que la mordaza en forma de "U" o de un anillo, se apoya sobre un pivote o en unas guías, con lo que puede oscilar o deslizarse hasta un cierto limite. En estos modelos el pistón hidráulico solo actúa directamente contra una de las pastillas de freno; la otra entra en funcionamiento por la reacción de la propia mordaza. Al aplicar presión al liquido para accionar el pistón único del freno LOCKHEED la mordaza oscilante se ejerce una presión igual y opuesta sobre el extremo cerrado del cilindro. Esto obliga a la mordaza a desplazarse en dirección opuesta a la del movimiento del pistón, de forma que el disco queda aprisionado entre ambas pastillas.

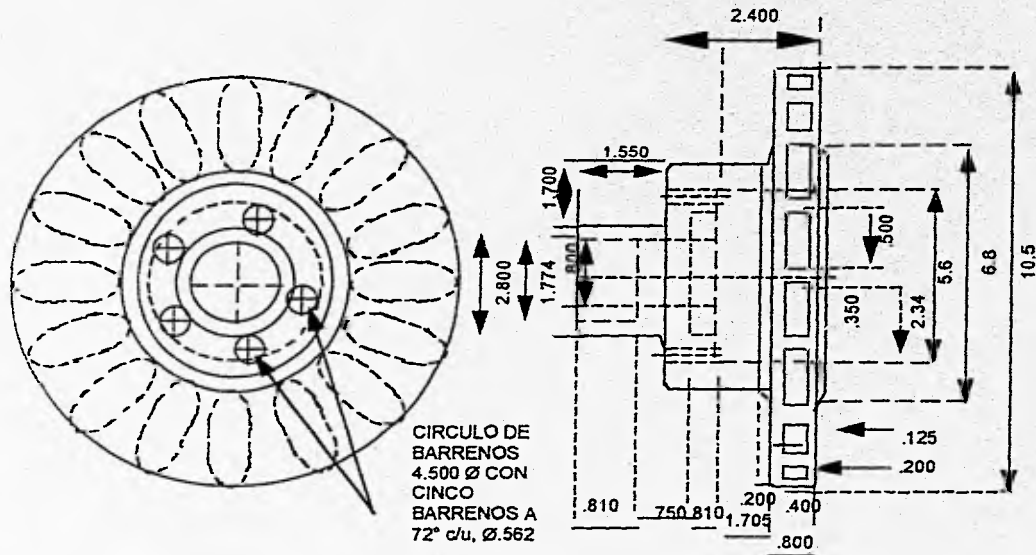
En el freno GIRLIN de mordaza oscilante se consiguen resultados parecidos, empleando un solo pistón que actúa sobre una de las pastillas a través de una palanca. Esta se apoya en la mordaza y produce una reacción sobre la otra pastilla. Este sistema funciona mediante dos pistones. Uno de ellos fuerza una pastilla contra el disco por un mecanismo directo, mientras que el otro obliga a la mordaza a desplazarse en sentido opuesto y actuar así sobre la otra pastilla.





FRENO DE DISCO LOCKHEED DE MORDAZA OSCILANTE





Acot Pulg	FES-C-UNAM	Fecha
Mat	ROTOR PARA FRENOS	Ubillos Eduardo
DELANTEROS DE AUTOMOVIL		



## CAPITULO VI

### PROCESO DEL MAQUINADO DEL ROTOR PARA FRENO DE AUTOMOVIL

**E**l proceso del maquinado del rotor empieza, a partir de que el departamento de control de calidad de fundición certifica que la pieza reúne las características, propiedades metalográficas y físicas para ser procesado.

Así también de reunir las propiedades anteriores, debe estar perfectamente limpia la fundición de otros agentes como arena o rebordes dejados por la fundición. Después de conocer las características generales de la pieza se distribuirá en las áreas de maquinado de tal forma que sea aprovechada la maquina de la manera mas limpia posible para el proceso.

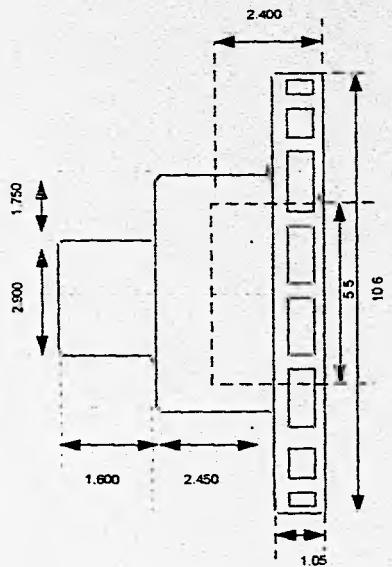
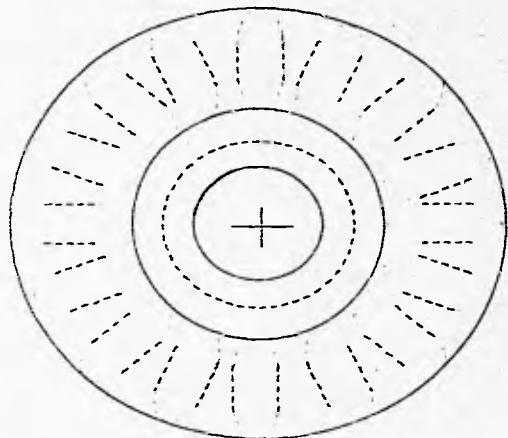
Las áreas de maquinado en las piezas se especifican con palabras y el tipo de maquinado a que se refiere. Se llamara operación al proceso de maquinado efectuando en la pieza a elaborar. La operación se establecerá la forma de llevar a cabo una determinada secuencia del maquinado realizándolo de la siguiente manera..

- I) Establecimiento del proceso mediante cartas de ilustración
- II) Selección de maquinaria
- III) Selección de herramienta
- IV) Selección de calibradores
- V) Elaboración de hojas de proceso
- VI) Datos de operación para las herramientas de corte

Esto se realizara de acuerdo con el diseño general de la pieza dibujo 001, aprobado por el departamento de ingeniería entregándose el dibujo con las especificaciones de construcción.

#### **OPERACION 1**

En esta operación la recepción del material en la sección del recibo de la planta, llegando los rotores a las canastillas de acero. Se hace una inspección visual por parte de control de calidad de mano factura., teniendo el visto bueno de control de calidad se lleva el material a la línea de producción, alineándose para dar principio con la operación del maquinado.



Acot Pulg	FES-C-UNAM	Dibujo 001
Mat	ROTOR PARA FRENOS	Ubillos Eduardo
DELANTEROS DE AUTOMOVIL		

F.E.S.-C  
U.N.A.M.

MANUFACTURA DEL  
ROTOR  
HOJA DE PROCESO

PIEZA  
MATERIAL  
DUREZA

# DE OPERACION  
PESO  
REST. TENS.

DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA HERRAMIENTA O EQUIPO	HERRAMIENTAS REQUERIDAS	# DE LA HERRAMIENTA
Recibo del material Verificar visualmente y por muestreo que las piezas no tengan defectos como grietas porosidad y estén certificadas de control de calidad manufactura			

## OPERACION 2

I. En el dibujo 002 se observan las arenas a maquinarse en esta operación. Se tendrán que hacer cortes exteriores e interiores debido a que la pieza debe tener cierto paralelismo, entre las dos operaciones.

II. Se recomienda usar un torno revolver automático horizontal, haciendo los cálculos posteriormente para las herramientas y la máquina. El montaje del rotor al cabezal se hace con la ayuda de un dispositivo automático el cual tiene cuatro mordazas de agarre y un tope localizador. ver dibujo F01.

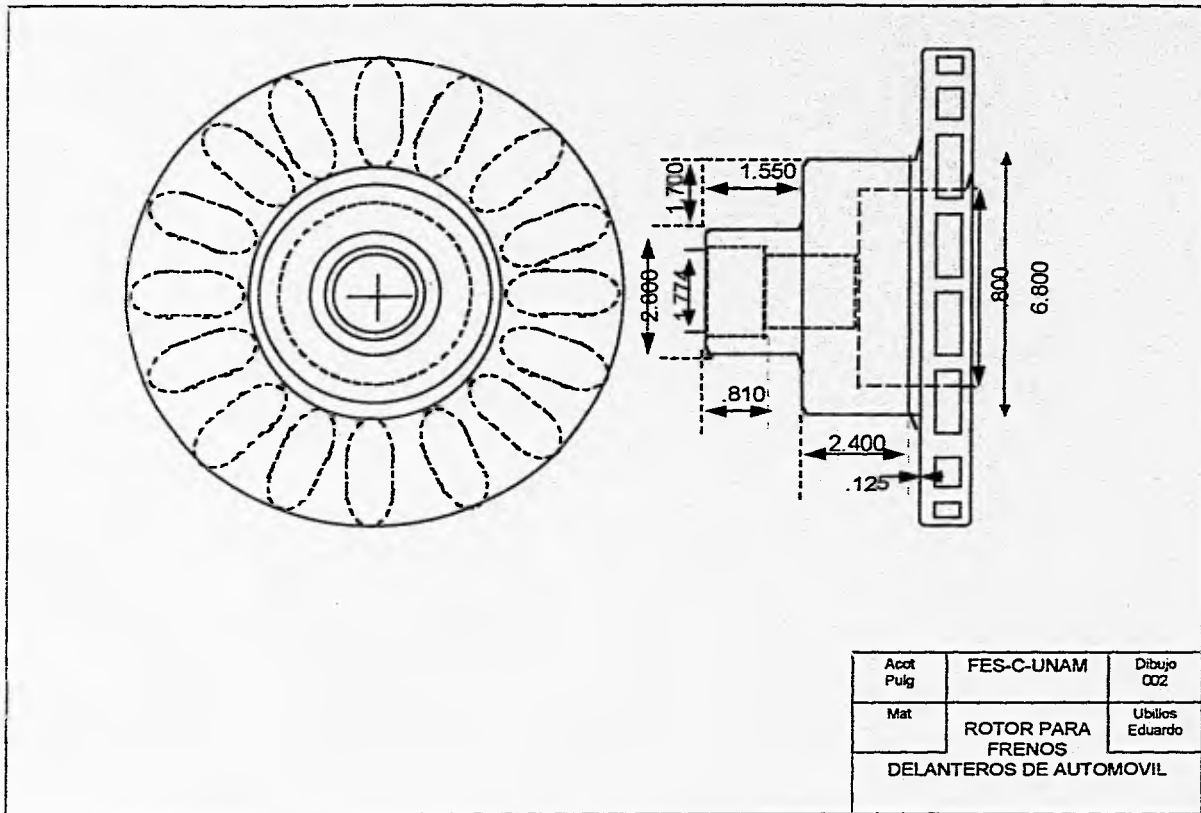
III. Las herramientas de corte usadas son:

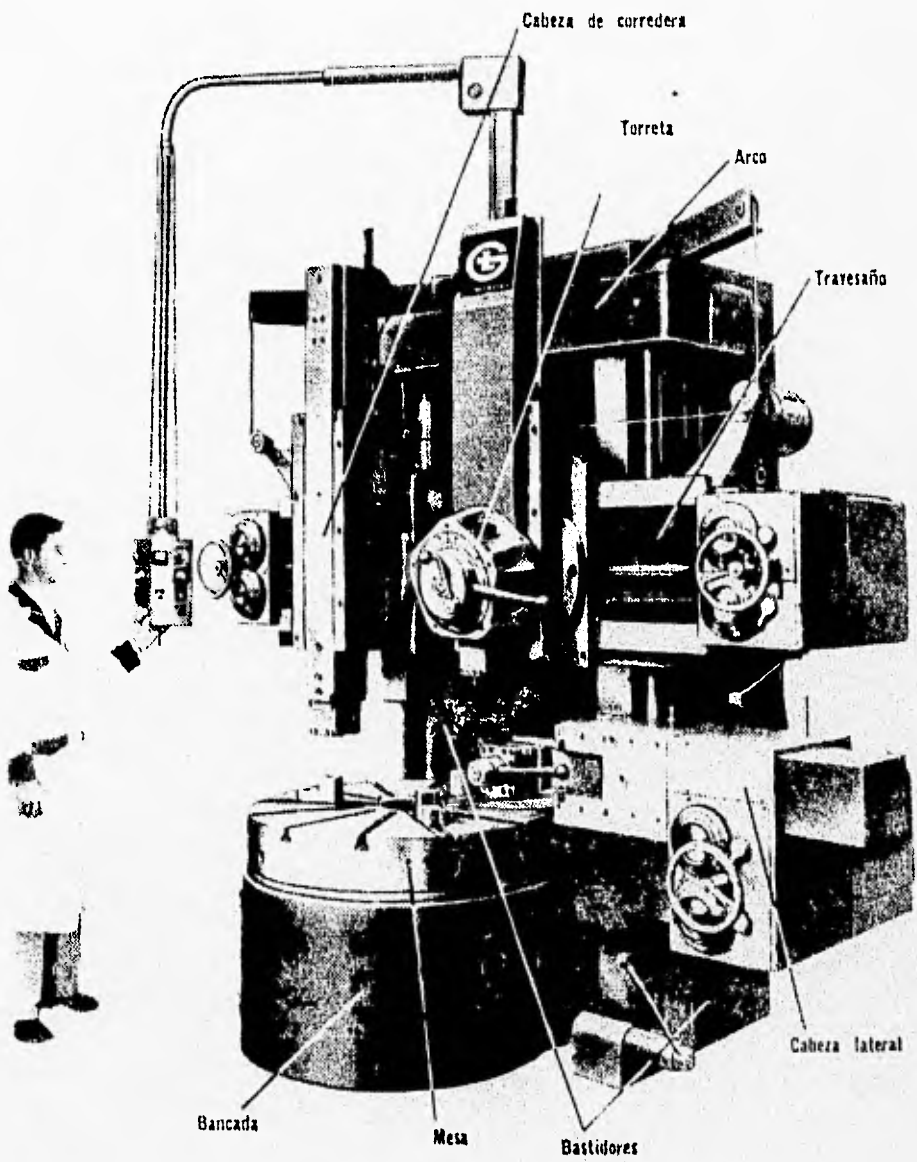
- A) Butil de acabado con inserto intercambiable de carburo.
- B) Broca de centros del No 8
- C) Broca de A.V. de .800
- D) Broca espada A.V. de 1.742
- E) Broca espada para hacer la caja del balero
- F) Rima de 1.774
- G) Butil de pastilla para acabado ( $\emptyset$  del memelón )
- H) Butil de pastilla para acabado disco

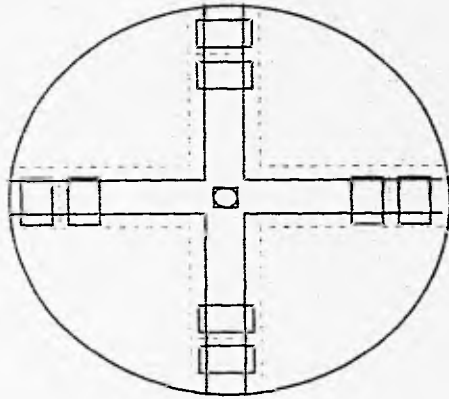
IV Instrumentos de medición que se necesitan

- A) Calibrador de agujeros con Indicador de cuadrante
- B) Calibrador con indicador de cuadrante
- C) Micrómetro para exteriores de 0 - 1

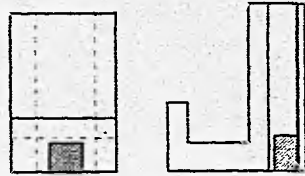
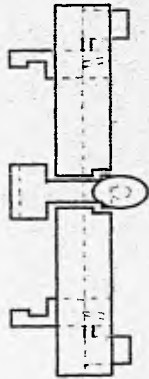
V Hojas de procesos







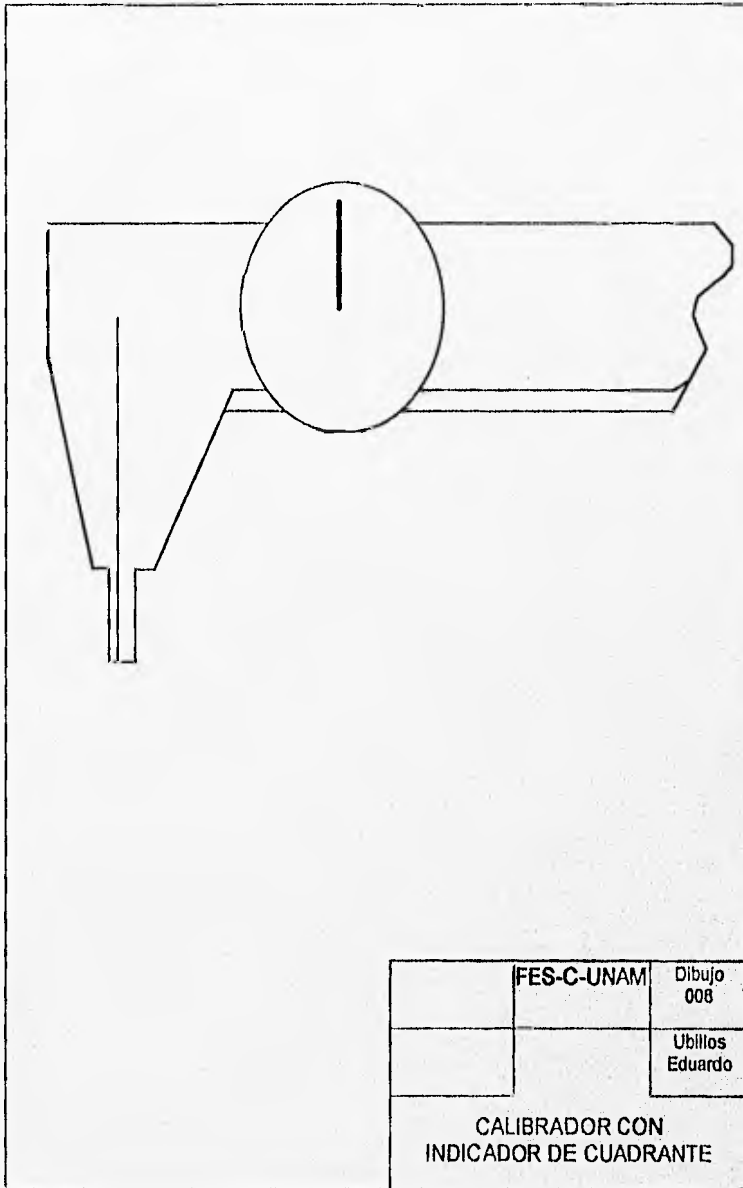
DISPOSITIVO NEUMATICO  
DE SUJECION

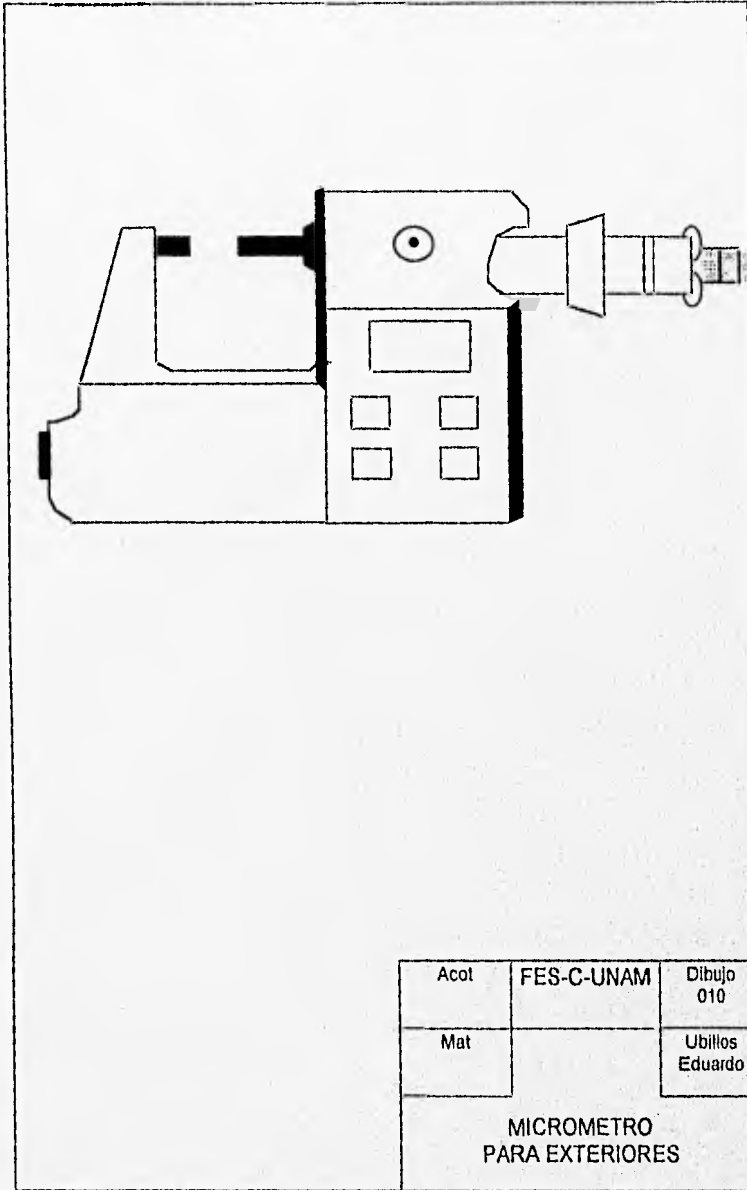


MORDAZA  
PARA  
SUJECION

Acot	FES-C-UNAM	Dibujo 005
Mat	DISPOSITIVO NEUMATICO	Librilos Eduardo
DE SUJECION Y MORDAZA		



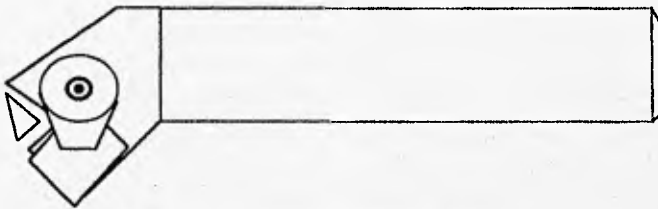




Acot	FES-C-UNAM	Dibujo 010
Mat		Ubillos Eduardo
<b>MICROMETRO PARA EXTERIORES</b>		

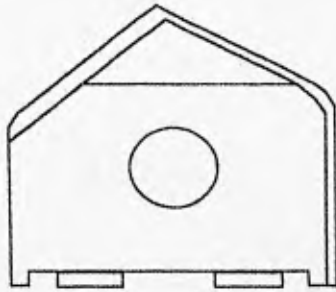


**BURIL CON INSERTO DE  
CARBURO DE TUNGSTENO**

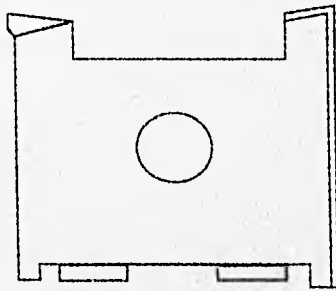


**BURIL CON INSERTO DE PUNTA  
CORTANTE DE CARBURO DESECHABLE**

	<b>FES-C-UNAM</b>	<b>Dibujo 011</b>
		<b>Ubillos Eduardo</b>
	<b>BURILES CON INSERTO</b>	



CUCHILLA PARA BROCA DE  
ESPADA NORMALIZADA



CUCHILLA PARA BROCA DE  
ESPADA TALADRADO  
PERIFERICO

	FES-C-UNAM	Dibujo 012
	CUCHILLA PARA BROCA ESPADA	Ubillos Eduardo

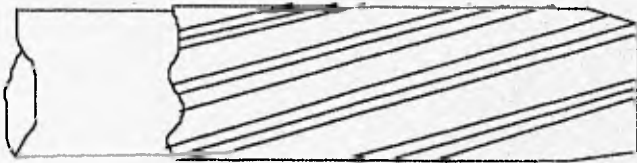


BROCA DEL CENTRO  
DEL NUM. 8



BROCA DE ALTA  
VELOCIDAD

	FES-C-UNAM	Dibujo 013
	BROCAS	Ubillos Eduardo



	FES-C-UNAM	Dibujo 014
	RIMA O	Ubillos Eduardo
	ESCARIADOR	

F.E.S.-C  
U.N.A.M.

MANUFACTURA DEL  
ROTOR  
HOJA DE PROCESO

PIEZA  
MATERIAL  
DUREZA

# DE OPERACION  
PESO  
REST. TENS.

DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA HERRAMIENTA O EQUIPO	HERRAMIENTAS REQUERIDAS	# DE LA HERRAMIENTA
Torneado exterior desbaste y acabado del rotor; por la parte de los memelones	Torno revolver automático vertical	1	Ver dibujo o foto de máquina F01
Secuencia El operario coloca la pieza en el cabezal neumático	Dispositivo neumático de sujeción Distribución de herramienta	1 9	Ver dibujo 005 Ver dibujo 005
Localización y sujeción Apoyar sobre tope localizador el centro de la pieza, accionar la sujeción neumática, golpear la pieza con un mazo de hule para que la pieza apoye bien	Mordazas para sujeción	4	Ver dibujo 005

F.E.S.-C  
U.N.A.M.

MANUFACTURA DEL  
ROTOR  
HOJA DE PROCESO

PIEZA  
MATERIAL  
DUREZA

# DE OPERACION  
PESO  
REST. TENS.

DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA HERRAMIENTA O EQUIPO	HERRAMIENTAS REQUERIDAS	# DE LA HERRAMIENTA
Verificar longitud de los memelones	Calibrador con indicador de cuadrante	1	Ver dibujo 008
Verificar espesor del disco	Micrómetro de exteriores	1	Ver dibujo 010
Refrentado del memelón de 1.550	Buril de acabado con inserto intercambiable de carburo	1	Ver dibujo 011
Verificar longitud del memelón de 1.550	Calibrador con indicador de cuadrante	1	Ver dibujo 008
Refrentado del memelón de 2.400	Calibrador con indicador de cuadrante	1	Ver dibujo 008
Verificar longitud del memelón de 2.400	Buril de acabado con inserto intercambiable de carburo	1	Ver dibujo 011



F.E.S.-C  
U.N.A.M.

MANUFACTURA DEL  
ROTOR  
HOJA DE PROCESO

PIEZA  
MATERIAL  
DUREZA

# DE OPERACION  
PESO  
REST. TENS.

DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA HERRAMIENTA O EQUIPO	HERRAMIENTAS REQUERIDAS	# DE LA HERRAMIENTA
Rectificar el disco del freno	Buril de acabado con inserto intercambiable de carburo	1	Ver dibujo 011
Verificar espesor del disco del freno de .200	Micrómetro para exteriores	1	Ver dibujo 010
Hacer barreno de centros	Broca de centros del # 8	1	Ver dibujo 013
Hacer barreno pasado de .800	Broca de A.V. de .800 Ø	1	Ver dibujo 013
Hacer caja del balero exterior	Broca espada A.V. 1.742 Ø	1	Ver dibujo 012
Hacer asiento del balero exterior	Broca espada A.V. para hacer asiento del balero	1	Ver dibujo 012
El acabado a la caja del balero exterior	Rima de 1.774 Ø exterior	1	Ver dibujo 014

VI) Datos de operación para las herramientas de corte.

Herramienta A

Velocidad ----- 281.6 pies/min

de

Corte

RPM ----- 238.52

Potencia de la herramienta ----- 2.80 hp

Potencia de la máquina ----- 3.742 hp

Herramienta B

Empuje axial ----- 278.143 Lb.

El par ----- 23.5068 Lb./pulg

Velocidad ----- 70 pies/min.

de

Corte

RPM ----- 856.98

Potencia de la herramienta de corte ----- .3198 hp

Potencia de la máquina ----- .4261 hp

Herramienta C

Empuje axial ----- 2675.89 Lb.

El par ----- 676.39 Lb./pulg

Velocidad ----- 70 pies/min.

de

Corte

RPM ----- 334.22

Potencia de la herramienta de corte ----- .278 hp

Potencia de la máquina ----- .371 hp

Herramienta D, E

Empuje axial ----- 3352.58 Lb.

Velocidad -----63 pies/min.

de

Corte

Potencia de la herramienta de corte ----- .7408 hp

Potencia de la máquina ----- .9261 hp

Herramienta F

Empuje axial ----- 5321.6589 Lb.

El par ----- 1784.0 Lb./pulg

RPM ----- 96.89

Potencia de la herramienta de corte ----- 2.74 hp

Potencia de la máquina ----- 3.65 hp

Herramienta G

Velocidad ----- 281.6 pies/min.

de

Corte

RPM ----- 370.90

Potencia de la herramienta de corte ----- 2.80 hp

Potencia de la máquina ----- 3.74 hp

Herramienta G'

Velocidad ----- 281.6 pies/min.

de

Corte

RPM ----- 170.73

Potencia de la herramienta de corte ----- 2.80 hp

Potencia de la máquina ----- 3.74 hp

Herramienta I

Velocidad ----- 281.6 pies/min.

de

Corte

RPM ----- 101.47

Potencia de la herramienta de corte ----- 2.80 hp

Potencia de la máquina ----- 3.74 hp

### Operación # 3

I) En el dibujo # 003 se observa las áreas a maquinar en esta operación. Se debe tener mucho cuidado en cuanto al montaje de la pieza para que quede lo mas centrada posible, ya que tiene que conservar su paralelismo por los cortes exterior e interior.

II) Se recomienda usar un torno revolver automático horizontal. Haciendo los cálculos posteriormente para las herramientas.

El montaje del rotor al cabezal se hace con la ayuda de un dispositivo neumático el cual tiene cuatro mordazas de agarre.

III) Las herramientas de corte usadas son:

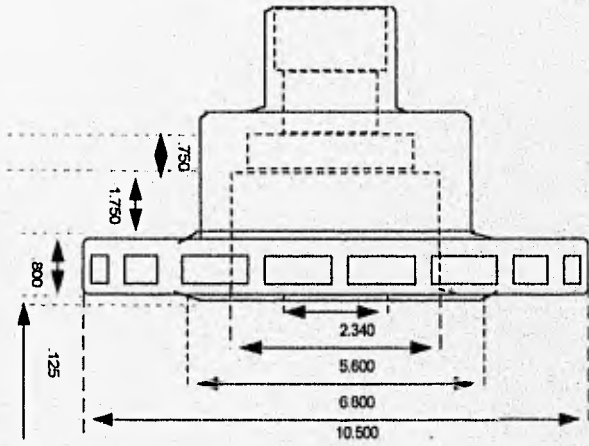
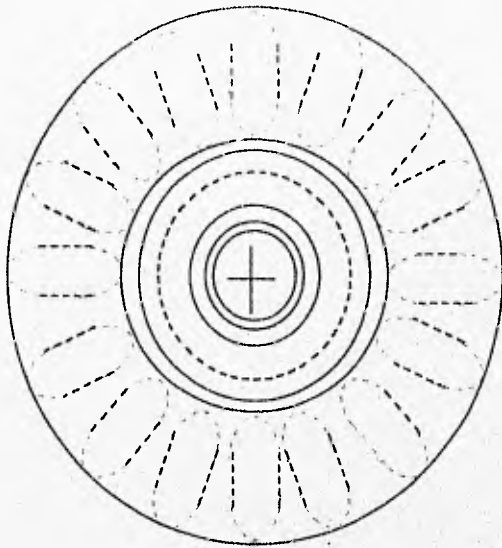
- A) Butil de inserto intercambiable de carburo para acabado.
- B) Broca espada de  $\varnothing$  2.00, para hacer la caja del balero
- C) Broca espada de  $\varnothing$  2.00, con filos para hacer el asiento del balero.
- D) Rima de 2.340 para rectificar la caja del balero.
- E) Butil de inserto intercambiable de acabado con barra para interiores.

IV) Calibradores que se necesitan

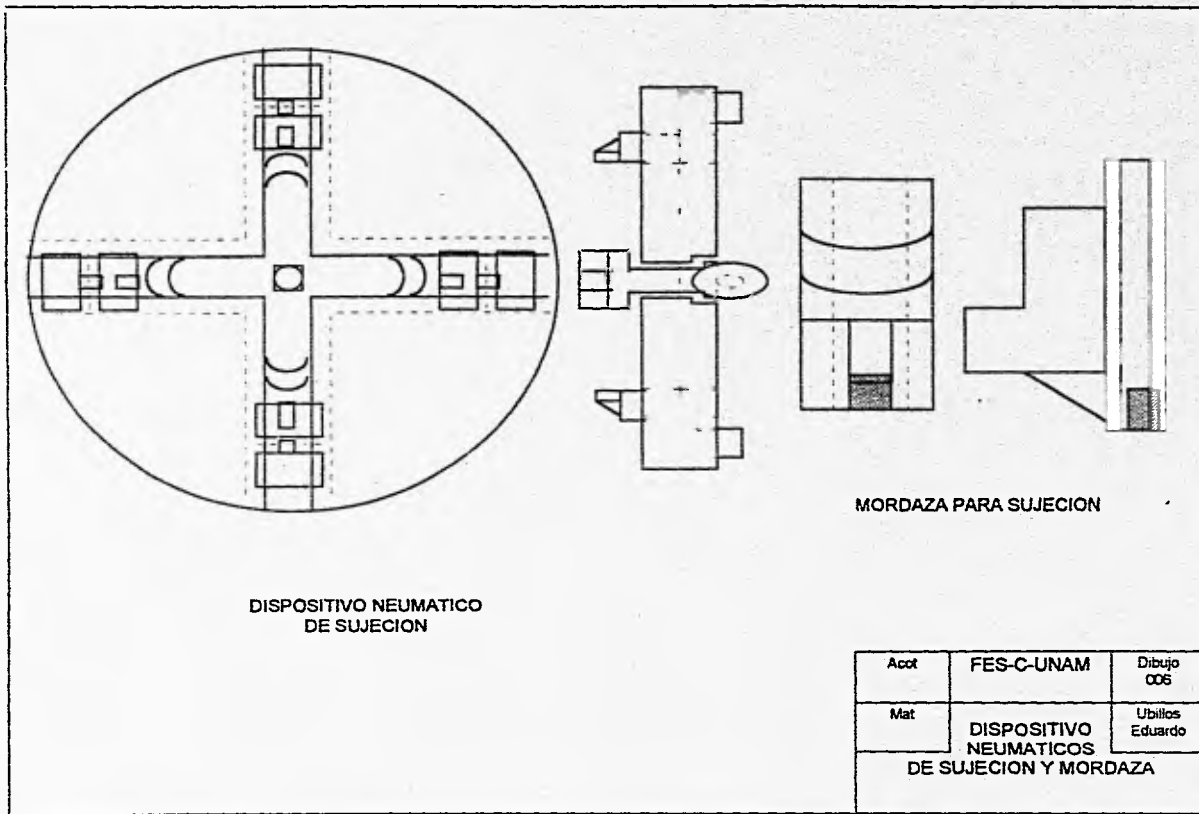
- A) Micrómetro para exteriores.
- B) Micrómetro para profundidades tipo vástago.
- C) Calibrador de agujeros con indicador de cuadrante.

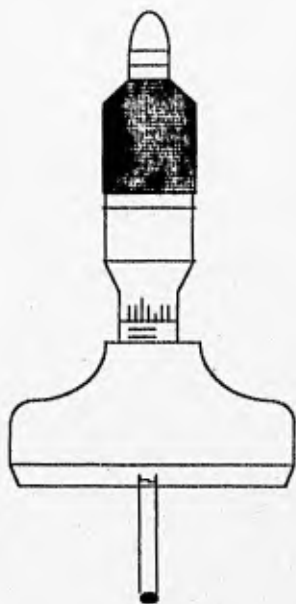
V) Hojas de procesos

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



Acab Pulg	FES-C-UNAM	Dibujo 005
Mat	ROTOR PARA FRENOS	Ubillos Eduardo
DELANTEROS DE AUTOMOVIL		





Acot	FES-C-UNAM	Dibujo 009
		Ubillos Eduardo
<b>MICROMETRO PARA PROFUNDIDADES TIPO VASTAGO</b>		



F.E.S.-C  
U.N.A.M.

MANUFACTURA DEL  
ROTOR  
HOJA DE PROCESO

PIEZA  
MATERIAL  
DUREZA

# DE OPERACION  
PESO  
REST. TENS.

DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA HERRAMIENTA O EQUIPO	HERRAMIENTAS REQUERIDAS	# DE LA HERRAMIENTA
Torno revolver automático vertical	Tomeado exterior e interior de desbaste y acabado del rotor, por la parte del disco de frenado	1	Ver dibujo 003
Secuencia El operario coloca la pieza en el cabezal neumático	Dispositivo neumático de sujeción Distribución de herramientas	1 5	Ver dibujo 006 Ver dibujo 006
Localización y sujeción Apoyar sobre un tope localizador el centro de la pieza accionando la sujeción neumática, golpear la pieza con un mazo de hule para que la pieza apoye bien	Mordazas de sujeción	4	Ver dibujo 006

F.E.S.-C  
U.N.A.M.

MANUFACTURA DEL  
ROTOR  
HOJA DE PROCESO

PIEZA  
MATERIAL  
DUREZA

# DE OPERACION  
PESO  
REST. TENS.

DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA HERRAMIENTA O EQUIPO	HERRAMIENTAS REQUERIDAS	# DE LA HERRAMIENTA
Verificar el espesor El espesor del disco de frenado que sea mayor .200	Micrómetro para exteriores	1	Ver dibujo 010
Rectificado del disco de frenado a .200	Buril para acabado con inserto de carburo	1	Ver dibujo 011
Verificar el espesor del memelón que sea mayor a .125	Micrómetro de profundidad tipo vástago	1	Ver dibujo 009
Refrentado del memelón a un espesor de .125	Buril para acabado con inserto de carburo	1	Ver dibujo 011
Rectificado de la pared y del fondo teniendo una profundidad de 2.505	Buril para acabado con inserto intercambiable montado en barra para interiores	1	Ver dibujo
Hacer barreno para la caja del balero	Broca espada de A.V. de 2.0 Ø	1	Ver dibujo 012
Hacer barreno para el asiento del balero	Broca espada de A.V. de 2.0 Ø con filos para hacer caja	1	Ver dibujo 012

F.E.S.-C  
U.N.A.M.

MANUFACTURA DEL  
ROTOR  
HOJA DE PROCESO

PIEZA  
MATERIAL  
DUREZA

# DE OPERACION  
PESO  
REST. TENS.

DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA HERRAMIENTA O EQUIPO	HERRAMIENTAS REQUERIDAS	# DE LA HERRAMIENTA
Hacer el acabado y la caja del balero	Rima de 2.34 Ø para acabado	1	Ver dibujo 014
Verificar el diámetro exterior del disco de frenado 10.5	Calibrador con indicador de carátula	1	Ver dibujo 008
Desbaste del diámetro exterior a 10.5	Buril para acabado con inserto	1	Ver dibujo 011

VI) Datos de operación para las herramientas de corte

Herramienta A

Velocidad ----- 281.6 pies/min.

de

Corte

RPM ----- 101.47

Potencia de la herramienta de corte ----- 2.80 hp

Potencia de la máquina ----- 3.74 hp

Herramienta B, C

Velocidad ----- 60 pies/min.

de

Corte

RPM ----- 114.59

Empuje axial para taladro ----- 4490.64 Lb.

con brocas de espada

Potencia de la herramienta de corte ----- 5.44 hp

Potencia de la máquina ----- 7.77 hp

Herramienta D

Velocidad ----- 45 pies/min.

de

Corte

RPM ----- 73.45

Empuje axial ----- 55.47 Lb.

El par ----- 59.31 Lb/pulg

Potencia de la herramienta de corte ----- .069 hp

Potencia de la máquina ----- .092 hp

Herramienta E

Velocidad ----- 281.6 pies/min.

de

Corte

RPM ----- 195.56

Potencia de la herramienta de corte ----- 2.80 hp

Potencia de la máquina ----- 3.74 hp

#### Operación # 4

I) En esta etapa del proceso cambiaremos de máquina debido al proceso que requiere la pieza, como es el barrenado para los birlos, esto se muestra en el dibujo # 004.

II) Por lo tanto necesitamos una máquina taladradora de husillos múltiples de unión universal. Esta máquina tiene un cierto número de husillos que se pueden ajustar dentro de una área determinada. Posteriormente haciendo los cálculos para las herramientas.

III) Las herramientas de corte usadas son:

A) Broca A.V. de  $\varnothing$  .554, 5 pza.

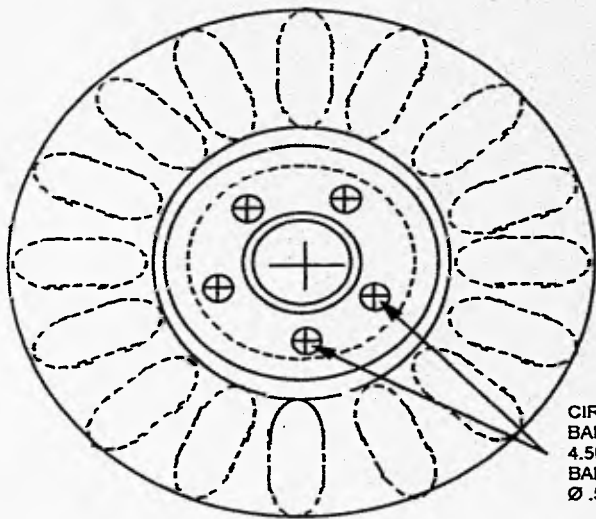
B) Rima A.V. de  $\varnothing$  .562, 5 pza.

IV) Calibradores que se necesitan

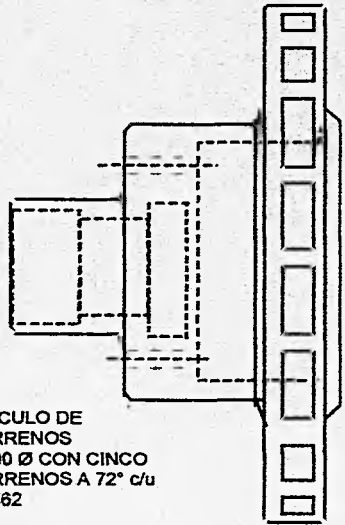
A) Calibrador con indicador de cuadrante.

B) Calibrador de agujeros con indicador de cuadrante.

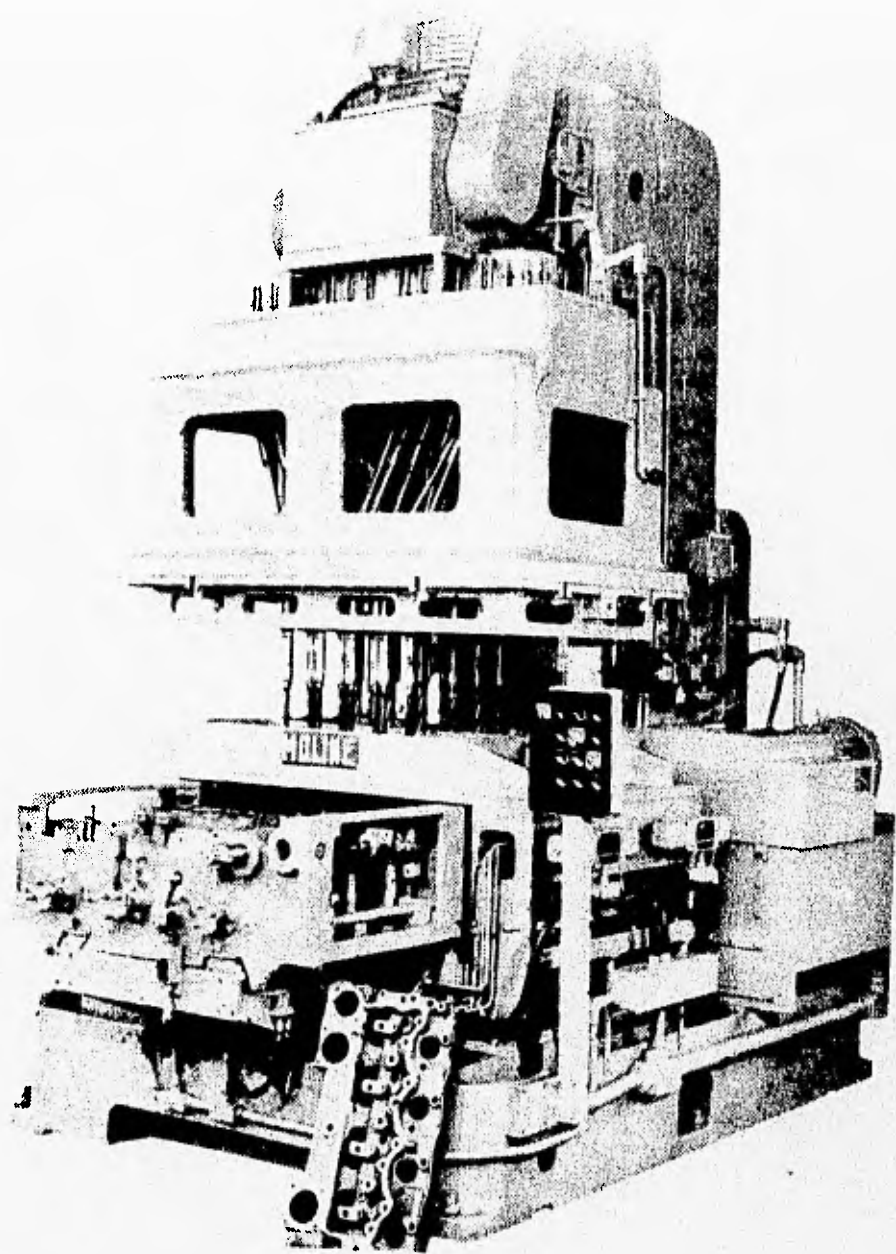
V) Hojas de procesos



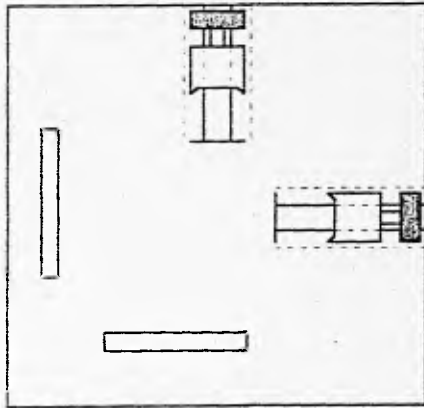
CIRCULO DE  
 BARRENOS  
 4.500 Ø CON CINCO  
 BARRENOS A 72° c/u  
 Ø .562



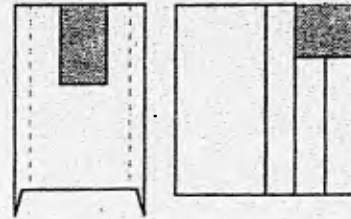
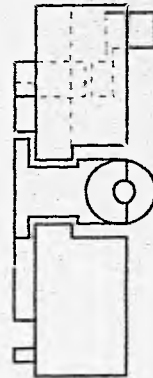
Acot Pulg	FES-C-UNAM	Dibujo 004
Mat	ROTOR PARA FRENO	Ubilios Eduardo
DELANTERO DE AUTOMOVIL		







DISPOSITIVO NEUMATICO  
DE SUJECION



MORDAZA PARA  
SUJECION

Acot	FES-C-UNAM	Dibujo 037
Mat	DISPOSITIVO NEUMATICOS	Ubillos Eduardo
DE SUJECION Y MORDAZA		

F.E.S.-C  
U.N.A.M.

MANUFACTURA DEL  
ROTOR  
HOJA DE PROCESO

PIEZA  
MATERIAL  
DUREZA

# DE OPERACION  
PESO  
REST. TENS.

DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINA HERRAMIENTA O EQUIPO	HERRAMIENTAS REQUERIDAS	# DE LA HERRAMIENTA
Hacer cinco barrenos de .562 de Ø a 72° c/u en un círculo de 4.500 de Ø	Máquina taladradora de husillos múltiples de unión universal	1	Ver dibujo F02
Secuencia El operario coloca la pieza en el cabezal neumático	Dispositivo de sujeción Distribución de herramientas	1 10	Ver dibujo 007 Ver dibujo
Localización y sujeción Apoyar sobre un tope localizador y accionando la sujeción neumática, después golpear la pieza con un mazo de hule para que la pieza apoye mejor	Mordazas de sujeción	4	Ver dibujo 007
Hacer los cinco barrenos de .554 Ø	Con brocas de .554 Ø	5	Ver dibujo 013
Rimar o escariar los barrenos de Ø .554 a Ø .562 cada uno	Con rimas .562 de Ø	5	Ver dibujo 014

VI) Datos de operaciones para las herramientas de corte.

Herramienta A

Broca de ½ avance de .007

Empuje axial ----- 155.3068 Lb.

El par ----- 27.22 Lb./pulg

R.P.M. ----- 482.63

Velocidad ----- 70 pies/min.

de corte

Potencia de la herramientas ----- 1.3758 hp

Potencia de la máquina ----- 1.8344 hp

Por lo tanto: El resultado de la potencia de la máquina es de una broca, se necesita multiplicar por 5 para el total de la máquina.

$$5 \times 1.8344 = 9.1722 \text{ hp}$$

Herramienta B

Empuje axial ----- 936.87 Lb.

El par ----- 144.209 Lb./pulg

R.P.M. ----- 305.84

Avance ----- .004 pulgada/vuelta

Potencia de la herramientas ----- .69982 hp

Potencia de la máquina ----- .93309 hp

El resultado de la potencia de la máquina es de un solo escañador por lo tanto se necesita multiplicar por 5, para el total de la potencia de la máquina.

$$\text{=====} > 4.66 \text{ hp}$$

## CAPITULO VII

# MEMORIA DE CALCULO DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE

### NOMENCLATURA Y FORMULAS PARA LAS HERRAMIENTAS DE CORTE EN EL TORNO

$P_c$ = Potencia en la herramienta de corte, hp ó Kw

$P_m$ = Potencia en el motor ; hp ó Kw

$K_p$ = Constante de potencia ( tablas, T09, T010, T11 ) pulg o mm.

$C$ = Factor de avance para la constante de potencia ( tabla T12 ) pulg. Ó mm

$Q$ = Valor del material arrancado ; ( tabla T15 ) pulg <sup>3</sup>/min. ó cm<sup>3</sup>/seg

$E$ = Factor de eficiencia de máquina herramienta ( tabla T14 ) adimensional

$W$ = Factor de desgaste de herramienta ( Tabla T13 ) adimensional

$$P_c = K_p C Q W \text{ ----- (1)}$$

$$P_m = P_c/E = K_p C Q W/E \text{ -----(2)}$$

## VELOCIDAD DE CORTE PARA EL TORNEADO

V= Velocidad de corte a emplear ; fmp ó mts/min.

Vo= Velocidad de corte según tablas ( T05 ) en fpm ó mts/min.

Ff= Factor de avance ( tabla T06 )

Fd= Factor de profundidad de corte ( tabla T06 )

$$V= V_o F_f F_d \text{-----}(3)$$

N= Velocidad del husillo RPM

V= Velocidad de corte en fpm ó mts/min.

D= Diámetro en pulgada ó mm

Para el torneado, D es el diámetro exterior de la pieza, para el taladro es el diámetro de la herramienta.

$$N= 12 V / \pi D \text{-----}(4)$$

(en pulgadas)

$$N= 1000 V / \pi D \text{-----}(4A)$$

(unidades métricas)

## NOMENCLATURA Y FORMULAS PARA EL BARRENADO CON BROCAS

$M$  = Par en Lb./pulg ó N/mts

$T$  = Empuje axial en Lb. ó N

$K_d$  = Factor del material de la pieza (adimensional) tabla T16

$F_f$  = Factor de avance pulg ó mm tabla T17

$F_t$  = Factor de empuje axial para el diámetro de broca (adimensional) tabla T18

$F_m$  = Factor de par para el diámetro de broca (adimensional) tabla T18

$A$  = Factor del filo de corte de la punta para el par (adimensional) tabla T19

$B$  = Factor del filo de corte de la punta para el empuje axial (adimensional) tabla

T19

$J$  = Factor del filo de corte de la punta para el empuje axial (adimensional) tabla

T19

$W$  = Factor de desgaste de la herramienta (adimensional) tabla T13

$N$  = Velocidad del husillo RPM

$E$  = Factor de eficiencia de la máquina herramienta (adimensional) tabla T14

$D$  = Diámetro de la broca pulg. ó mm

$C$  = Longitud del filo de corte de la punta pulg. ó mm tabla T19

$W$  = Espesor del núcleo en la punta de la broca pulg. ó mm tabla T19

$P_c$  = Potencia de la herramienta hp ó Kw

$V$  = Velocidad de corte en pies / min. para taladro tabla T07

$P_m$  = Potencia en el motor hp ó Kw

## SISTEMA INGLES

$$T = 2 Kd Ff Ft B \underline{W} + Kd d^2 J \underline{W} \text{-----}(5)$$

$$M = Kd Ff Fm A W \text{-----}(6)$$

$$Pc = MN / 63,025 \text{-----}(7)$$

## UNIDADES METRICAS S I

$$T = 0.5 Kd Ff Ft B W + 0.007 Kd d^2 J W \text{-----}(5A)$$

$$M = 0.000025 Kd Ff Ft A \underline{W} \text{-----}(6A)$$

$$Pc = MN / 9550 \text{-----}(7A)$$

Para emplear con ambos sistemas

$$Pm = Pc / E(8)$$

**NOMENCLATURA Y FORMULAS PARA EL BARRENADO CON BROCA ESPADA**

hpc = Potencia en la herramienta en Cv

hpm = Potencia en el motor en Cv

Bs = Empuje axial para el taladro con brocas espada en Lb.

uhp = Potencia unitaria en Cv tabla T04

D = diámetro de la broca en pulg.

F = Avance por vuelta en pulg. tabla T03

Fm = Avance por minuto en pulg.

N = Velocidad del husillo en rpm

em = Factor de eficiencia mecánica

.9 Acondicionamiento directo del husillo mediante correa

.75 Acondicionamiento por engranaje posterior

.80 a .70 Acondicionamiento con cabezales de engranajes

V-- Este valor debe reducirse en un 10% para taladro con brocas espada, por lo que este valor se obtiene de la tabla T07. De este también se obtiene la velocidad del corte (V) para el taladro con broca helicoidal.

$$Hpc = uhp \cdot \frac{D^2}{4} \cdot F_n \text{-----(9)}$$

$$Bs = 148500 (uhp) (F) (D) \text{-----(10)}$$

$$hpm = hpc / em \text{-----(11)}$$

$$N = 12 v / \pi D \text{-----(12)}$$

$$F = Fm / N \text{-----(13)}$$

$$Fm = F N \text{-----(14)}$$

**NOTAS Y TABLAS DE ESCARIADORES O RIMAS**



Cálculo de corte efectuado en la operación # 2

Herramienta A

Material a maquinaria : Hierro fundido tipo S A E 1060

Dureza B H N 175 - 225

Las herramientas de corte a utilizar es un buril con inserto de carburo para acabado.

De acuerdo a la tabla valenite del material.

Teniendo en cuenta que la pieza bien con .050 pl. de material mas de fundición y le damos un avance de 0.20 pulg. De acuerdo a la tabla de referencia valenite.

$$V = V_o F_f F_d$$

$$V_o = 320 \text{ pies / min.}$$

$$F_d = 1.10$$

$$F_f = .80$$

$$V = (320) (1.10) (0.80) = \underline{281.6 \text{ pies/min.}}$$

$$V = 281.6 \text{ pies / min.} = \quad N = 12 V / \pi D \quad (12) (281) / (\pi) (4.5) = 238.52 \text{ RPM}$$

-----  
383.33 RPM

Potencia de la herramienta

$$P_c = K_p C Q W$$

F = valor de avance para el tomado (28) pulg / rev ó mm / rev

D = profundidad del corte pulg ó mm

$$W = 1.30$$

$$Q = 12 V f d = 12 (281.6) (0.02) (0.050) = 3.3792 \text{ pulg}^3 / \text{min.}$$

$$C = .90$$

$$K_p = .71$$

$$P_c = (.71) (.90) (3.3792) (1.30) = 2.80 \text{ hp}$$

$$P_m = P_c / E$$

$$E = .75 \quad P_m = 2.80 / .75 = 3.742 \text{ hp}$$

$$P_c = 2.80$$

Herramienta B

Broca de centros del #8 D= 5/16 = .312 L= 5/16 = .312

material a maquinar hierro fundido S A E 1060 B # N 175 - 225

Donde las brocas corrientes el avance empleado es de 0.004 a 0.010 pulg / rev (0.01 a 0.25 mm / rev) para brocas de ¼ a ½.

Tenemos:	<u>Broca</u>	=	<u>Avance</u>
	¼	=	.004
	5/16	=	.0056
	3/8	=	.0072
	7/16	=	.0088
	½	=	.0104

El empuje axial = T

$$T = 2Kd F_f F_t B W + K_d d^2 J W$$

Donde:

$$K_d = 24000$$

$$F_f = .0056$$

$$F_t = .395$$

$$B = 1.355$$

$$W = 1.30$$

$$d = .312$$

$$j = .030$$

$$T = (2) (24000) (.0056) (.395) (1.355) (1.30) + (24000) (.312)^2 (.030)$$

(1.30)

$$= 187.02902 + 91.113984 = 278.1430 \text{ Lb.}$$

M = El par en Lb./pulg

$$M = K_d F_f F_m A w$$

$$F_m = .124$$

$$A = 1.085$$

$$M = (24000) (.0056) (.124) (1.085) (1.30)$$

$$M = 23.506829 \text{ Lb./pulg}$$

$$V = \text{de tablas} = 70 \text{ Fpm}$$

232

$$N = 12 (70) / \pi (312) = 856.98816$$

$$P_c = M N / 63025 = (23.506829) (856.98816) / 63025$$

$$PM = P_c / E = .3196362 / .75 = \underline{.4261816} \text{ hp}$$

### Herramienta C

Broca A. V. Ø .806 L=

Material a máquina hierro fundido S A E 1060 B H N 175 - 225

Donde las brocas corrientes el avance empleado es de .007 a .015 pulg/rev para brocas de ½ a 1 pulg.

Tenemos:	<u>Brocas</u>	<u>Avance</u>
	½	.007
	1/16	.008
	5/8	.009
	11/16	.010
	¾	.011
	13/16	.012
	7/8	.013
	15/16	.014
	1	.015

T = Empuje axial en Lb.

$$T = 2 Kd Ff Ft Bw + Kd d^2 J W$$

$$Kd = 24000$$

$$Ff = .029$$

$$Ft = .847$$

$$B = 1.358$$

$$W = 1.30$$

$$J = .030$$

$$T = 2 (24000) (.029) (.847) (1.355) (1.30) + (24000) (.800)^2 (.030)$$

(1.30)

$$= 2076.8508 + 599.04$$

$$= 2675.8908 \text{ Lbs}$$

$$M = Kd Ff Fm A W$$

$$F_m = .689 \quad = (24000) (.029) (.689) (1.085) (1.30)$$

$$A = 1.085 \quad = 676.39 \text{ Lb / pulg}$$

$$V = 70 \text{ pies / min.}$$

$$N = 12 (70) / \pi (.800) = 334.22538 \text{ RPM}$$

$$P_c = M N / 63025 = (676.39) (334.22) / 63025 = .2787894 \text{ Hp}$$

$$P_m = P_c / E = .2787894 / .75 = .3717191 \text{ Hp}$$

#### Herramienta D

Broca espada A V de  $\varnothing$  1.742

Material a máquina hierro fundido S A E 1060 B H N 175 - 225

Bs = Empuje axial para brocas espada

Bs = 148500 U hp FD

Uhp = 1.08

F = .012

D = 1.742

Bs = 148500 (1.08) (.012) (1.742)

Bs = 3352.5835 Lb.

$hpc = uhp (\pi D^2) / 4 F N$

$= (1.08) (\pi (1.742)^2) / 4 (.012) (138.14137) = 42669 C V$

$N = 12 V / \pi D$

$N = (12) (63) / (1.742) = 138.14137 RPM$

$V = 70 \times .9 = 63 \text{ pies / min.}$

$hpm = hpc / em = 4.2669 / .80 = 5.333 C V$

#### Herramienta E

Broca espada para hacer la caja del balero tiene  $\varnothing$  1.742, es una cuchilla de corte frontal o refrentado.

Los cálculos de potencia de herramienta y máquina son iguales los resultados por ser que la herramienta corta muy poco material para dejar el asiento del balero.

## Herramienta F

Material a maquinar hierro fundido S A E 1060 B H N 175-225

Obteniendo los datos de las tablas respectivas T05

Velocidad de corte fpm = 45

Avance de .0005 pulg / diente

tiene 12 estrías o dientes el avance es de .006 (Tabla 107)

$$Ff = .017 \quad \underline{W} = 1.30$$

$$Ft = 1.653 \quad J = .030$$

$$Fm = 3.100 \quad Kd = 24000$$

$$B = 1.355$$

Calculando el empuje axial

$$\begin{aligned} T &= 2 K d Ff B \underline{W} + Kd d^2 J \underline{W} \\ &= 2 (24000) (.017) (1.653) (1.355) (1.30) + (24000) (1.774)^2 (.030) (1.30) \\ &= 2375.9958 + 2945.6631 \\ &= 5321.6589 \text{ Lb.} \end{aligned}$$

$$A = 1.085$$

Calculando el par en Lb./pulg (M)

$$\begin{aligned} M &= K d Ff Fm A \underline{W} \\ &= (24000) (.017) (3.100) (1.085) (1.30) \\ &= 1784.0004 \text{ Lb. / pulg} \end{aligned}$$

$$N = 12 (45) / (1.774) = 96.892525 \text{ rpm}$$

$$Pc = MN / 63025 = (1784.0004) (96.89.2525) / 6325 = 2.74426625 \text{ HP}$$

$$Pm = Pc / E = 2.7426625 / .75 = 3.6568833 \text{ HP}$$

### Herramienta G

Buril con inserto de carburo para acabado.

Material a maquinar hierro fundido SAE 1060 BHN 175 - 225, teniendo en cuenta que la pieza viene con .05 pulgadas de mas de fundición y le damos un avance de .020 pulgadas de acuerdo a la Tabla de Valenite.

$$Q = 12 V f d$$

$$V = V_o F_f F_d$$

$$V_o = \text{Vel. de corte} = 320 \text{ pies / min.}$$

$$F_f = .80$$

$$F = .020$$

$$F_d = 1.10$$

$$d = .050$$

$$V = (320) (.80) (1.10)$$

$$= 281.6 \text{ pulg / min.}$$

$$Q = 12 (281.6) (.02) (.05) = 3.3792 \text{ pulg}^3 / \text{min.}$$

$$C = .90$$

$$K_p = .71$$

$$W = 1.30$$

Pc= Potencia de la herramienta de corte

$$= (.71) (.90) (1.30) (3.3792)$$

$$= 2.8071014 \text{ HP}$$

$$P_m = P_c / E = 2.8071014 / .75 = \underline{3.7428019 \text{ HP}}$$

$$N = 12 (V) / \pi D = (12) (281.6) / \pi (2.900) = 370.90 \text{ RPM}$$



## Herramienta G"

Bunil de pastilla de carburo para acabado

Material a maquinar hierro fundido SAE 1060 BHN 175 - 225 , teniendo en cuenta que la pieza viene con .05 pulg. de material mas de fundición y le damos un avance de .020 pulg. de acuerdo a la Tabla Valenite.

$$V = V_o F_f F_d$$

$$V = (320) (1.10) (.80)$$

$$F_f = .80$$

$$= 281.6 \text{ pies / min.}$$

$$F_d = 1.10$$

$$V_o = .320$$

$$P_c = K_p C Q W$$

$$K_p = .71$$

$$C = 12 V F d = 12 (281.6) (.02) (.05) = 3.3792$$

$$d = .05$$

$$V = 281.6$$

$$F = .02$$

$$W = 1.30$$

$$P_c = (.71) (90) (3.3792) (1.30)$$

$$= 2.8071014 \text{ HP}$$

$$P_m = P_c / E = 2.8070114 / .75 = 3.7428019 \text{ HP}$$

$$N = (12) (281.6) / f (6.3) = 170.7353 \text{ RPM}$$

## Herramienta I

Buril de pastilla de carburo para acabado del disco.

Material a maquinar hierro fundido SAE 1060 BHN 175 - 225 , teniendo en cuenta que la pieza viene con .05 pulg. de material mas de fundición y le damos un avance de .020 pulg. de acuerdo a la Tabla Valenite.

$$V = V_o F_f F_d \quad V = (320) (1.10) (.80)$$

$$F_f = .80 \quad = 281.6 \text{ pies / min.}$$

$$F_d = 1.10$$

$$V_o = .320$$

$$P_c = K_p C Q W$$

$$K_p = .71$$

$$C = .90$$

$$Q = 12 V F_f F_d = 12 (281.6) (.02) (.05) = 3.3792$$

$$d = .05$$

$$V = 281.6$$

$$F = .02$$

$$W = 1.30$$

$$P_c = (.71) (.90) (3.3792) (1.30)$$

$$= 2.8071014 \text{ HP}$$

$$P_m = P_c / E = 2.8070114 / .75 = 3.7428019 \text{ HP}$$

$$N = (12) (281.6) / \pi (10.6) = 101.47 \text{ RPM}$$

### Cálculo de Corte efectuado en la Operación # 1

#### Herramienta A

La herramienta a utilizar es un buril de inserto de carburo para acabado.

Material a maquinar Hierro fundido SAE 1060 BHN 175 - 225 , teniendo en cuenta que la pieza viene con .05 pulg. de material mas de fundición y le damos un avance de .020 pulg. de acuerdo a la Tabla de referencia de Valenite.

Donde la velocidad del corte

$$V = V_o F_f F_d$$

$$V_o = 320$$

$$F_f = .80$$

$$F_d = 1.10$$

$$V = (320) (.80) (1.10)$$

$$= 281.6 \text{ pies / min.}$$

La potencia de herramienta de corte está dada

$$P_c = K_p C Q W$$

$$K_p = .71$$

$$C = .90$$

$$Q = 12 V F d = 12 (281.6) (.02) (.05) = 3.3712$$

$$V = 281.6$$

$$F = .02$$

$$d = .05$$

$$W = 1.30$$

$$P_c = (.71) (.90) (3.3712) (1.30)$$

$$= 2.8071014 \text{ HP}$$

$$P_m = P_c / E = 2.8071 \text{ HP} / .75 = 3.742 \text{ HP}$$

$$N = (12) (281.6) / \pi (10.6) = 101.47 \text{ RPM}$$

### Herramienta B

La herramienta a utilizar es una broca de 2. Ø para hacer la caja del balero.

Material a maquinar Hierro fundido S A E 1060 B H N 175-225

$$Bs = 148500 \text{ (uhp) (f) (D)}$$

$$\text{uhp} = 1.08$$

$$f = .014$$

$$D = 2 \text{ ø}$$

$$Bs = 148500 (1.08) (.014)$$

(2)

$$= 4490.64$$

$$hpc = \text{uhp} \left( \frac{\pi D^2}{4} \right) (F) (N)$$

$$N = 12 V / \pi D$$

$$V = 70 - 10 = 60$$

$$N = (12) (60) / \pi (2) = \underline{114.59156}$$

$$D = 2 \text{ ø}$$

$$hpc = (1.08) \left( \frac{\pi 2^2}{4} \right) (.014) (114.59156)$$

$$hpc = 5.44 \text{ HP}$$

$$hpm = 5.44 / .70 = 7.77 \text{ HP}$$

### Herramienta C

Herramienta de corte, una broca espada de 2.ø para hacer el asiento del balero utilizaremos una broca para corte periférico, los cálculos son los mismos que la herramienta anterior.

## Herramienta D

La herramienta a utilizar es un escariador o rima de 2.340  $\varnothing$  para rectificar la caja de balero.

El paso más inmediato tendente a producir un buen acabado superficial consiste en reducir el avance por vuelta del escariador. Se suele utilizar con éxito avances del orden de 0.0002 a 0.0005 pulgadas por diente. No obstante, la vida del escariador será más larga si se utiliza el mínimo de avance posible.

### Datos

$$14 \text{ dientes} \times .0005 = .007$$

Vel. De corte f p m 45

$$N = 12 V / \pi D \quad N = (12) (45) / \pi (2.340) = \underline{73.45} \text{ rpm}$$

$$T = 2 K_d F_f F_t B_w + K_d d^2 J W$$

$$K_d = 2400$$

$$B = 1.100$$

$$F_f = .019$$

$$W = .025$$

$$F_t = 2.081$$

$$J = .001$$

$$T = (2) (24000) (.019) (2.081) (1.100) (.025) + (24000) (2.340)^2 (.001)$$

(.025)

$$= 52.19148 + 3.28536 = 55.47684 \text{ Lb.}$$

$$M = K_d F_f F_m A_w$$

$$A = 1.0$$

$$F_m = 5.203$$

$$M = (24000) (.019) (5.203) (1.0) (.025)$$

$$= 59.3142 \text{ Lb./pulg}$$

$$P_c = M N / 63025$$

$$P_c = (59.3142) (73.45) / 63025 = .0691253 \text{ HP}$$

$$P_m = P_c / E$$

$$P_m = .0691253 / .75 = .0921671 \text{ HP}$$

## Herramienta E

La herramienta a utilizar es un buril de inserto de carburo para acabado.

Material a maquinar Hierro fundido SAE 1060 BHN 175 - 225 , teniendo en cuenta que la pieza viene con .05 pulg. de material mas de fundición y le damos un avance de .020 pulg. de acuerdo a la Tabla de referencia de Valenite.

Donde la velocidad del corte

$$V = V_o F_f F_d$$

$$V_o = 320$$

$$F_f = .80$$

$$F_d = 1.10$$

$$V = (320) (.80) (1.10)$$

$$= 281.6 \text{ pies / min.}$$

La potencia de herramienta de corte está dada

$$P_c = K_p C Q W$$

$$K_p = .71$$

$$C = .90$$

$$Q = 12 V F d$$

$$= 12 (281.6) (.02) (.05) = 3.3792$$

$$V = 281.6$$

$$F = .02$$

$$d = .05$$

$$W = 1.30$$

$$P_c = (.71) (.90) (3.3792) (1.30)$$

$$= 2.80071014 \text{ HP}$$

$$P_m = P_c / E = 2.80071014 \text{ HP} / .75 = 3.742 \text{ HP}$$

$$N = (12) (281.6) / \pi (5.5) = 195.56 \text{ RPM}$$

Calculo de corte efectuado en la Operación # 4

Herramienta A

La herramienta de corte a utilizar son 5 brocas A.V. de Ø554.

El material a maquinar es hierro fundido SAE 1060 BHN 175-225.

$$T = 2 K_d F_f F_t B_w + K_d d^2 J W$$

Kd = 24000	A = 1.085	<u>Tenemos</u>	
Ff = .019	Fm = .355	<u>Brocas</u>	<u>Avance</u>
Ft = .632		½	.007
B = 1.355		4/16	.008
W = 1.55		5/8	.009
J = .030		11/10	.010
		¾	.010

$$T = 2 (24000) (.019) (.632) (1.355) (.155) + (24000) (.554)^2 (.030)$$

(.155)

$$= 121.05505 + 34.2518$$

$$= 155.30688 \text{ Lbs}$$

$$M = K_d F_f F_m A W$$

$$M = (24000) (.019) (.355) (1.085) (.155)$$

$$= 27.224169 \text{ Lb./pulg}$$

$$N = 12 V / \pi D$$

$$N = (12) (70) / \pi (.554) = 482.63$$

$$V = 70 \text{ pies / min.}$$

$$P_c = 27.224169 / 9550 = 1.3758$$

$$PM = P_c / E = 1.3758 / .75 = \underline{1.83444 \text{ HP}}$$

El resultado de la potencia de la máquina es de una broca. Se necesita multiplicar por 5 para el total de la máquina = 9.1722

### Herramienta B

La herramienta de corte a utilizar son 5 rimas o escariadores A. V. de  $\phi$ .562.

El material a maquinar es Hierro fundido SAE 1060 BHN 175 - 225.

$$T = 2 K_d F_f F_t B_w + K_d d^2 J W$$

$$K_d = 24000$$

$$\text{Vel. De corte} = 45 \text{ pies / min.}$$

$$F_f = .012$$

$$\text{Número de estrias de } \frac{1}{2} \text{ a } 31/32 \text{---} 6 \text{ a} 8$$

$$F_t = .632$$

$$\text{Avance de .0005 pulgadas por diente}$$

$$B = 1.355$$

$$\text{Haciendo que tiene 8 estrias}$$

$$W = 1.30$$

$$8 \times .0005 = .004 \text{ pulg/vuelta}$$

$$d = .562$$

$$J = .030$$

$$W = 1.30$$

$$A = 1.085$$

$$F_m = .355$$

$$T = 2 (24000) (.012) (.632) (1.355) (1.30) + (24000) (.562)^2 (.030) (1.30)$$

$$= 641.24237 + 295.62998$$

$$M = K_d F_f F_m A W$$

$$M = (24000) (.012) (.355) (1.085) (1.30)$$

$$= 144.20952 \text{ Lb. / pulg}$$

$$N = 12 V / \pi D$$

$$N = (12) (45) / \pi (.562) = 305.84 \text{ rpm}$$

$$P_c = M N / 63025 = P_c = (144.20952) (305.84) / 63025 = .69982 \text{ HP}$$

$$P_M = P_C / E = .69982 / .75 = \underline{.93309 \text{ HP}}$$

El resultado de la potencia de la máquina es de una broca. Se necesita multiplicar por 5 para el total de la máquina = 4.66545 HP



## Conclusión

**C**on el estudio del proceso llevado a cabo, trata de conocer las bases de un método de fabricación que nos permita desarrollar otros métodos de proceso, pero, con los adelantos ya logrados para esta manera, contar con la organización y el conocimiento que nos permita la creación de una tecnología propia.

Para el profesionalista que empiece a desarrollar dentro de la industria esperemos que este estudio le sea de gran utilidad, ya que se contemplan las bases para la elaboración de cualquier proceso, el maquinado.

Actualmente por carecer de una tecnología propia y por la fuerte competencia técnica, muchas industrias buscan la forma de ocultar sus procesos, otras las importan, pero no buscan la forma de crearlas por falta de conocimientos técnicos, siendo que es una labor de integración para desarrollarla aquí. Ya que la finalidad que se persigue como profesionistas es lograra crear los medios necesarios que nos permita desarrollar una tecnología propia, el objetivo de mi estudio servirá de base para adaptar los requisitos de un proceso; así como también que puedan desarrollarse otros y mejores dentro de la industria metalmeccánica.

Espero en lo presente cumplir Integralmente con nuestra Universidad Nacional Autónoma de México por ser la que forma mexicanos que luchan por la superación para el desarrollo de un país libre y soberano.

TABLA T-2 ESCARIADORES HUECOS, ESTRIAS RECTAS HELICOIDALES

Diámetro del Escariador	Longitud total "A"	Longitud del estriado "B"	Diámetro del agujero externo	Número de estrias
1/4	6	1 1/4		4 a 8
3/8	7	1 3/4		4 a 6
1/2	8	2		6 a 8
5/8	9	2 1/4		6 a 8
3/4	9 1/2	2 1/2		6 a 8
7/8	10	2 5/8		8 a 10
1	10 1/2	2 3/4		8 a 12
1 1/8	11	2 7/8		8 a 12
1 1/4	11 1/2	3		8 a 12
1 3/8	12	3 1/4		10 a 12
1 1/2	12 1/2	3 1/2		10 a 12
1 5/8	3	2 1/4		10 a 14
1 3/4	3 1/2	2 1/2		12 a 14
1 7/8	3 3/4	2 3/4		12 a 14
2	3 1/2	2 1/4		12 a 14
2 1/8	3 3/4	2 3/4		12 a 18

Material	Dureza Bhn	AVANCE EN PULGADAS POR VUELTA				
		DIAMETRO DE LA BROCA EN PULGADAS				
		1-1½	1½-2	2-3	3-4	4-5
FUNDICION GRIS	110-160	0.020	0.022	0.026	0.028	0.030
	160-190	0.015	0.018	0.020	0.024	0.026
	190-240	0.012	0.014	0.016	0.018	0.020
	240-320	0.010	0.012	0.016	0.018	0.018
FUNDICION DUCTIL O NODULAR	140-190	0.014	0.016	0.018	0.020	0.022
	190-250	0.012	0.014	0.016	0.018	0.018
	250-300	0.010	0.012	0.016	0.018	0.018
FUNDICION MALEABLE						
Ferrática	110-160	0.014	0.016	0.018	0.020	0.022
Perílica	160-220	0.012	0.014	0.016	0.018	0.020
	220-280	0.010	0.012	0.014	0.016	0.018
ACERO RAPIDO	200-240	0.010	0.012	0.013	0.015	0.017

TABLA T 03 VALORES DE AVANCE PARA LAS BROCAS DE ESPADA

MATERIAL	DUREZA	POTENCIA UNITARIA EN C. V.
ACEROS AL CARBONO NORMALES Y ACEROS ALEADOS	85-200 Bhn	0.79
	200-275	0.94
	275-375	1.00
	375-425	1.15
	45-52 Rc	1.44
FUNDICIONES	110-200 Bhn	0.50
	200-300	1.08
ACEROS INOXIDABLES	135-275 Bhn	0.94
	30-45 Rc	1.08
ALEACIONES DE TITANIO	250-375 Bhn	0.72
ALEACION PARA ALTA TEMPERATURA	200-360Bhn	1.44
ALEACION DE ALUMINIO		0.22
ALEACIONES DE MAGNESIO		0.16
ALEACIONES DE COBRE	20-80 RB	0.43
	80-100 RB	0.72

TABLA T 04 POTENCIA UNITARIA, PARA EL TALADRO CON BROCA DE ESPADA

MATERIAL "ACEROS" AISI, SAE	ACEROS HB	CONDICION DEL MATERIAL	VELOCIDAD DE CORTE PIES / MIN	
			ACERO RAPIDO	CARBURO
ACEROS NORMALES AL CARBON				
1008, 1008	100-125	HR, A, N, CD	120	450
1009, 1010, 1012, 1015, 1016 1017	125-175	HR, A, N, CD	110	400
1018, 1019, 1020, 1021, 1022 1023	175-225	HR, N, CD	90	350
1024, 1025, 1026, 1513, 1514	225-275	CD	70	300
	125-175	HR, A, N, CD	100	375
1027, 1030, 1033, 1035, 1036 1037	175-225	HR, A, N, CD	85	325
1036, 1039, 1040, 1041, 1042, 1043	225-275	N, CD, Q, T	70	225
1045, 1046, 1048, 1049, 1050 1052	275-325	Q, T	60	200
1524, 1526, 1527, 1541	325-275	Q, T	40	160
	375-425	Q, T	30	140
	125-175	HR, A, N, CD	100	370
	175-225	HR, A, N, CD	80	320
1055, 1060, 1064, 1065, 1070 1074	225-275	N, CD, Q, T	65	220
1078, 1080, 1084, 1086, 1090 1095	275-325	Q, T	50	180
1548, 1551, 1552, 1561, 1566	325-375	Q, T	35	150
	375-425	Q, T	30	130

TABLA T05 VELOCIDADES DE CORTE, EN PIES POR MINUTO PARA EL TORNEADO DE ACEROS NORMALES AL CARBON Y ALEADOS

AVANCE PULG. POR VUELTA	FACTOR DEL Ft AVANCE	PROFUNDIDAD DE PASADA EN PULGADAS	FACTOR DE PROFUNDIDAD DE PASADA Fd
0.002	1.50	0.005	1.50
0.003	1.50	0.010	1.42
0.004	1.50	0.016	1.33
0.005	1.44	0.031	1.21
0.006	1.34	0.047	1.15
0.007	1.25	0.062	1.10
0.008	1.18	0.078	1.07
0.009	1.12	0.094	1.04
0.010	1.08	0.100	1.03
0.011	1.04	0.125	1.00
0.012	1.00	0.150	0.97
0.013	0.97	0.188	0.94
0.014	0.94	0.200	0.93
0.015	0.91	0.250	0.91
0.016	0.88	0.312	0.88
0.018	0.84	0.375	0.86
0.020	0.80	0.438	0.84
0.022	0.77	0.500	0.82
0.025	0.73	0.625	0.80
0.028	0.70	0.888	0.78
0.030	0.68	0.750	0.77
0.032	0.66	0.812	0.76
0.035	0.64	0.938	0.75
0.040	0.60	1.000	0.74
0.045	0.57	1.125	0.73
0.050	0.55	1.250	0.72
0.060	0.50	1.375	0.71

TABLA T 06 FACTORES DE CORTE, AVANCE Y PROFUNDIDAD DE PASADA  
PARA EL TORNEADO

MATERIAL "ACEROS" AISI, SAE	DUREZA HB	CONDICION DEL MATERIAL	VELOCIDAD DE CORTE PIES / MIN		
			TALADRADO ACERO RAP	ESCARIADO	
				ACERO RAP	CARBONO
ACEROS NORMALES AL CARBON					
1006, 1008	100-125	HR, A ,N, CD	100	65	300
1009, 1010, 1012, 1015, 1016 1017	125-175	HR, A ,N, CD	90	60	375
1018, 1019, 1020, 1021, 1022 1023	175-225	HR, N, CD	70	45	200-175
1024, 1025, 1026, 1513, 1514	225-275	CD	60	40	175
	125-175	HR, A ,N, CD	90	60	250
1027, 1030, 1033, 1035, 1036 1037	175-225	HR, A ,N, CD	75	50	200
1038, 1039, 1040, 1041, 1042, 1043	225-275	N, CD, Q, T	60	40	150
1045, 1046, 1048, 1049, 1050 1052	275-225	Q,T	50	30	120
1524, 1526, 1527, 1541	325-275	Q,T	35	20	100
	375-425	Q,T	25	15	80
	125-175	HR, A ,N, CD	85	55	250
	175-225	HR, A ,N, CD	70	45	200
1055, 1080, 1064, 1065, 1070 1074	225-275	N, CD, Q, T	50	30	140
1078, 1080, 1084, 1086, 1090 1095	275-225	Q, T	40	25	110
1548, 1551, 1552, 1561, 1566	325-375	Q, T	30	20	90
	375-425	Q, T	15	10	70

TABLA T-07 VELOCIDADES DE CORTE, EN PIES POR MINUTO  
PARA EL TALADRADO Y ESCARIADO DE ACEROS  
NORMALES AL CARBONO Y ACEROS ALEADOS

MATERIAL	NUMERO DE DUREZA BRINEL	Kp	Kp
		UNIDADES METRICAS S I	PULGADAS
FUNDICION DE GRIS	100-120	0.76	0.28
	120-140	0.98	0.35
	140-160	1.04	0.38
	160-180	11.42	0.52
	180-200	1.64	0.60
	200-220	1.94	0.71
	220-240	2.48	0.91
FUNDICION ALEADA	150-175	0.82	0.30
	175-220	1.72	0.63
	200-250	2.51	0.92
FUNDICION MALEABLE			
PERLITICA	150-175	1.15	0.42
	175-220	1.56	0.57
	200-250	2.24	0.82
	250-300	3.22	1.18
ACERO FUNDIDO	150-175	1.69	0.62
	175-220	2.13	0.78
	200-250	2.35	0.86

T-10 CONSTANTES DE POTENCIA  $K_p$  PARA METALES FERROSOS FUNDIDOS, EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE CORTE AFILADAS



UNIDADES EN PULGADAS			
AVANCE EN PULGADAS	C	AVANCE EN PULGADAS	C
0.001	1.60	0.014	0.97
0.002	1.40	0.015	0.96
0.003	1.30	0.016	0.94
0.004	1.25	0.018	0.92
0.005	1.19	0.020	0.90
0.006	1.15	0.022	0.88
0.007	1.11	0.025	0.86
0.008	1.08	0.028	0.84
0.009	1.06	0.030	0.83
0.010	1.04	0.032	0.82
0.011	1.02	0.035	0.80
0.012	1.00	0.040	0.78
0.013	0.98	0.060	0.72

TABLA T-12 FACTOR DE AVANCE, "C" PARA LAS CONSTANTES DE POTENCIA

TIPO DE OPERACION		W
PARA TODAS LAS OPERACIONES CON HERRAMIENTAS DE CORTE AFILADAS		1.00
TORNEADO	TORNEADO DE ACABADO (PASADAS LIGERAS)	1.10
	TORNEADO DE DEBASTE DE PASADA NORMAL Y DE SEMIACABADO	1.30
	TORNEADO DE DEBASTE DE PASADA EXTRA FUERTE	1.60-2.00
FRESADO	FRESADO DE DEBASTE PLANO	1.10
	FRESADO FRONTAL	1.10
	PLANEADO LIGERO Y MEDIO	1.10-1.25
	PLANEADO DE PASADA EXTRA FUERTE	1.30-1.60
TALADRADO	TALADRADO NORMAL	1.30
	TALADRADO DE MATERIALES DE DIFICIL MECANIZACION Y TALADRADO CON BROCAS MUY DESGASTADAS	1.50
BROCHADO	BROCHADO NORMAL	1.05-1.10
	BROCHADO PLANO DE FUERTE PASADA	1.20-1.30
PARA EL CEPILLADO Y LIMADO, UTILIZAR LOS VALORES DADOS EN EL TORNEADO		

TABLA T-13 FACTORES DE DESGASTE DE LA HERRAMIENTA

TIPO DE ACCIONAMIENTO	E	TIPO DE ACCIONAMIENTO	E
ACCIONAMIENTO DIRECTO POR CORREA	0.90	ACCIONAMIENTO POR CABEZAL DE ENGRANAJE	0.70-0.80
ACCIONAMIENTO POR ENGRANAJES DE REDUCCION	0.75	ACCIONAMIENTO OLEOHIDRAULICO	0.80-0.90

TABLA T-14 FACTORES DE EFICIENCIA DE LA MAQUINA HERRAMIENTA "E"

OPERACION	VALOR DE MATERIAL ARRANCADO	
	SOLO PARA UNIDADES EN PULGADAS	SOLO PARA UNIDADES METRICAS SI Q= cm <sup>3</sup> /min
HERRAMIENTA DE UNA SOLA PUNTA (TORNEADO, CEPILLADO, LIMADO)	$12 V F d$	$\frac{V}{60} Fd$
FRESADO	$Fm Wd$	$\frac{Fm W}{60000}$
BROCHADO SUPERFICIAL	$12 V W Nc Dt$	$\frac{V}{60} W Nc Dt$

Fm = VALOR DEL AVANCE ; PULG. / MIN. O MM / MIN.

Dt = MAXIMA PROFUNDIDAD DE CORTE POR DIENTE ; PULG. O MM.

D = PROFUNDIDAD DE CORTE : PULG. O MM.

Nt = NUMERO DE DIENTES EN LAS FRESADORAS

Nc = NUMERO DE DIENTES QUE ACTUAN SIMULTANEAMENTE SOBRE LA PIEZA

W = ANCHO DE CORTE ; PULGADAS O MM.

T-15 FORMULAS PARA EL CALCULO DEL MATERIAL ARRANCADO "Q"

MATERIAL DE LA PIEZA	CONSTANTE DEL MATERIAL DE LA PIEZA Kd
AI SI 1117 ( ACERO DULCE DE FACIL MECANIZACION )	12000
ACERO 200 Bhn	24000
ACERO 300 Bhn	31000
ACERO 400 Bhn	34000
FUNDICION 150 Bhn	14000
LA MAYORIA DE LAS ALEACIONES DE ALUMINIO	7000
LA MAYORIA DE LAS ALEACIONES DE MAGNESIO	4000
LA MAYORIA DE LATONES	14000
LATON AL PLOMO	7000
ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO (TIPO 316)	24000 PARA PAR 35000 PARA EMPUJE AXIAL
ALEACIONES DE TITANIO 716A 4 V 40 Rc	18000 PARA PAR 29000 PARA EMPUJE AXIAL
RENE 41 40 Rc	40000 MIN. 30000 PARA PAR
HASTELLOY-C	37000 PARA EMPUJE AXIAL

TABLA T-16 FACTOR DEL MATERIAL DE LA PIEZA Kd PARA EL TALADRO CON BROCA AFILADA

UNIDADES EN PULGADAS			
AVANCE PULG. / VUELTA	F <sub>f</sub>	AVANCE PULG. / VUELTA	F <sub>f</sub>
0.01	0.025	0.30	0.382
0.03	0.060	0.35	0.432
0.05	0.091	0.40	0.480
0.08	0.133	0.45	0.528
0.10	0.158	0.50	0.574
0.12	0.183	0.55	0.620
0.15	0.219	0.65	0.708
0.18	0.254	0.75	0.794
0.20	0.276	0.90	0.919
0.22	0.298	1.00	1.000
0.25	0.330	1.25	1.195

TABLA T-17 FACTORES DE AVANCE F<sub>f</sub> PARA EL TALADRO

UNIDADES EN PULGADAS					
DIAM. DE LA BROCA PULG.	Ft	Fm	DIAM. DE LA BROCA PULG.	Ft	Fm
0.063	0.110	0.007	0.875	0.899	0.786
0.094	0.551	0.014	0.938	0.950	0.891
0.125	0.189	0.024	1.000	1.000	1.000
0.156	0.226	0.035	1.063	1.050	1.116
0.188	0.263	0.049	1.125	1.099	1.236
0.219	0.297	0.065	1.250	1.195	1.494
0.250	0.330	0.082	1.375	1.290	1.774
0.281	0.362	0.102	1.500	1.383	2.075
0.313	0.395	0.124	1.625	1.475	2.396
0.344	0.426	0.146	1.750	1.565	2.738
0.375	0.458	0.171	1.875	1.653	3.100
0.438	0.517	0.228	2.000	1.741	3.482
0.500	0.574	0.287	2.250	1.913	4.305
0.583	0.632	0.355	2.500	2.081	5.203
0.625	0.687	0.429	2.750	2.248	6.177
0.688	0.741	0.510	3.000	2.408	7.225
0.750	0.794	0.598	3.500	2.724	9.535
0.813	0.847	0.689	4.000	3.031	12.130

TABLA T-18 FACTORES DEL DIAMETRO DE LA BROCA Ft PARA EL EMPUJE AXIAL Y Fm PARA EL PAR

C/D	APROX. W d	FACTOR DEL PAR A	FACTOR DEL EMPUJE AXIAL "B"	FACTOR DEL EMPUJE AXIAL "J"	C/D	APROX. W d	FACTOR DEL PAR A	FACTOR DEL EMPUJE AXIAL "B"	FACTOR DEL EMPUJE AXIAL "J"
0.030	0.025	1.000	1.100	0.001	0.18	0.155	1.085	1.355	0.030
0.050	0.045	1.005	1.140	0.003	0.20	0.175	1.105	1.380	0.040
0.080	0.070	1.015	1.200	0.006	0.25	0.220	1.155	1.445	0.085
0.100	0.085	1.020	1.235	0.010	0.30	0.260	1.235	1.5	0.090
0.130	0.110	1.040	1.270	0.017	0.35	0.300	1.310	1.575	0.120
0.150	0.130	1.080	1.310	0.022	0.40	0.350	1.395	1.620	0.180

PARA BROCAS DE PROYECTO NORMALIZADAS EMPLEAR C/D 0.18

PARA BROCAS DE PUNTA ENTALLADA C/D 0.03

C/D LONGITUD DEL FILO DE CORTE DE LA PUNTA DIAMETRO DE BROCA

W d ESPESOR DEL NUCLEO EN LA PUNTA DE LA BROCA DIAM. DE LA BROCA

TABLA T-19 FACTORES DE FILO DE CORTE DE LA PUNTA, PARA EL PAR Y EL EMPUJE AXIAL



## BIBLIOGRAFIA

- I) MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACION  
PAUL DE GARMO EDITORIAL REVERTE
- II) DIBUJO TECNICO  
HENRY CECIL SPENCER EDITORIAL LUMUS
- III) TECNOLOGIA DE LA FUNDICION  
EDUARDO CAPELLO EDITORIAL GUSTAVO GIL
- IV) FABRICACION DE HIERRO, ACEROS Y FUNDICIONES  
JOSE ARAIZA B. EDITORIAL URMOS
- V) MAQUINADO DE METALES EN MAQUINAS Y HERRAMIENTAS  
JOHN L. FEIRER EDITORIAL C.E.C.S.A.
- VI) MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y MANEJO DE MATERIALES  
HERMAN W. POLLACK EDITORIAL PRENTICE HALL
- VII) DIBUJO Y DISEÑO DE INGENIERIA  
H. JENSEN EDITORIAL Mc GRAW-HILL
- VIII) MANUAL UNIVERSAL DE LA TECNICA MECANICA  
OBERG, F. D. JONES Y H. L. HOTON EDITORIAL LABOR
- IX) MODELOS  
CONALEP S.E.P.
- X) LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS MODERNAS  
FRANK H. HBICHT EDITORIAL C.E.C.S.A.
- XI) EL LIBRO DEL AUTOMOVIL  
SELECCIONES READERS DIGEST