



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

**MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE PROCESOS DE
MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Cándido Darío López Mazariegos
Asesorado por el Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández**

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE
PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA
ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

CÁNDIDO DARÍO LÓPEZ MAZARIEGOS

ASESORADO POR EL ING. VICTOR MANUEL RUIZ HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I: | Inga. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II: | Inga. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III: | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón |
| VOCAL IV: | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| SECRETARIA: | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|---|
| DECANO: | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| EXAMINADOR: | Ing. Pablo Rodolfo Zúñiga Ramírez |
| EXAMINADOR: | Ing. Byron Giovanni Palacios Colindrez |
| EXAMINADOR: | Ing. José Francisco Arrivillaga Ramazzini |
| SECRETARIA: | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la escuela de Ingeniería Mecánica, el 27 de octubre de 2006.



Cándido Darío López Mazariegos

Guatemala, 06 de septiembre de 2007.

Ingeniero:
Fredy Mauricio Monroy Peralta
Director de Escuela Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por medio de la presente le informo que el trabajo, estudios e investigaciones del trabajo de graduación, MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL del estudiante Candido Darío López Mazariegos, ha sido concluido satisfactoriamente. Por lo cual considero que el trabajo reúne los requisitos exigidos por esta facultad, por lo que me permito hacer la recomendación para continuar con los trámites respectivos para su aprobación.

Atentamente,



Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández.
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Coordinador del Área de Materiales de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado **MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**, del estudiante **Cándido Darío López Mazariegos**, recomienda su aprobación.

LEER Y ENSEÑAR A TODOS



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, septiembre de 2007.

/bhdci

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área de Materiales al Trabajo de Graduación titulado, MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL del estudiante Cándido Darío López Mazariegos, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
DIRECTOR



Guatemala, octubre de 2007.

/bchdei

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Ref. DTG. 329.2007

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **MANUAL PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA 1, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**, presentado por el estudiante universitario **Cándido Darío López Mazariegos**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos', written over a large, empty circular space.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, octubre de 2007



ACTO QUE DEDICO A:

| | |
|----------------------|---|
| Dios | Fuente de toda sabiduría |
| Mi madre | Olivia Esperanza Mazariegos Ejemplo de amor y tenacidad para mi vida |
| Mi compañera | Por su paciencia |
| Mis hermanos | Por acompañarme en la vida |
| Mis hijos | Con amor profundo |
| A mis abuelos | Por sus sabios consejos |
| A mis amigos | Todos los que así lo consideren |

AGRADECIMIENTOS A:

Dios Por permitirme llegar a culminar esta faceta de mi vida.

Mi familia Por apoyarme en todo momento para seguir adelante

Mi Asesor Ingeniero Víctor Manuel Ruiz, por su apoyo incondicional para brindarme su asesoría en la realización de este trabajo de graduación.

El Ingeniero Otto Hurtarte, por su apoyo durante mi paso por el departamento de física de la Facultad de Ingeniería.

Mis catedráticos Por transmitirme sus conocimientos

La Facultad de Ingeniería Por la formación académica

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--------------------------------|--------------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | VII |
| LISTA DE SÍMBOLOS | XI |
| GLOSARIO | XIII |
| RESUMEN | XVII |
| OBJETIVOS | XXI |
| INTRODUCCIÓN | XXIII |

1. PRÁCTICA DE MEDICIONES

| | | |
|-------|---|----|
| 1.1 | Sistemas de medida | 1 |
| 1.2 | Descripción de los instrumentos | 2 |
| 1.3 | Componentes del calibrador Vernier | 3 |
| 1.4 | Uso y aplicaciones del calibrador Vernier | 5 |
| 1.4.1 | Precauciones al medir. | 6 |
| 1.4.2 | Cómo leer el calibrador en el sistema internacional | 13 |
| 1.4.3 | Cómo leer el calibrador en el sistema ingles. | 15 |
| 1.4.4 | Clasificación de los diferentes tipos de calibradores | 18 |
| 1.5 | Calibrador Palmer | 23 |
| 1.6 | Uso y aplicaciones del calibrador Palmer | 24 |
| 1.7 | Desarrollo de la práctica | 32 |
| 1.7.1 | Tiempo de inducción | 32 |
| 1.8 | Toma de medidas | 32 |
| 1.8.1 | Medición de 10 mazas de diferentes diámetros | 32 |
| 1.9 | Contenido del Informe de la práctica | 33 |
| 1.9.1 | Introducción y objetivos | 33 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 1.9.2 | Marco teórico | 34 |
| 1.9.3 | Definición de mediciones | 33 |
| 1.9.4 | Definición de los equipos | 34 |
| 1.9.5 | Diferencia teórica de los sistemas de medida | 34 |
| 1.9.6 | Gráfica comparativa de los sistemas de medida | 34 |
| 1.9.7 | Determinar las fuentes de error | 35 |
| 1.9.8 | Cálculo del error absoluto y relativo | 34 |
| 1.9.9 | Conclusiones de la práctica | 35 |
| | | |
| 2. | PRÁCTICA DE TALADRADO | |
| 2.1 | Descripción del equipo | 37 |
| 2.1.1 | Uso y aplicaciones | 37 |
| 2.1.2 | Partes principales | 40 |
| 2.1.3 | Dimensionales | 41 |
| 2.2 | La broca como herramienta de corte | 41 |
| 2.2.1 | Movimiento de rotación y traslación de la broca | 43 |
| 2.2.2 | Relación de diámetro - RPM | 46 |
| 2.2.3 | Refrigerantes de corte | 47 |
| 2.3 | Elaboración de un plano de trabajo | 51 |
| 2.4 | Diseño de un plan de trabajo | 52 |
| 2.4.1 | Fases de trabajo | 53 |
| 2.4.2 | Herramientas | 53 |
| 2.4.3 | Instrumentos de medición | 53 |
| 2.5 | Definición de tiempo principal | 53 |
| 2.5.1 | Ecuación del tiempo principal | 53 |
| 2.5.2 | Notación | 54 |
| 2.6 | Definición del tiempo disponible | 54 |
| 2.6.1 | Tiempo secundario | 54 |
| 2.7 | Desarrollo de la práctica | 55 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.7.1 | Trazado de la pieza a taladrar | 55 |
| 2.7.2 | Aplicación de punzón de centro o granete | 55 |
| 2.7.3 | Medidas de seguridad básicas | 55 |
| 2.7.4 | Elaboración de agujeros | 55 |
| 2.7.5 | Toma de tiempo para establecer un promedio | 56 |
| 2.8 | Contenido del informe de la práctica | 56 |
| 2.8.1 | Introducción y objetivos | 56 |
| 2.8.2 | Marco teórico | 56 |
| 2.8.3 | Definición del proceso de taladrado | 57 |
| 2.8.4 | Elaboración de un plano de trabajo | 57 |
| 2.8.5 | Plan de trabajo | 57 |
| 2.8.6 | Cálculo del tiempo principal y disponible | 57 |
| 2.8.7 | Gráfica comparativa de diámetros - RPM | 57 |
| 2.8.8 | Gráfica comparativa tiempo teórico - tiempo real | 58 |
| 2.8.9 | Conclusiones de la práctica | 58 |

3. PRÁCTICA DE TORNO

| | | |
|-------|---------------------------------------|----|
| 3.1 | Descripción del equipo | 59 |
| 3.1.1 | Uso y aplicaciones | 61 |
| 3.1.2 | Partes principales del torno | 63 |
| 3.2 | Herramientas de corte y su aplicación | 64 |
| 3.2.1 | Rebajado y afilado de herramientas | 67 |
| 3.2.2 | Ángulos de corte | 69 |
| 3.2.3 | Formas para filos de uso común | 72 |
| 3.2.4 | Estructura metalúrgica de los útiles | 74 |
| 3.3 | Procedimientos de torneado | 79 |
| 3.3.1 | Montaje de la pieza | 80 |
| 3.3.2 | Cilindrado | 80 |
| 3.3.3 | Refrentado o careado | 81 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.3.4 | Ecuación de la velocidad de corte | 84 |
| 3.3.5 | Tiempo invertido en el torneado | 84 |
| 3.3.6 | Variables del arranque de viruta | 85 |
| 3.3.7 | Roscado Interno y externo | 90 |
| 3.3.8 | Refrigerantes y lubricantes de corte | 93 |
| 3.3.9 | Medidas de seguridad | 95 |
| 3.4 | Contenido del Informe de la práctica | 97 |
| 3.4.1 | Introducción y objetivos | 98 |
| 3.4.2 | Definición de máquina herramienta | 98 |
| 3.4.3 | Describe los procedimientos de torneado | 98 |
| 3.4.4 | Plano de trabajo | 98 |
| 3.4.5 | Plan de trabajo | 98 |
| 3.4.6 | Cálculo del tiempo invertido en el torneado | 98 |
| 3.4.7 | Cálculo de la velocidad de corte | 99 |
| 3.4.8 | Gráfica de diámetros de piezas - RPM | 99 |
| 3.4.9 | Conclusiones de la práctica | 99 |

4 PRÁCTICA DE FRESADO

| | | |
|---------|------------------------|-----|
| 4.1 | Descripción del equipo | 101 |
| 4.1.1 | Uso y aplicaciones | 103 |
| 4.1.1.2 | Planeado | 105 |
| 4.1.1.3 | Escuadrado | 105 |
| 4.1.1.4 | Ranurado | 106 |
| 4.1.2 | Partes principales | 107 |
| 4.1.3 | Tipos de fresadoras | 108 |
| 4.1.3.1 | Fresadora manual | 108 |
| 4.1.3.2 | Fresadora simple | 109 |
| 4.1.3.3 | Fresadora universal | 110 |
| 4.1.3.4 | Fresadora vertical | 111 |

| | | |
|---------|---------------------------------------|-----|
| 4.1.3.5 | Fresadoras verticales | 112 |
| 4.1.3.6 | Fresadora tipo cepillo | 112 |
| 4.1.3.7 | Fresadora de tipo bancada fija | 113 |
| 4.1.3.8 | Fresadoras especiales | 114 |
| 4.1.3.9 | Fresadoras horizontales | 114 |
| 4.2 | Herramientas de corte y su aplicación | 116 |
| 4.2.1 | Operaciones de fresado | 116 |
| 4.2.2 | Tipos de fresas | 117 |
| 4.2.3 | Fresas horizontales | 121 |
| 4.2.4 | Fresas verticales | 122 |
| 4.3 | Metalurgia de las fresas | 123 |
| 4.3.1 | Materiales y aleaciones | 123 |
| 4.3.1.1 | Aceros de alto carbono | 123 |
| 4.3.1.2 | Aceros de alta velocidad | 124 |
| 4.3.1.3 | Acero de alta velocidad 18-4-1 | 124 |
| 4.3.1.4 | Acero de alta velocidad al molibdeno | 124 |
| 4.3.1.5 | Aceros rápidos superiores | 125 |
| 4.3.1.6 | Aleaciones fundidas no ferrosas | 125 |
| 4.3.1.7 | Carburos | 126 |
| 4.3.1.8 | Diamantes | 126 |
| 4.3.1.9 | Cerámica | 127 |
| 4.3.2 | Insertos | 127 |
| 4.3.2.1 | Cortador de dientes postizos | 128 |
| 4.4 | Montaje de la pieza | 129 |
| 4.4.1 | Fresado vertical | 131 |
| 4.4.2 | Fresado horizontal | 131 |
| 4.4.3 | Fresado múltiple | 132 |
| 4.4.4 | Lubricantes y refrigerantes de corte | 132 |
| 4.4.5 | Medidas de seguridad básicas | 141 |

| | | |
|---------|--------------------------------------|------------|
| 4.5 | Cabezal divisor | 142 |
| 4.5.1 | División simple | 144 |
| 4.5.2 | División compuesta | 147 |
| 4.5.3 | División diferencial | 147 |
| 4.5.4 | Fresas para engranajes | 150 |
| 4.5.5 | Fresado helicoidal | 153 |
| 4.5.6 | Cálculo del tiempo disponible | 154 |
| 4.6 | Contenido del Informe de la práctica | 155 |
| 4.6.1 | Introducción y objetivos | 155 |
| 4.6.2 | Definición de fresadora | 155 |
| 4.6.3 | Procedimientos de fresado | 155 |
| 4.6.3.1 | Uso del cabezal divisor | 155 |
| 4.6.4 | Tiempo disponible | 155 |
| 4.6.5 | Tiempo a prorratear | 156 |
| 4.6.5.1 | Tiempo accesorio | 156 |
| 4.6.5.2 | Tiempo principal | 156 |
| 4.6.5.3 | Tiempo de preparación | 156 |
| 4.6.6 | Plano del trabajo | 156 |
| 4.6.7 | Plan de trabajo | 157 |
| 4.6.8 | Gráfica | 157 |
| 4.6.9 | Conclusiones de la práctica | 157 |
| | CONCLUSIONES | 159 |
| | RECOMENDACIONES | 161 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 163 |
| | ANEXOS | 165 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Esquema con partes de un calibrador | 2 |
| 2 | Principio de funcionamiento del nonio | 3 |
| 3 | Fotografía de un nonio expresando una medida | 3 |
| 4 | Tornillo de ajuste del Vernier | 5 |
| 5 | Vernier de carátula | 5 |
| 6 | Verificación de contacto de un calibrador | 6 |
| 7 | Medición de profundidad | 7 |
| 8 | Medición de un cilindro | 7 |
| 9 | Formas de medir un cilindro | 8 |
| 10 | Forma incorrecta de medir | 8 |
| 11 | Ejemplos de medición | 9 |
| 12 | Formas para medir interiores | 9 |
| 13 | Procedimiento para medir cilindros interiores | 10 |
| 14 | Error en la toma de medida | 10 |
| 15 | Formas para medir profundidad | 11 |
| 16 | Métodos de medición correctos e incorrectos | 11 |
| 17 | No ponga objetos sobre el calibrador | 12 |
| 18 | No golpee los extremos de las quijadas | 12 |
| 19 | No mida un objeto mientras esté en movimiento | 13 |
| 20 | Diferentes tipos de lecturas | 18 |
| 21 | Partes del calibrador Palmer | 24 |
| 22 | Calibrador Palmer análogo y digital | 25 |
| 23 | Lectura de un Palmer | 26 |
| 24 | Micrómetro de profundidad | 28 |

| | | |
|----|--|----|
| 25 | Partes del micrómetro de interiores | 29 |
| 26 | Micrómetro de interiores | 30 |
| 27 | El micrómetro y sus partes (sistema internacional) | 32 |
| 28 | Lectura de un nonio sistema inglés | 31 |
| 29 | Partes de un taladro de pedestal | 41 |
| 30 | Partes básicas de una broca | 42 |
| 31 | Ángulos para filo de brocas | 42 |
| 32 | Movimientos de la broca | 44 |
| 33 | Gráfica diámetro – RPM | 46 |
| 34 | Plano de trabajo | 52 |
| 35 | Partes del torno | 64 |
| 36 | Partes básicas de una cuchilla de corte | 66 |
| 37 | Ángulos de la herramienta | 69 |
| 38 | Ángulos de la cuchilla | 70 |
| 39 | Ángulo de corte frontal y lateral | 71 |
| 40 | Filos para cilindrar | 72 |
| 41 | Formas de cuchillas para diferentes aplicaciones | 73 |
| 42 | Afilado para corte plano | 74 |
| 43 | Procesos de cilindrado exterior e interior | 80 |
| 44 | Procesos de refrentado exterior e interior | 81 |
| 45 | Procesos de torneado cónico exterior e interior | 82 |
| 46 | Angulo de inclinación en el torneado cónico | 82 |
| 47 | Operación de moleteado | 82 |
| 48 | Procesos de ranurado | 83 |
| 49 | Procesos de roscado exterior e interior | 83 |
| 50 | Diagrama del tiempo disponible | 85 |
| 51 | Elaboración de rosca externa e interna | 91 |
| 52 | Corte Húmedo soluble | 94 |
| 53 | Corte en seco | 94 |

| | | |
|----|--|-----|
| 54 | Esquema de una Fresadora | 102 |
| 55 | Forma básica del movimiento de Fresado | 103 |
| 56 | Proceso de planeado | 105 |
| 57 | Proceso de Escuadrado en la Fresadora | 105 |
| 58 | Proceso de Ranurado | 106 |
| 59 | Fresadora simple con columna y ménsula | 109 |
| 60 | Fresadora universal | 110 |
| 61 | Fresadora vertical | 111 |
| 62 | Fresadora tipo cepillo | 113 |
| 63 | Formas de fresas para diferentes aplicaciones | 119 |
| 64 | Montaje de una fresa de dientes postizos o insertos | 129 |
| 65 | Fresas elaboradas con insertos | 129 |
| 66 | Montaje de una pieza con brida y contrapunto | 130 |
| 67 | Aplicaciones de fresas en operaciones de fresado | 131 |
| 68 | Proceso de fresado horizontal | 131 |
| 69 | Fresado múltiple | 132 |
| 70 | Cabezal divisor | 142 |
| 71 | Plano del Cabezal divisor | 143 |
| 72 | Plato divisor | 145 |
| 73 | Discos de agujeros y <u>empleo</u> de la tijera en la división | 145 |
| 74 | Plano de un cabezal divisor diferencial | 150 |
| 75 | Forma de fresado de un engranaje | 152 |
| 76 | Plano para Fresado de ranuras helicoidales | 153 |
| 77 | Diagrama del tiempo disponible | 154 |

TABLAS

| | | |
|-----|--|-----|
| I | Medidas | 1 |
| II | Velocidades de corte y avance recomendados | 47 |
| III | Refrigerante y efecto en la pieza | 50 |
| IV | Plan de trabajo | 52 |
| V | Tabla comparativa con ventajas y desventajas | 115 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|------------|--------------------------------|
| m | Metro |
| kg | Kilogramo |
| s | Segundo |
| A | Amperio |
| K | Kelvin |
| mol | Mol |
| cd | Candela |
| μ | Micra |
| Hp | Caballo de Fuerza |
| RPM | Revoluciones por minuto |
| SS | Acero Rápido |
| HSS | Acero de Herramienta |
| CNC | Control Numérico Computarizado |

GLOSARIO

| | |
|-------------------|---|
| Mediciones | Es la determinación de la proporción entre la dimensión o suceso de un objeto y una determinada unidad de medida. La dimensión del objeto y la unidad deben ser de la misma magnitud. Una parte importante de la medición es la estimación de error o análisis de errores. |
| Calibrador | Es uno de los instrumentos mecánicos para medición lineal de exteriores, medición de interiores y de profundidades, más ampliamente utilizados. |
| Vernier | El Vernier o nonio que poseen los calibradores actuales permiten realizar fáciles lecturas hasta 0.05 ó 0.02 mm y de 0.001" ó 1/128" dependiendo del sistema de graduación a utilizar (métrico o inglés). Se cree que la escala Vernier fue inventada por un portugués llamado Petrus Nonius. |
| Palmer | El micrómetro (del griego micros, pequeño, y metros, medición), también llamado tornillo de Palmer, es un instrumento que sirve para medir con alta precisión del orden de una micra, equivalente a $10^{-6} \text{ m} = 10^{-3} \text{ mm}$, las dimensiones de un objeto. |
| Nonio | El nonio es un aparato destinado a la medida precisa de longitudes o de ángulos. Es empleado para la medida de longitudes, consta de una regla dividida en partes iguales. |

| | |
|---------------------|---|
| Milésima | Razón Equivalente a 1/1000 de una pulgada, la cual puede ser visible en una lectura con un equipo de precisión |
| Taladro | Término que cubre todos los métodos que existen para producir agujeros cilíndricos en una pieza con herramientas de arranque de viruta. |
| Acero | Comúnmente se entiende por acero la aleación de hierro y carbono en porcentajes adecuados. |
| Torno | Máquina-herramienta para labrar en redondo piezas de madera o metal. |
| Útil | Herramienta de corte utilizada en el trabajo de torneado también llamada buril |
| Metalurgia | Es la técnica de la obtención y tratamiento de los metales desde minerales metálicos, incluyendo la producción de aleaciones |
| Refrigerante | Se llama líquido o gas refrigerante a un compuesto químico fácilmente licuable, que se utiliza para servir de medio transmisor de calor entre otros dos en una máquina térmica, y concretamente en aparatos de refrigeración. |
| Lubricante | Una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una película que |

impide su contacto, permitiendo su movimiento, incluso, a elevadas temperaturas y presiones

Fresadora

Es una máquina-herramienta utilizada para dar formas complejas a piezas de metal u otros materiales. Son máquinas que pueden ejecutar una gran cantidad de operaciones de mecanizado, como cortes de ranuras, planificación, perforaciones, encaminado.

Fresa

Se denomina fresa a una herramienta circular, de corte múltiple, usada en máquinas fresadoras para el mecanizado de piezas. Los dientes cortantes de las fresas pueden ser rectilíneos o helicoidales, y de perfil recto o formando un ángulo determinado.

Viscosidad

Es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales, es la principal característica de la mayoría de los productos lubricantes. Es la medida de la fluidez a determinadas temperaturas.

RESUMEN

En la toma de mediciones de piezas a fabricar en las cuales se requiere un grado de exactitud grande, es necesario para obtener dicha exactitud, conocer cada instrumento de medición que vayamos a usar, para obtener resultados favorables. Entre los instrumentos a utilizar en la práctica tenemos el calibrador Vernier (Pie de Rey) y el Calibrador Palmer (micrómetro), son instrumentos que se pueden utilizar en mediciones de exteriores, interiores o de profundidad.

El calibrador Vernier es uno de los instrumentos mecánicos para medición lineal de exteriores, medición de interiores y de profundidades más ampliamente utilizados. El Vernier o nonio que poseen los calibradores actuales permiten realizar fáciles lecturas hasta 0.05 ó 0.02 m.m. y de 0.001" ó 1/128" dependiendo del sistema de graduación a utilizar (métrico o inglés).

El Calibrador Palmer es un instrumento que sirve para medir con alta precisión (del orden de una micra, equivalente a 10^{-6} m = 10^{-3} m.m.) las dimensiones de un objeto. La escala puede incluir un nonio; frecuentemente el micrómetro también incluye una manera de limitar la torsión máxima del tornillo, dado que la rosca muy fina hace difícil notar fuerzas capaces de causar deterioro de la precisión del instrumento. Los instrumentos de medición tienen su aplicación en las operaciones de mecanizado de piezas, operaciones en las cuales se debe medir constantemente para no errar en la realización del trabajo, es por ello que tiene un lugar importante en los procesos el conocimiento de los equipos que nos permitan medir, cuando manufacturamos

piezas en el torno y la fresadora, los instrumentos de medición también son de vital importancia.

En lo que respecta a la práctica de taladro es importante hacer notar que tiene diversas aplicaciones en el quehacer de una fábrica manufacturera de piezas, el taladro es una de las máquinas herramientas de mucho uso, ya que nos permite la realización de operaciones de perforado en láminas de hierro, polímeros, madera y todos aquellos materiales que lógicamente sean más blandos que la herramienta de taladrar; un ingeniero debe conocer sus aplicaciones, así como las diferentes variables que forman parte del proceso de producción de este género.

Una de las máquinas herramientas más representativas en los procesos de manufactura es el torno, el cual nos permite elaborar una diversidad de piezas generalmente cilíndricas, pero también permite que se puedan realizar otro tipo de piezas de formas rectangulares, elípticas y cuadradas, también en él se pueden manufacturar una inmensa gama de roscas tanto internas como externas, taladrados y torneados internos.

El torno es una máquina-herramienta diseñada para la producción de piezas en diversos materiales, el uso y sus aplicaciones deben ser conocidas por todo aquel ingeniero vinculado con los procesos.; las variables que se pueden medir para establecer un proceso de producción son el tiempo, la velocidad de corte, la velocidad de avance; con ello se logra que el ingeniero pueda tener un panorama y proyectar sus límites máximos y mínimos de entrega, en este manual se le dan las bases al usuario para que pueda enseñar de una manera sencilla, el uso y las aplicaciones de un torno haciendo énfasis en que un ingeniero no debe ser diestro en el uso de una máquina-

herramienta, ésta es tarea de un técnico, pero sí debe conocer lo más importante relacionado con las aplicaciones respecto de la producción.

Para complementar las aplicaciones de las máquinas herramientas citaremos una de las más importantes, la fresadora; ésta es una máquina con la cual se pueden elaborar piezas rectangulares, helicoidales, cilíndricas, roscas de diferentes tipos, y uno de los usos más frecuentes es el de la fabricación de engranajes, ésta última operación va ligada al uso de un aditamento especial llamado cabezal divisor, el cual permite la realización de divisiones exactas.

Con este accesorio se pueden elaborar fresados de forma helicoidal, auxiliándose de un tren de engranajes conectados al eje de mesa horizontal, la fresadora dispone de movimientos en los planos x , y , z , de tal forma que se puedan realizar todas las operaciones necesarias para poder fabricar las piezas encargadas. En el desarrollo industrial, en la actualidad, se cuenta con maquinaria que utiliza una computadora, la cual procesa líneas de programa, para elaborar las piezas, este tipo de máquinas se denominan C.N.C (control numérico computarizado), de tal forma que, el proceso de producción es más rápido y más exacto, esto permite poder ofertar en los mercados productos y servicios de mejor calidad.

OBJETIVOS

General

Generar un manual que permita el trabajo homogéneo relativo al aprendizaje y la enseñanza de las prácticas de laboratorio de procesos de manufactura I, el cual sea utilizado como guía para el desarrollo de las mismas, por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial.

Específicos.

1. Facilitar al profesor que imparte el curso de laboratorio de procesos de manufactura 1, la forma de enseñar de una manera dinámica, apegada al contenido programático del curso teórico.
2. Guiar al estudiante y darle una enseñanza más directa para que conozca las diferentes aplicaciones de los instrumentos de medición, así como las máquinas-herramientas.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de los procesos de manufactura es importante aprender y comprender las diversas fases de operación para la fabricación de partes mecánicas, repuestos y accesorios.

Estas fases se deben orientar a las formas de producción en la industria y al diseño de las mismas; en el laboratorio de procesos de manufactura es de vital importancia tener un manual que nos facilite el aprendizaje de los sistemas de medición, así como la planificación para las operaciones de maquinado.

El aprendizaje del uso de las máquinas y su forma de operación debe orientarse a poder calcular fases de operación, tiempos de trabajo, preparación de los materiales y los ensayos pertinentes para no fallar en el desarrollo de la producción de diferentes piezas.

Por ello es importante que los docentes que imparten el laboratorio del curso de procesos de manufactura 1, cuenten con una guía que permita la unificación de las prácticas, las cuales deben tener congruencia con el contenido de los programas con los que se imparten las clases magistrales.

1. PRÁCTICA DE MEDICIONES

1.1 Sistemas de medida.

El sistema Inglés de unidades es el conjunto de las unidades no métricas que se utilizan actualmente en los Estados Unidos y en muchos territorios de habla inglesa (como en el Reino Unido), pero existen discrepancias entre los sistemas de Estados Unidos e Inglaterra, e incluso sobre la diferencia de valores entre otros tiempos y ahora. Este sistema se deriva de la evolución de las unidades locales a través de los siglos, y de los intentos de estandarización en Inglaterra. Las unidades mismas tienen sus orígenes en la antigua Roma. Hoy en día, estas unidades están siendo lentamente reemplazadas por el Sistema Internacional de Unidades, aunque en Estados Unidos la inercia del antiguo sistema y el alto costo de migración ha impedido en gran medida el cambio.

Tabla I. Medidas

| Magnitud | Nombre | Símbolo |
|-----------------------------------|---------------|----------------|
| Longitud | metro | m |
| Masa | kilogramo | Kg. |
| Tiempo | segundo | s |
| Intensidad de corriente eléctrica | ampere | A |
| Temperatura termodinámica | kelvin | K |
| Cantidad de sustancia | mol | mol |
| Intensidad luminosa | candela | cd |

La unidad de medida de longitud fue establecida en 1983, en la 17ª Conferencia General de Pesas y Medidas. El metro es la longitud del trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de $1/299\,792\,458$ de segundo.

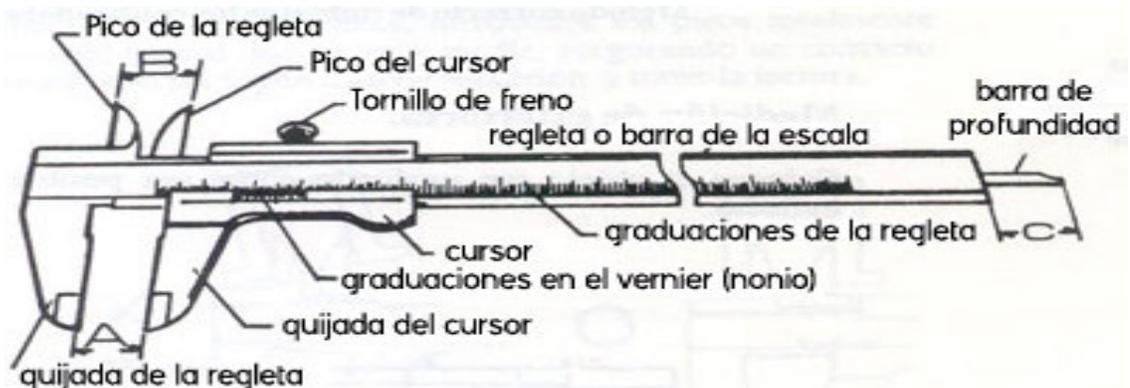
1.2 Descripción de los Instrumentos.

Vernier o pié de rey.

El pie de rey o calibrador es el instrumento de medida lineal más popular que podemos encontrar en cualquier taller mecánico. Permite obtener de forma sencilla, mediante un sistema de regleta móvil, medidas interiores, exteriores y de profundidad.

La invención de la escala móvil (o nonio) opuesta a una escala fija, permitiendo aumentar la medida en un orden de magnitud, se debe al portugués Pedro Nunes, en latín Petrus Nonius, (1492-1577), que había diseñado un sistema para medir fracciones de grado en dos instrumentos náuticos de altura, el astrolabio y el cuadrante. Basándose en ese sistema, el matemático francés Pierre Vernier (1580-1637) inventó el actual pie de rey, un ingenioso dispositivo que consiste en una escala pequeña, con diez divisiones, que puede desplazarse a lo largo de una escala fija, graduada con nueve divisiones equivalentes.

Figura 1. Partes del calibrador vernier



1.3 Componentes del pié de rey

El calibre es un aparato empleado para la medida de espesores y diámetros interiores y exteriores. Consta de una regla provista de un nonio.

El nonio es un aparato destinado a la medida precisa de longitudes o de ángulos. El empleado para la medida de longitudes consta de una regla dividida en partes iguales, sobre la que desliza una reglilla graduada (nonio) de tal forma que $n-1$ divisiones de la regla se dividen en n partes iguales del nonio. Si D es la longitud de una de las divisiones de la regla, la longitud de una división de nonio es $d=D(n-1)/n$.

Se llama precisión p a la diferencia entre las longitudes de una división de la regla y otra del nonio. Su valor es:

$$p = D - d = D - \frac{D(n-1)}{n} = \frac{Dn - D(n-1)}{n} = \frac{D}{n}$$

así, si cada división de la regla tiene por longitud un milímetro, y se han dividido nueve divisiones de ella en diez del nonio, la precisión es de 1/10 de mm (nonio decimal).

Figura 2. Principio de funcionamiento del nonio

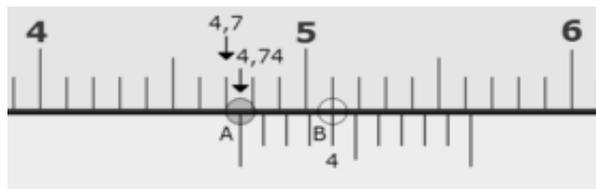
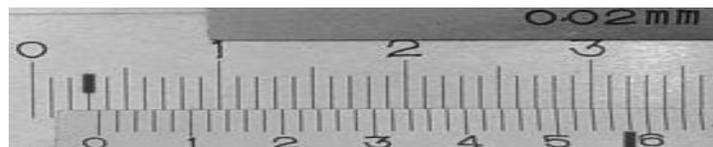


Figura 3. Fotografía de un nonio, indicando una medida de $3+(0,02*29) = 3,58$



Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. Permite apreciar longitudes de 1/10, 1/20 y 1/50 de milímetro utilizando el nonio.

Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo permite medir dimensiones internas y profundidades.

Posee dos escalas: la inferior milimétrica y la superior en pulgadas.

En el sistema ingles de pulgadas fraccionarias la menor fracción es de 1/16 y en el nonio tiene 8 divisiones de 1/128

$$S = (1/16")/8 \rightarrow S = (1/16") \cdot (1/8) \rightarrow S = 1/128"$$

El calibre, también denominado cartabón de corredera o pie de rey, es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros (1/10 de milímetro o hasta 1/20 de milímetro).

En la escala de las pulgadas tiene divisiones equivalentes a 1/16 de pulgada y en su nonio de 1/128 de pulgadas. Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo permite medir dimensiones internas y profundidades. Posee dos escalas: la inferior milimétrica y la superior en pulgadas.

La regleta (o escala principal) está graduada en milímetros ó 0.5 mm. si es bajo el sistema métrico o en dieciseisavos o cuarentavos de una pulgada si es bajo el sistema inglés. El Vernier (nonio o escala) en el cursor, permite lecturas abajo de los siguientes decimales.

a) Sistema métrico 1/20 mm ó 1/50 mm

b) Sistema inglés 1/128 pulg. ó 1/1000 pulg.

Las siguientes longitudes de calibradores se usan ampliamente:

1.-Sistema métrico 150 mm, 200 mm, 300 mm

2.-Sistema inglés 6 pulg., 8 pulg., 12 pulg.

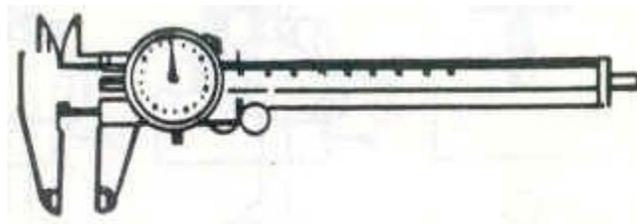
Este calibrador está equipado con un Botón en lugar del tradicional tornillo de freno. Si el botón se oprime, el cursor puede deslizarse a lo largo de la regleta, cuando el botón se suelta, el cursor se detiene automáticamente.

Figura 4. Tornillo de Ajuste del Vernier



Este tipo está equipado con un tornillo de ajuste el cual se utiliza para mover el cursor lentamente cuando se usa como un calibrador fijo, este tipo permite el ajuste fácil del cursor.

Figura 5. Vernier de Carátula



Este tipo llamado calibrador de carátula está equipado con un indicador de carátula en lugar de un nonio para permitir la lectura fácil de la escala.

1.4 Uso y aplicaciones del calibrador vernier.

Aplicación.

Calibre de precisión utilizado en mecánica por lo general, se emplea para la medición de piezas que deben ser fabricadas con la tolerancia mínima posible. Las medidas que toma pueden ser las de exteriores, interiores y de profundidad.

1.4.1 Precauciones al medir.

Verifique que el Calibrador no este Dañado.

Si el calibrador es manejado frecuentemente con rudeza, se inutilizará antes de completar su vida normal de servicio, para mantenerlo siempre útil no deje de tomar las precauciones siguientes:

- 1) Antes de efectuar las mediciones, limpie de polvo y suciedad las superficies de medición, cursor y regleta, particularmente remueva el polvo de las superficies deslizantes; ya que el polvo puede obstruir a menudo el deslizamiento del cursor.
- 2) Cerciórese que las superficies de medición de las quijadas y los picos estén libres de dobleces o despostilladuras.
- 3) Verifique que las superficies deslizantes de la regleta estén libres de daño.

Para obtener mediciones correctas, verifique la herramienta acomodándola como sigue:

- 1) Esté seguro de que cuando el cursor está completamente cerrado, el cero de la escala de la regleta y del nonio estén alineados uno con otro, también verifique las superficies de medición de las quijadas y los picos como sigue:
 - Cuando no pasa luz entre las superficies de contacto de las quijadas, el contacto es correcto.
 - El contacto de los picos es mejor cuando una banda uniforme de luz pasa a través de las superficies de medición.

Figura 6. Verificación de Contacto de un calibrador



2) Coloque el calibrador hacia arriba sobre una superficie plana, con el medidor de profundidad hacia abajo, empuje el medidor de profundidad, si las graduaciones cero en la regleta y la escala del nonio están desalineados, el medidor de profundidad está anormal.

3) Verifique que el cursor se mueva suavemente pero no holgadamente a lo largo de la regleta.

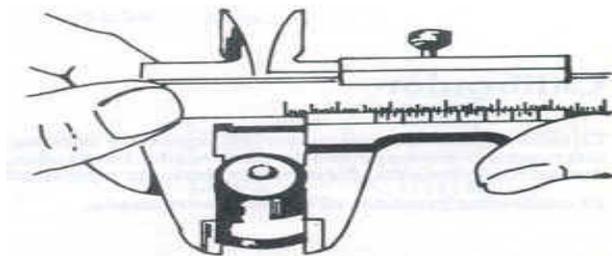
Figura 7. Medición de Profundidad



Ajuste el calibrador correctamente sobre el objeto medido.

Coloque el objeto sobre el banco y médalo, sostenga el calibrador en ambas manos, ponga el dedo pulgar sobre el botón y empuje las quijadas del nonio contra el objeto a medir, aplique sólo una fuerza suave.

Figura 8. Medición de un Cilindro

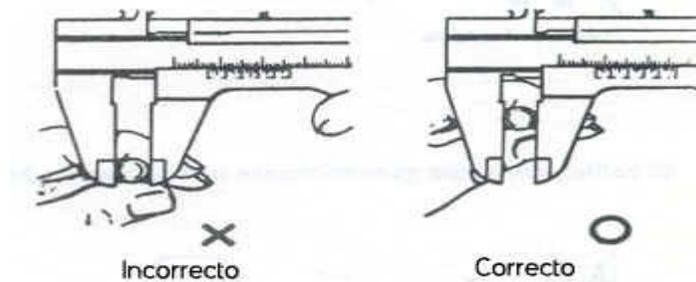


Método correcto de manejar los calibradores

Medición de exteriores.

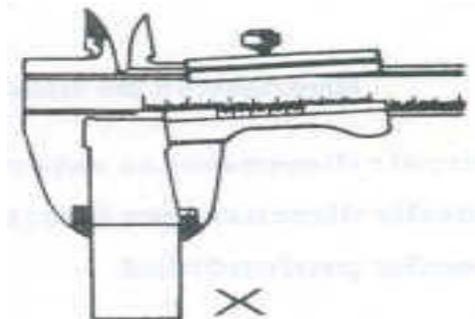
Coloque el objeto tan profundo como sea posible entre las quijadas.

Figura 9. Formas de medir un cilindro



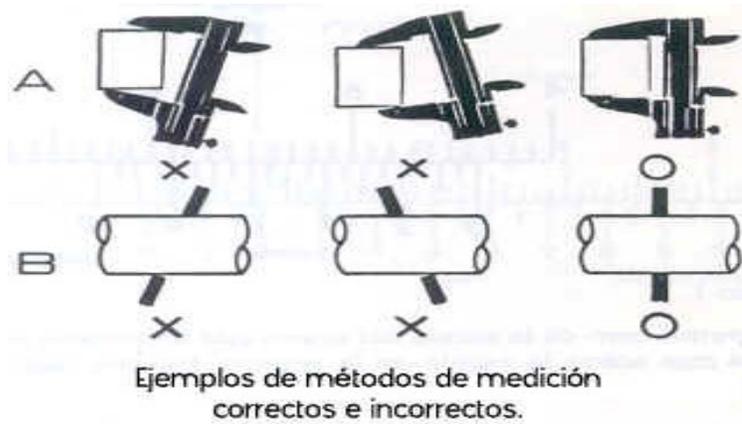
Si la medición se hace al extremo de las quijadas, el cursor podría inclinarse resultando una medición inexacta.

Figura 10. Forma incorrecta de medir



Sostenga el objeto a escuadra con las quijadas como se indica en (A) y (B), de otra forma, no se obtendrá una medición correcta.

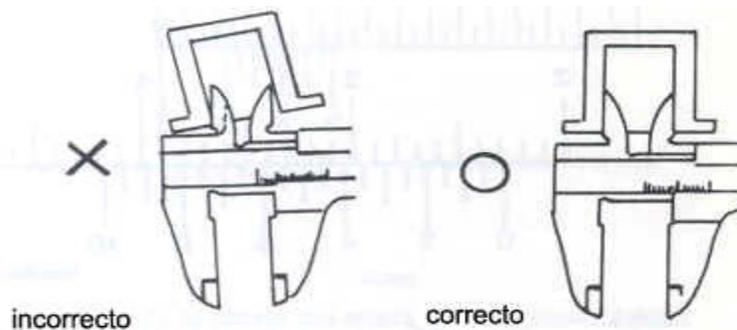
Figura 11. Ejemplos de medición



Medición de interiores.

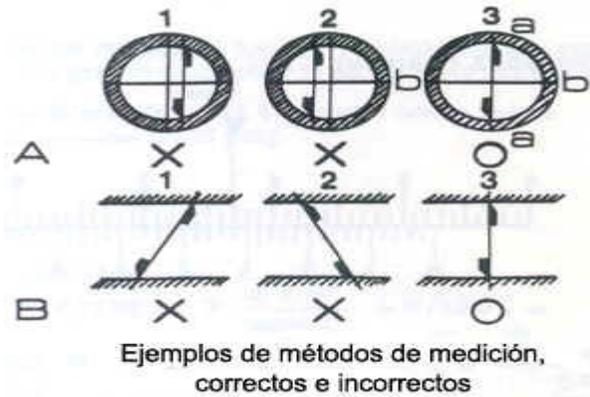
En esta medición es posible cometer errores a menos que se lleve a cabo y cuidadosamente, introduzca los picos totalmente dentro del objeto que se va a medir, asegurando un contacto adecuado con las superficies de medición y tome la lectura.

Figura 12. Forma para medir interiores



Al medir el diámetro interior de un objeto, tome el valor máximo (A-3) al medir el ancho de una ranura tome el valor mínimo (B-3).

Figura 13. Procedimiento para medir cilindros interiores

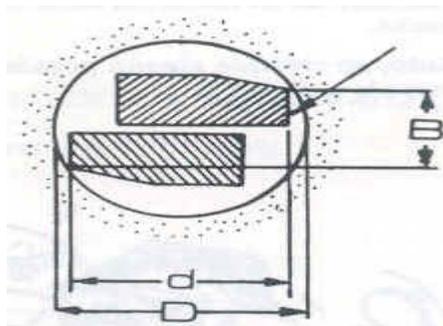


Es una buena práctica medir en ambas direcciones a-a y b-b en A-3 para asegurar una correcta medición.

Medición de agujeros pequeños.

La medición de pequeños diámetros interiores es limitada, estamos expuestos a confundir el valor aparente "d" con el valor real "D"

Figura 14. Error en la toma de medida



El mayor valor "B" en la figura o el menor valor "D" es el error.

Medición de profundidad.

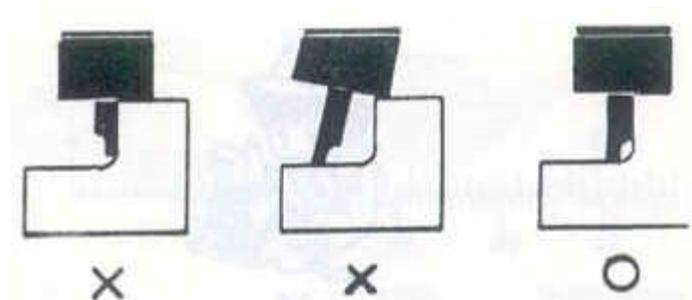
En la medición de la profundidad, no permita que el extremo del instrumento se incline, no deje de mantenerlo nivelado.

Figura 15. Formas para medir profundidad



La esquina del objeto es más o menos redonda, por lo tanto, gire el resaque de la barra de profundidad hacia la esquina.

Figura 16. Métodos de medición, correctos e incorrectos



Guarde adecuadamente el calibrador.

Cuando se usa el calibrador, la superficie de la escala se toca a menudo con la mano, por lo tanto después de usarlo, limpie la herramienta frotándola con un trapo, y aplique aceite a las superficies deslizantes de medición antes de poner el instrumento en su estuche.

Tenga cuidado, no coloque ningún peso encima del calibrador, podría torcerse la regleta.

Figura 17. No ponga objetos sobre el calibrador



No golpee los extremos de las quijadas y/o picos ni los utilice como martillo.

Figura 18. No golpee los extremos de las quijadas



No utilice el calibrador para medir algún objeto en movimiento.

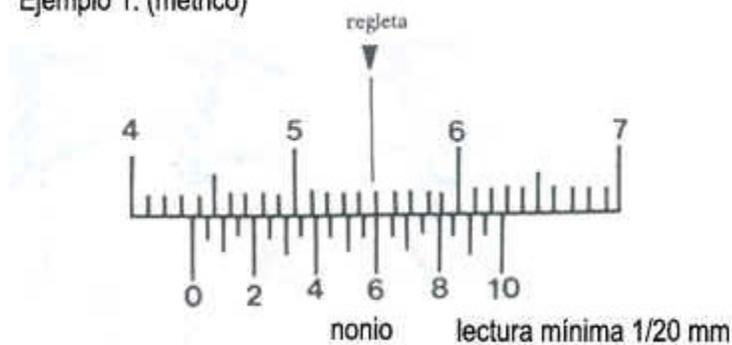
Figura 19. No mida un objeto mientras esté en movimiento.



1.4.2 Cómo leer el calibrador en el Sistema Internacional

Ejemplo 1. (métrico)

Ejemplo 1. (métrico)



Paso 1.

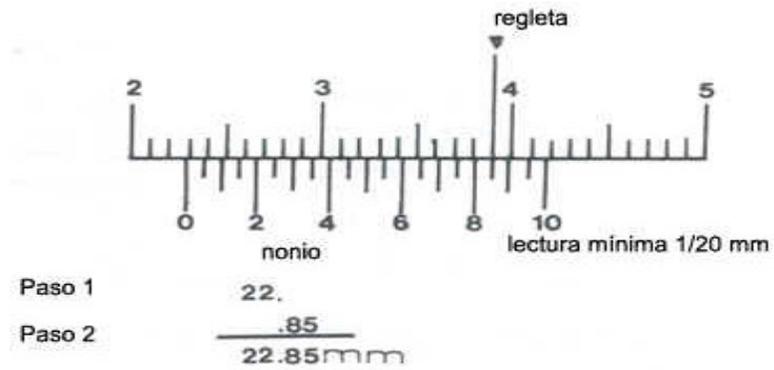
El punto cero de la escala del nonio está localizado entre 43 mm. y 44 mm. sobre la escala de la regleta. En este caso lea 43 mm primero.

Paso 2.

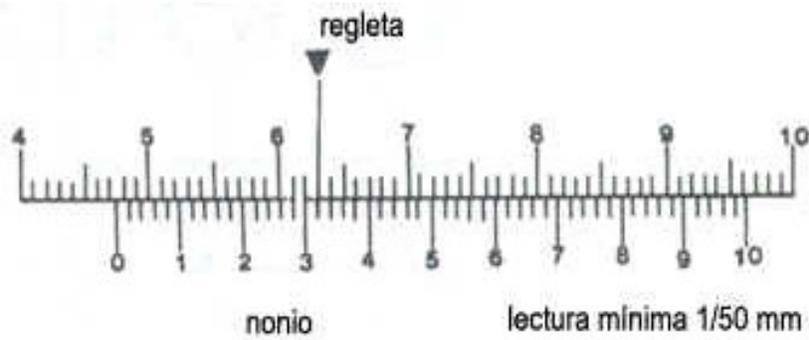
Sobre la escala del nonio, localice la graduación en la línea con la graduación de la escala de la regleta. Esta graduación es de "6" .6 mm

Paso final: $43 + .6 = 43.6$ mm

Ejemplo 2. (métrico)



Ejemplo 3. (métrico)

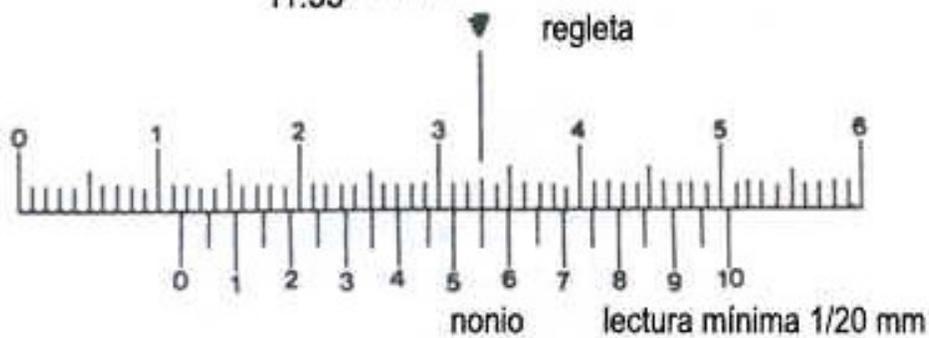


Ejemplo4. (métrico)

Paso 1. 11

Paso 2. $\frac{.55}{}$

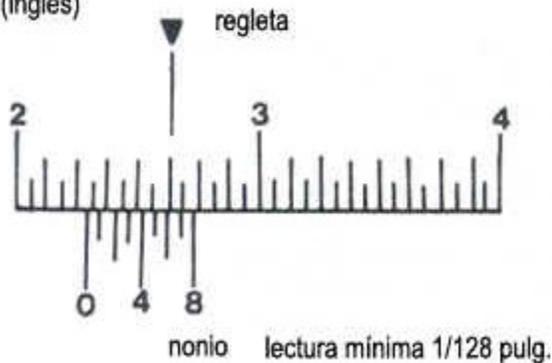
11.55 mm



1.4.3. Cómo leer el calibrador en Sistema Inglés

Ejemplo 1. (inglés)

Ejemplo 1. (inglés)



Paso I.

El punto cero de la escala del nonio está localizado entre $2 \frac{4}{16}$ pulg., y $2 \frac{5}{16}$ pulg., sobre la escala de la regleta.

En este caso, lea $2 \frac{4}{16}$ pulg., primero $2 \frac{4}{16}$ pulg.

Paso II.

Sobre la escala del nonio, localice la graduación la cual está en línea con una graduación sobre la escala de la regleta.

Esta graduación es "6", este 6 sobre el nonio indica 6/128 pulg.-----> 128/ pulg.

Paso Final.

Paso I + paso II

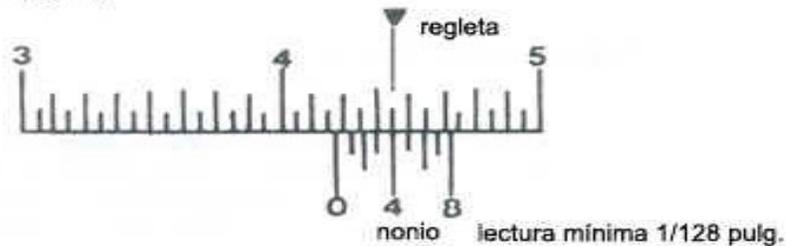
$$2 \frac{4}{16} + \frac{6}{128} = 2 \frac{4 \times 8}{16 \times 8} + \frac{6}{128} =$$

$$2 \frac{32}{128} + \frac{6}{128} = 2 \frac{38}{128} \left[\begin{array}{c} 19 \\ 2 \frac{38}{128} \\ 64 \end{array} \right] =$$

$$2 \frac{19}{64}$$

La lectura correcta es 2 19/64 pulg.

Ejemplo 2. (inglés)



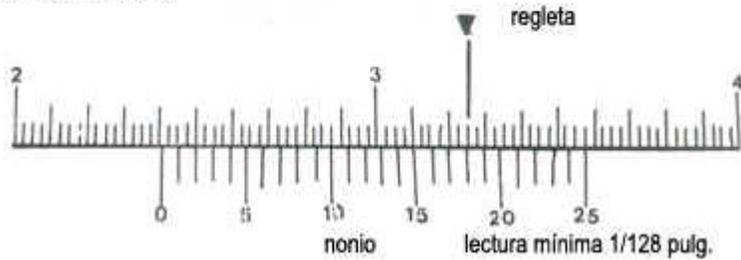
Paso I + Paso II

$$4 \frac{3}{16} + \frac{4}{128} = 4 \frac{24}{128} + \frac{4}{128} = 4 \frac{28}{128}$$

$$= 4 \frac{7}{32}$$

La lectura correcta es: 4 7/32 pulg.

Ejemplo 3. (inglés)



Paso I

Leemos 2.400 pulg., primero

Paso II

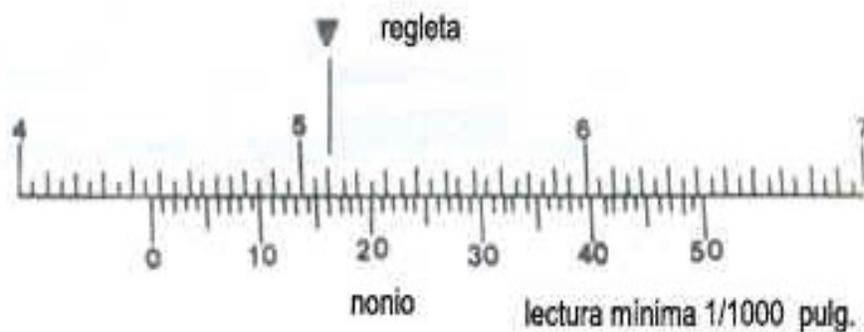
La graduación 18 sobre la escala del nonio está en línea con una graduación de la escala de la regleta, esta lectura es 18 pulg/ 1000 ó 0.018 pulg.

Paso I + Paso II = 2.400 + 0.018

= 2.418 pulg.

La lectura correcta es 2.418 pulg.

Ejemplo 4. (inglés)



Paso I + paso II = 4.450 + 0.016 = 4.466 pulg.

La lectura correcta es: 4.466 pulg.

Existen en el mercado calibres de pie de rey de tres tipos, los de lectura grabada directa, los de lectura con reloj analógico y los de lectura digital.

Figura 20. Diferentes tipos de lecturas



Lectura analógica



Lectura directa



Lectura digital

1.4.4 Clasificación de los diferentes tipos de calibradores y aplicaciones

CALIBRADORES PARA TRABAJO PESADO CON AJUSTE FINO

Se diseñan de modo que los palpadores puedan medir superficies externas solamente, o bien permitir solo mediciones internos con un rango útil desde 600 hasta 2000 mm cuenta con un mecanismo de ajuste para el movimiento fino del cursor.

CALIBRADOR CON PALPADOR AJUSTABLE O DE PUNTAS DESIGUALES

Este tipo de calibrador facilita mediciones en planos a diferente nivel en piezas escalonados donde no se puedan medir con calibradores estándar, cuenta con un mecanismo de ajuste vertical de la punta de medición.

CALIBRADOR CON PALPADOR AJUSTABLE Y PUNTAS CÓNICAS

Este diseño permite realizar mediciones de distancias entre centros, o de borde a centro que se encuentren en un mismo plano o en planos desiguales.

CALIBRADOR CON PUNTAS DELGADAS PARA RANURAS ESTRECHAS

Las puntas delgadas y agudas facilitan el acceso a ranuras angostas, permitiendo hacer mediciones que con un calibrador de tipo estándar no podrían realizarse.

CALIBRADOR PARA ESPESORES DE PAREDES TUBULARES

Estos calibradores tienen un palpador cilíndrico para medir el espesor de la pared de tubos de diámetro interior mayores de 3 mm, el palpador se acopla perfectamente a la pared interna del tubo facilitando y haciendo más confiable la medición.

CALIBRADOR DE BAJA PRESIÓN CON FUERZA CONSTANTE

Estos calibradores son utilizados para medir materiales fácilmente deformables cuentan con una unidad sensora que sirve para regular una presión baja y constante de los palpadores sobre la pieza a medir.

CALIBRADOR CON INDICADOR DE CUADRANTE O CARÁTULA

En este calibrador se ha sustituido la escala del vernier por un indicador de cuadrante o carátula operado por un mecanismo de piñón y cremallera logrando que la resolución sea aún mayor logrando hasta lecturas de 0.01 mm. Se disponen de calibradores desde 100 mm, hasta 2000 mm y excepcionalmente aún más largos.

CALIBRADOR PARA PROFUNDIDADES

Está diseñado para medir profundidades de agujeros, ranuras y escalones, también puede medir distancias referidos y perpendiculares o una superficie plana del objeto. Operan con el mismo principio que los calibradores de tipo estándar, su sistema de graduación y construcción son básicamente

iguales, el cursor de estos calibradores está ensamblado con un brazo transversal que sirve como apoyo al instrumento sobre la superficie de referencia de la pieza que se desea medir, pueden o no, tener el mecanismo de ajuste fino, la carátula o la graduación vernier.

CALIBRADORES ELECTRODIGITALES

Estos calibradores utilizan un sistema de deflexión de desplazamiento de tipo capacitancia, tienen el mismo tamaño, peso y rango de medición que los vernier estándar, son de fácil lectura y operación, los valores son leídos en una pantalla de cristal líquido (LCD), con cinco dígitos y cuentan con una resolución de 0.01 mm, que es fácil de leer y libre de errores de lectura.

Cuentan con una gran variedad de unidades de transmisión de datos que envían las mediciones a una computadora central para la administración y almacenamiento de centralizado de datos, su software disponible realiza cálculos estadísticos para la elaboración de diagramas y cartas de control X-R para control estadístico de proceso.

MEDIDORES DE ALTURA

Los medidores de altura se utilizan principalmente para marcar distancias verticales, trazar y medir diferencias en alturas entre planos a diferentes niveles, este dispositivo cuenta con un solo trazador o palpador la superficie sobre la cual se apoya normalmente es una mesa de granito o una superficie metálica, la cual actúa como plano de referencia para realizar las mediciones Existe una clasificación de cuatro tipos de medidores de altura:

- a) Con vernier
- b) Con carátula
- c) Con carátula y contador
- d) Electro digital

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La forma de graduación dependiendo de[sistema métrico o inglés es exactamente igual a los calibradores Vernier, de igual manera, la forma de interpretar los valores de una magnitud en sus escalas depende del desplazamiento del cursor sobre la escala principal. A diferencia de los calibradores, los medidores de altura tienen un solo palpador y la superficie (mesa de trazado o base de granito) en la cual descansa la base del instrumento actúa como plano de referencia. En un calibrador vernier sería el palpador fijo.

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIDORES DE ALTURA

Se utilizan principalmente para medir distancias verticales, trazar y medir diferencias de alturas entre planos a diferentes niveles, las aplicaciones se realizan colocando al medidor de alturas un trazador o un indicador de cuadrante con palpador orientable.

Los trazadores se utilizan principalmente para marcar, pero también es posible medir distancias entre planos a diferentes niveles apoyando la pieza a medir sobre la superficie de granito. En el caso de los indicadores de cuadrante con palpador orientable adoptados al medidor de alturas tienen por objeto realizar mediciones comparativas, transportar medidas y medir diferencias de alturas entre planos.

CARACTERÍSTICAS

Existen diferentes tipos de medidores de altura con diferentes características en base al diseño y a las normas con los que se fabrican:

- 1 La construcción de los medidores de altura es robusta como consecuencia de que la superficie de granito no está integrado al instrumento, se requiere mantener estabilidad en la perpendicularidad de la escala principal con el plano de referencia.

2) La mayoría de los medidores de altura la escala principal es ajustable, esto facilita la compensación del desgaste del trazador y el ajuste a cero en cualquier punto de referencia.

3) La base y la superficie de medición son templados rectificadas y micro pulidas.

4) En general se puede decir que el acabado de las escalas es de cromo satinado lo cual evita la reflexión de la luz que lastime la vista.

El procedimiento para leer las escalas de los medidores de altura es igual al de los calibradores vernier, tanto en la escala métrica como en la escala inglesa.

CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MEDIDORES DE ALTURA

Existen diversos tipos de medidores de altura pero solo difieren por sus características de construcción que facilitan o hacen más confiable su utilización, pero sus aplicaciones son las mismas.

MEDIDOR DE ALTURA CON CARÁTULA

La principal desventaja del medidor de altura con vernier es que la lectura requiere de mucho tiempo y que se inducen errores de paralaje por no leer la escala directamente de frente, el medidor de altura de carátula resuelve este problema.

MEDIDORES DE ALTURA ELECTRODIGITALES

Existen dos tipos de medidores de altura electrodigitales, uno de ellos utiliza un codificador rotatorio para detectar el desplazamiento y tiene doble columna, el otro utiliza el detector de desplazamiento tipo capacitancia y cuenta con una sola columna de sección rectangular.

Las características de los medidores de altura electro digitales son:

- 1) Los valores medidos se muestran en una pantalla de cristal líquido de modo que pueden obtenerse lecturas rápidas y libres de error.
- 2) Pueden medir y trazar con una legibilidad de 0.001 mm.
- 3) La autocalibración a cero permite fijar el punto a medir donde se desee, lo cual elimina la necesidad de calcular diferencias de altura.
- 4) Funciona con baterías para operarlo libremente.
- 5) Cuenta con la función de mantener datos facilitando ciertas operaciones de medición cuando las mediciones no son fáciles de leer por las posiciones en que se efectúan.

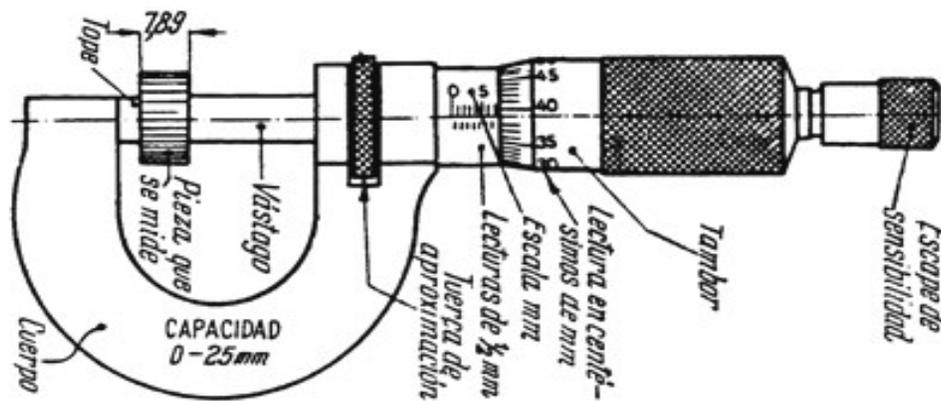
1.5 Calibrador Palmer o micrómetro.

El micrómetro (del griego micros, pequeño, y metros, medición), también llamado tornillo de Palmer, es un instrumento que sirve para medir con alta precisión (del orden de una micra, equivalente a 10^{-6} m = 10^{-3} mm) las dimensiones de un objeto. Para ello cuenta con dos puntas que se aproximan entre sí mediante un tornillo de rosca fina, el cual tiene grabado en su contorno una escala. La escala puede incluir un nonio. Frecuentemente el micrómetro también incluye una manera de limitar la torsión máxima del tornillo, dado que la rosca muy fina hace difícil notar fuerzas capaces de causar deterioro de la precisión del instrumento.

El micrómetro, basado en el concepto de medir un objeto utilizando una rosca de tornillo, un concepto que utilizó por vez primera en la historia el inglés William Gascoigne (1619-1644) para efectuar mediciones astronómicas. Sin embargo, la aplicación mecánica del calibre de tornillo no se produjo hasta 1797, cuando el pionero en la fabricación de tornos, Henry Maudslay diseñó un micrómetro, fabricado en 1800, y conocido como “Lord Chancellor”, que permitía medir hasta la diezmilésima de pulgada. De hecho, la necesidad de obtener medidas tan precisas no surgió hasta el momento en que la

intercambiabilidad de piezas, especialmente en las armas, empezó a exigir tolerancias mínimas en la fabricación de estas. Esta fue a su vez la causa del desarrollo, en esas mismas fechas, del sistema métrico decimal.

Figura 21. Partes del calibrador Palmer.



1.6 Uso y aplicaciones.

Tiene como base un tornillo micrométrico. El palmer es un instrumento de suma importancia, ya que con él se pueden hacer mediciones muy pequeñas con exactitud. Se usa para medir el grosor de láminas metálicas muy finas. Un Micrómetro es un instrumento que se usa para medir pequeñas distancias precisas. Este puede medir con una precisión de 0-01mm. Un micrómetro consiste de una estructura de acero en forma de semicírculo. Sujutando a un final de este semicírculo hay una pequeña estructura de yunque. El otro extremo del marco esta extendido hacia fuera. Una pieza de metal con la forma de un cilindro de caja sobre delante de esta extensión.

Un micrómetro trabaja parecido a un tornillo, da vuelta una vez en una tuerca estacionada, esta avanzará una distancia pequeña. Esta distancia es idéntica a la preparada en el hilo de la tuerca. Nos permite graduarlo en 0-025", si el husillo gira una revolución de distancia que se mueva hacia delante es de 0-025".

La micra es la unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro. Se abrevia μm , y es también conocido como micra, abreviado μ .

$$1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$$

Otras equivalencias

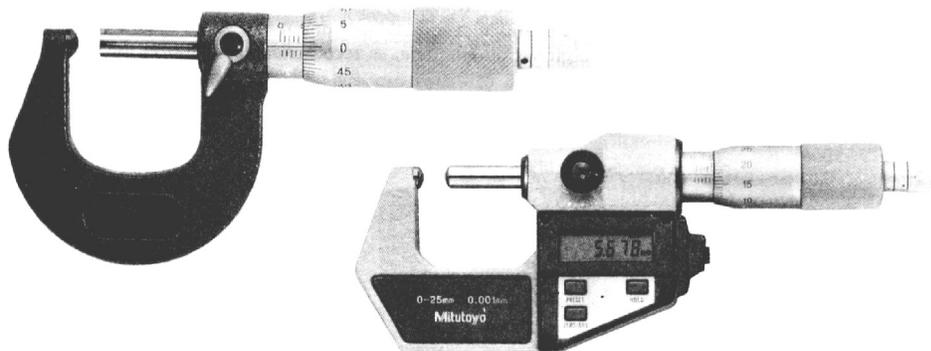
$$1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m}$$

$$1 \mu\text{m} = 1000 \text{ nm}$$

$$1 \text{ heit} = 0.01 \mu\text{m}$$

Uno de los instrumentos que se utiliza con mayor frecuencia en la industria para medir el espesor de objetos pequeños, metalmecánica es el micrómetro. El concepto de medir un objeto utilizando una rosca de tornillo se remonta a la era de James Watt. Durante el siglo pasado se logró que el micrómetro diera lecturas de 0.001 pulgadas.

Figura 22. Calibrador Palmer análogo y digital

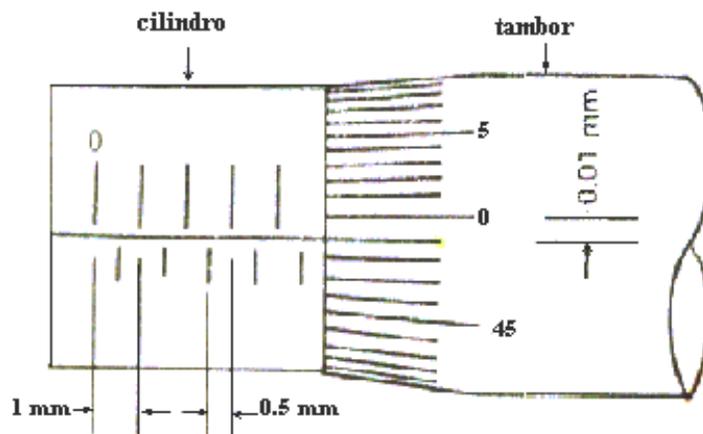


El micrómetro es un dispositivo que mide el desplazamiento del husillo cuando este es movido mediante el giro de un tornillo, lo que convierte el movimiento giratorio del tambor en el movimiento lineal del husillo. El desplazamiento de éste amplifica la rotación del tornillo y el diámetro del tambor. Las graduaciones alrededor de la circunferencia del tambor permiten leer un cambio pequeño en la posición del husillo.

Lectura del calibrador palmer (micrómetro)

Para el micrómetro estándar en milímetros nos referimos a la figura. Para lecturas en centésimas de milímetro primero tome la lectura del cilindro (obsérvese que cada graduación corresponde a 0.5 mm) y luego la del tambor, sume las dos para obtener la lectura total.

Figura 23. Lectura en un Palmer



- Lectura sobre el cilindro 4.0
- Lectura entre el 4 y el borde del tambor 0.5
- Línea del tambor que coincide con el cilindro 0.49

Lectura total: 4.99 mm.

Note que el tambor se ha detenido en un punto más allá de la línea correspondiente a 4mm. Note también que una línea adicional (graduación de 0.5 mm) es visible entre la línea correspondiente a 4mm y el borde del tambor, el micrómetro para medidas exteriores es un aparato formado por un eje móvil con una parte roscada, al extremo de la cual va montado un tambor graduado; haciendo girar el tambor graduado se obtiene el movimiento del tornillo micrométrico y por consiguiente el eje móvil, que va a apretar la pieza contra el punto plano. Sobre la parte fija, que está solidaria al arco, va marcada la escala lineal graduada en milímetros o pulgadas.

- 1) A Punto fijo plano.
- 2) Eje móvil, cuya punta es plana y paralela al punto fijo.
- 3) Cuerpo graduado sobre el que está marcada una escala lineal graduada en mm y $\frac{1}{2}$ mm.
- 4) Tornillo solidario al eje móvil.
- 5) Tambor graduado.
- 6) Dispositivos de bloqueo, que sirven para fijar el eje móvil en una medida
- 7) patrón y poder utilizar el micrómetro de calibre pasa, no pasa.
- 8) Embrague, este dispositivo consta de una rueda moleteada que actúa por fricción. Sirve para impedir que la presión del eje móvil sobre la pieza supere el valor de 1 Kg/cm^2 , ya que una excesiva presión contra la pieza pueda dar lugar a medidas erróneas. A diferencia del vernier hay un micrómetro para cada sistema de unidades.

El micrómetro presenta dos graduaciones para la lectura del milímetro y la centésima de milímetro. La rosca del tornillo micrométrico tiene un paso de 0,5 mm. Por tanto con un giro completo del tornillo, el tambor graduado avanza o retrocede 0,5 mm. La extremidad cónica del tambor está dividida en 50 partes de otra graduación. Por tanto la apreciación se hace en este caso dividiendo el paso entre 50 partes; sería $0,5 : 50 = 0,01 \text{ mm}$. Girando el tambor, el cuerpo graduado en centésimas, el eje móvil y el embrague van corriendo por la escala graduada fija. El milímetro y el medio milímetro se leen sobre la graduación lineal fija que está en correspondencia con la graduación de la parte cónica del tambor graduado.

El Micrómetro de profundidades

El micrómetro de profundidad sirve para comprobar la medida de la profundidad del agujero, acanaladuras, etc. Se diferencia del micrómetro para medidas externas en que se sustituye el arco por un puente aplicado a la

cabeza del micrómetro. El campo de medida de este instrumento es de 25 mm y su aproximación es de 0,01 mm. Las partes fundamentales son:

Puente de acero. La anchura puede variar de 50 a 100 mm.

Plano de apoyo.

Eje móvil.

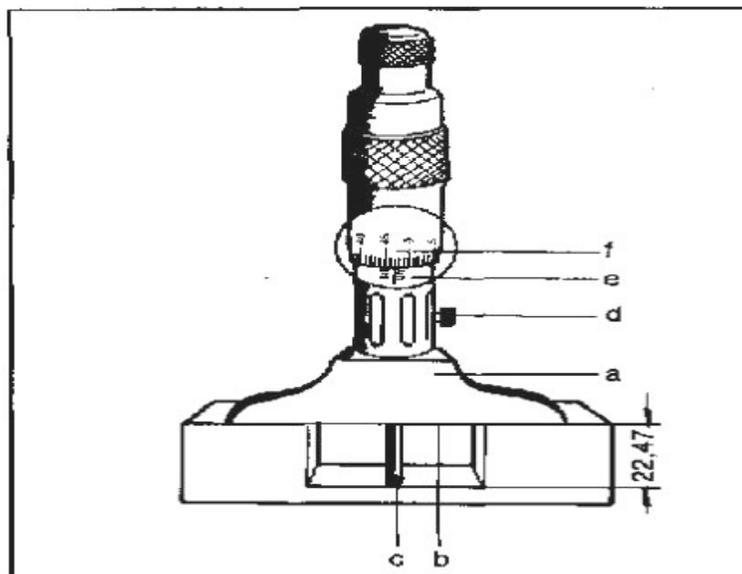
Dispositivo de bloqueo.

Cuerpo graduado.

Tambor graduado.

Para aumentar la capacidad de lectura, el micrómetro de profundidad dispone de unos ejes de medidas variables que son intercambiables. La figura, indica un ejemplo de medida con micrómetro de profundidad. Para que la medida sea correcta es indispensable que el plano del puente del micrómetro se adapte perfectamente a la superficie de la pieza, y con la mayor zona de contacto posible.

Figura 24. Micrómetro de Profundidad

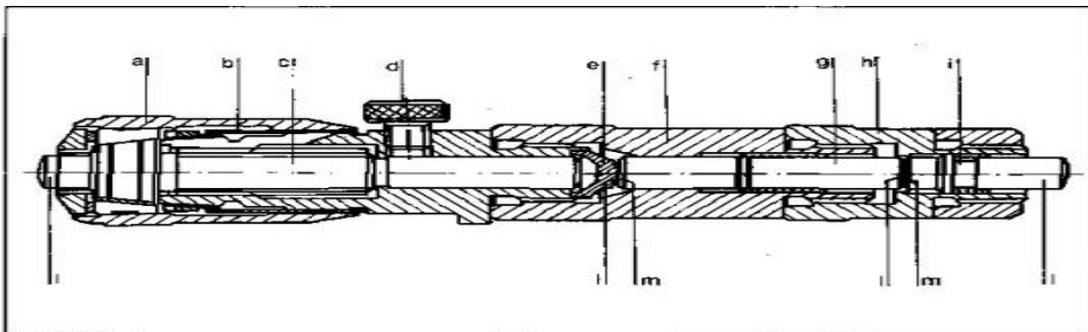


Micrómetro de interiores.

El micrómetro para interiores sirve para medir el diámetro del agujero y otras cotas internas superiores a 50 mm. Está formado por una cabeza micrométrica sobre la que pueden ser montados uno o más ejes combinables de prolongamiento. La figura. Muestra las partes principales del micrómetro:

- a) Tambor graduado.
- b) Cuerpo graduado.
- c) Tornillo micrométrico.
- d) Dispositivo de bloqueo.
- e) Punta fija de la cabeza micrométrica.
- f) Primer tubo de prolongamiento, atornillado directamente sobre la cabeza.
- g) Eje que se atornilla por el interior del primer tubo de prolongamiento.
- h) Segundo tubo de prolongamiento atornillado sobre el primer tubo.
- i) Eje atornillado por el interior del primer tubo.
- j) Extremidad esférica.
- k) Extremidad plana.

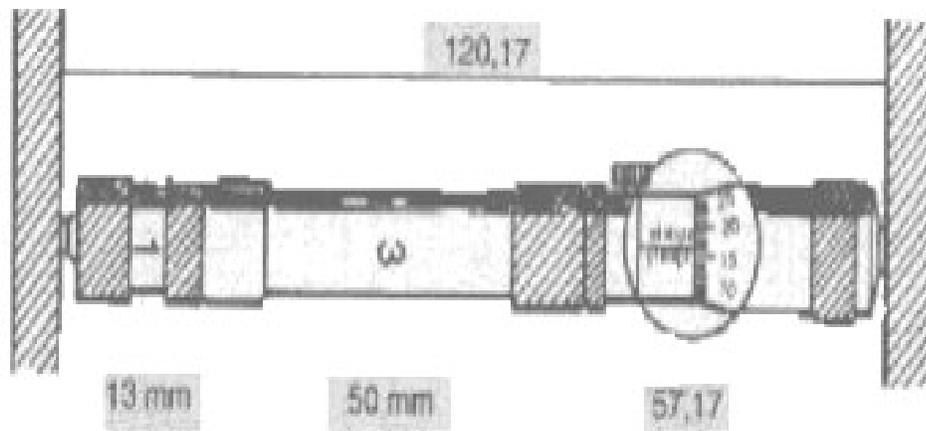
Figura 25. Partes del micrómetro de interiores



Con el tambor completamente abierto la cabeza da una longitud de 50 mm. El campo de medida es de cerca de 13 mm. Con sólo la cabeza del micrómetro, pueden por tanto efectuarse medidas comprendidas entre 50 y 63 mm. Para ampliar las medidas se pueden utilizar uno o más ejes de prolongación. Un conjunto completo está constituido por 5 ejes con medidas

que son: 13, 25, 50, 100 y 150 mm. Combinando los ejes de diferentes maneras puede medirse cualquier distancia comprendida entre 50 y 400 mm. Para medidas superiores a 400 mm hace falta ejes suplementarios de 200 mm. La figura muestra un ejemplo de medida efectuada montando sobre la cabeza micrométrica dos ejes de prolongamiento.

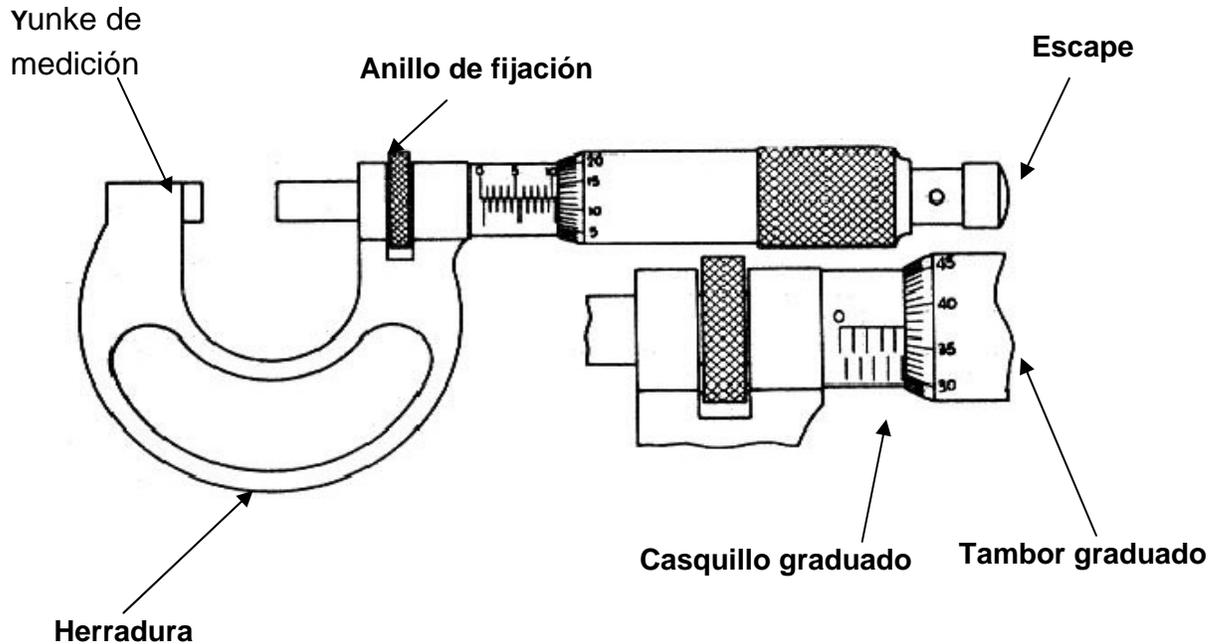
Figura 26. Micrómetro de interiores



Diferencias entre el sistema ingles y sistema internacional.

Éste dispone como parte móvil de un husillo roscado cuyo paso es de 0.5 mm; por lo tanto, con un giro del tambor se produce un avance del husillo de 0.5 mm. En el tambor graduado existen normalmente 50 subdivisiones. Cada subdivisión corresponde a $0.5 \text{ mm}/50 = 0.01 \text{ mm}$ de avance. Para hacer la medición, la pieza se ajusta suavemente entre el yunque y el husillo de medición con el anillo de fijación. Los milímetros y medios milímetros se leen en el casquillo graduado y las centésimas de milímetro se leen en el tambor graduado.

Figura 27. El micrómetro y sus partes (sistema métrico)



La Figura muestra un micrómetro en el sistema inglés. El husillo roscado de este instrumento tiene un paso de 40 hilos por pulgada; por lo tanto, una vuelta del tambor graduado produce un avance del husillo de $1 \text{ plg} / 40 = 0.025 \text{ plg}$. Cada subdivisión del casquillo graduado es igual a 0.025 plg de avance. El tambor está graduado en 25 partes, cada una de las cuales equivale a una milésima de pulgada ($0.25 \text{ plg} / 25 = 0.001 \text{ plg}$). La lectura correspondiente a la Figura es: $0.2 \text{ plg} + 0.025 \text{ plg} + 0.017 \text{ plg} = 0.242 \text{ plg}$.

Micrómetro (sistema inglés)

La regleta (o escala principal) está graduada en milímetros ó 0.5 milímetros si es bajo el sistema métrico o en dieciseisavos o cuarentavos de una pulgada si es bajo el sistema inglés. El Vernier (nonio o escala) en el cursor, permite lecturas abajo de los siguientes decimales.

Sistema métrico $1/20 \text{ mm}$ ó $1/50 \text{ mm}$

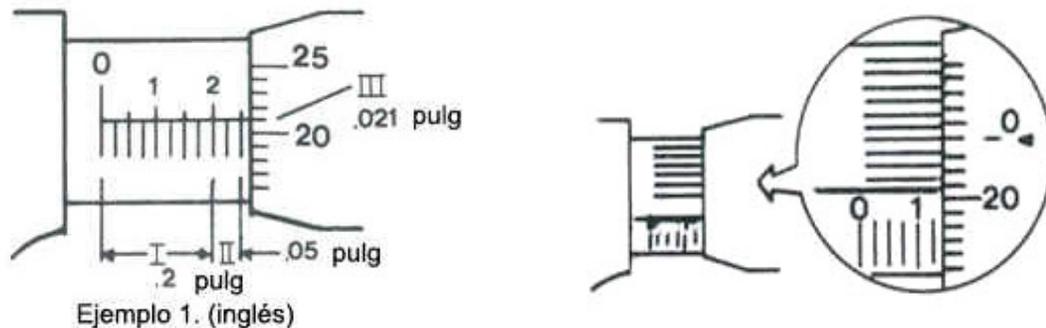
Sistema inglés $1/128 \text{ pulg.}$ ó $1/1000 \text{ pulg.}$

Las siguientes longitudes de calibradores se usan ampliamente:

Sistema métrico 150 mm, 200 mm, 300 mm

Sistema inglés 6 pulg., 8 pulg., 12 pulg.

Figura 28. Lectura de un nonio sistema inglés.



1.7 Desarrollo de la práctica.

La práctica de mediciones tiene como fin verificar la exactitud y la precisión de los instrumentos tanto el calibrador Vernier como el calibrador Palmer. Para ello los estudiantes realizarán una serie de mediciones en tiempo real y con el equipo adecuado de tal forma que se establezcan métodos para el control de la producción de piezas.

1.7.1 Tiempo de inducción.

Es el tiempo que se debe de emplear en la explicación, de cómo se utilizan los instrumentos de medición, este tiempo tiene una duración mínima de sesenta minutos (una hora), en este se conocerá la forma, el uso y las diversas aplicaciones de los instrumentos de medición así como la forma de elaborar el informe que corresponde a la práctica.

1.8 Toma de medidas.

Diferentes medidas para poder hacer análisis de incertezas, La toma de medidas se realiza con los equipos de medición, para ello se dispondrá de calibradores Vernier y calibradores Palmer los cuales el usuario aprenderá a utilizar en la etapa de inducción.

1.8.1 Medición de 10 masas de diferentes diámetros.

Estas masas también se les llamara probetas la cuales intencionalmente deben tener diámetros diferentes unas con otras, ya que esto le permitirá el estudiante, diferenciar las medidas y así poder realizar un análisis de comparación en lo que se refiere a los diferentes sistemas de medida tanto el sistema ingles como el sistema internacional, la variación en las medidas de las masas deberá estar expresada en fracciones de milímetro o en fracciones de pulgada según sea el sistema, las mediciones se deben efectuar utilizando los dos calibradores y las medidas expresarse en ambos sistemas.

1.9 Contenido del informe de la práctica.

En el contenido del informe el estudiante debe colocar los datos relativos a la investigación teórica, así como los datos referentes a lo aprendido en la realización de la práctica.

1.9.1 Introducción y objetivos.

La introducción pretende ubicarnos en la idea central del trabajo, la cual nos da un esbozo de lo que pretendemos demostrar en el interior del contenido. Los objetivos son los alcances que se pretenden obtener con la realización de la práctica.

1.9.2 Marco teórico.

El trabajo de investigación de las mediciones debe sustentarse con referencia teórica, la cual se debe encontrar en fuentes de consulta como libros o Internet, o algunos manuales relacionados con el tema, colocando al final del trabajo la bibliografía y la Fuente.

1.9.3 Definición de mediciones

El concepto de mediciones debe estar bien claro en desarrollo de cualquier proyecto de ingeniería, por lo tanto debe ser un parámetro a establecer en la práctica de laboratorio, se debe diferenciar los sistemas de medida de tal forma que se sepa aplicar en la nomenclatura de diseño.

1.9.4 Definición de los equipos.

Para conocer los instrumentos se debe definir su forma, su material y las diversas aplicaciones u opciones de medias con las que cuenta cada equipo, en este caso se conocerá el concepto de los calibradores Vernier y Palmer.

1.9.5 Diferencia teórica de los sistemas de medida.

Esta diferencia se establece elaborando una tabla en la cual se pueda estimar la diferencia en cuanto a exactitud y alternativas de precisión de los sistemas inglés e internacional.

1.9.6 Gráfica comparativa de los sistemas de medida

Esta gráfica se puede elaborar a criterio de los estudiantes puede ser un diagrama de barras, una curva, una recta según se pueda establecer o visualizar. De tal forma que se pueda comparar un sistema de medida con el otro en este caso el sistema internacional y el sistema inglés.

1.9.7 Determinar las fuentes de error.

En el desarrollo de las mediciones se puede incurrir en errores los cuales pueden ser producto de instrumentos con fallas o también falta de pericia en el uso de los mismos, en esta parte el estudiante debe establecer las fuentes de error y enumerarlas para saber por que puede fallar una medida.

1.9.8 Cálculo de error absoluto y relativo.

El error puede ser calculado, además de las fuentes de error mecánicas y humanas, existen espacios medibles que pueden darnos un valor mas exacto y preciso del error para ello se debe calcular el error absoluto y relativo, este error se puede calcular con ecuaciones que se pueden consultar en un libro o bien que el profesor las explique en la clase magistral previa al desarrollo de la práctica.

1.9.9 Conclusiones de la práctica.

En las conclusiones se podrá evaluar si el estudiante comprendió los conocimientos que se le transmitieron durante la práctica así como establecer el criterio basado en la aplicación de la parte teórica.

2. PRÁCTICA DE TALADRO.

2.1 Descripción del equipo

El berbiquí o taladro manual, es el antecesor del taladro, que es la máquina empleada con el específico motivo de taladrar, una de las máquinas más simples empleadas en los trabajos de producción es el taladro. Esta máquina produce un agujero en un objeto forzando contra él una broca giratoria. Taladro es una herramienta de corte para hacer orificios redondos en madera, metal, roca o cualquier otro material duro. Cuanto mayor sea la potencia, más eficaz será el barrenado. Los criterios que deben considerarse para elegir un barrenado son: potencia (watts o hp), diámetro del porta brocas (mandril) (3/8" ó 1/2"), energía (electricidad o batería), velocidad (fija o variable) y por último el material que se piensa taladrar o barrenar.

Se pueden obtener los mismos resultados en algunas máquinas conservando estacionaria la broca y girando el material. A pesar de que esta máquina es especializada en taladrado, efectúa un número de operaciones similares con la adición de las herramientas apropiadas. En este tipo de máquina, la herramienta corte que se utiliza es la broca.

2.1.1 uso y aplicaciones

El proceso involucra el desplazamiento del material sólido, sea éste madera, aluminio, acero, etcétera, por el movimiento de corte rotacional del punto y filo de la broca específica en uso, por el espiral o la hélice de la broca y sus flautas; así transformando el material sólido en aserrín, viruta o rebaba, dependiendo del material.

Las características físicas del agujero, y de los residuos, son influenciados, aparte de las propiedades de la broca, por las constantes y variantes directas del taladro como lo es la velocidad de giro, fuerza de penetración y torque específico aplicado en el procedimiento, así como las propiedades innatas del material a trabajar; además, otro factor a considerar es, si es que también está presente o no algún agente lubricante.

Como existe diversidad de taladros, caracterizados principalmente por la potencia y diámetro de broca que acomode, estos pueden variar en tamaño, peso y manejo físico operacional; así es que algún taladro puede que sea mejor para ciertas aplicaciones que otras. El taladrar puede ser considerado como un proceso de fabricación, y método conocido a muchas industrias que incluyen a la carpintería y la construcción, más su utilidad abarca muchas más áreas, por ejemplo, la modificación en la creación de algunas artesanías, el taladro también puede ser empleado en la cirugía ortopédica. La fuente de alimentación al taladro puede suplir electricidad o aire.

La herramienta más común para taladrar madera es la broca de rosca, que dispone de superficies sencillas o dobles de corte en hélice, y que se hace girar mediante una manivela accionada manualmente o mediante un motor eléctrico. Además, se utilizan varias formas especiales de brocas para madera, que incluyen la broca expandida, con un tornillo guía central y un brazo de corte radial que puede ajustarse para taladrar agujeros de tamaños diferentes.

Para taladrar metal acostumbra a utilizarse la broca americana, que consiste en una varilla con dos acanaladuras espirales cortadas a su alrededor. Las acanaladuras se encuentran con el punto del taladro en un ángulo de entre 118 y 120°. Las brocas americanas se fabrican en tamaños que van desde unos pocos micrómetros de diámetro a 25 mm el diámetro de la broca determina el

tamaño del agujero producido. Cuando se necesita un agujero más grande, el agujero taladrado se agranda mediante una herramienta de perforación. Las brocas americanas se hacen girar normalmente con taladros accionados por motor.

La forma más sencilla de taladro es un motor pequeño de mano con un manguito que sostiene el taladro. Para trabajos de precisión y para taladros más grandes, se emplea la perforadora, una máquina que consiste en una o más brocas accionadas con motor, con manguitos en los extremos más bajos para sostener los taladros. La broca puede elevarse o bajarse con una rueda manual o con una palanca. Una hoja de metal regulable situada debajo de la broca sostiene la pieza que va a taladrarse. Las brocas americanas manuales o con motor pueden usarse además para el taladrado de cristal, plástico y cerámica.

Los agujeros pequeños y superficiales en piedra, hormigón, ladrillo y otros materiales parecidos, se taladran manualmente con un taladro de estrella, que es una varilla de acero con un punto de corte afilado. El punto se sujeta contra el objeto que va a taladrarse, y el otro extremo de la varilla se golpea con un martillo o con una maza, tras lo cual se gira ligeramente la herramienta y se golpea de nuevo. Se usan taladros de roca similares accionados por martillos neumáticos para taladrar agujeros de diámetro mayor, como los que se emplean para la colocación de cargas explosivas en minas y canteras.

Un taladro rotativo consiste en una barrena, parecida a la de rosca, sujeta a una serie de tubos de acero unidos entre sí. Este tipo de taladro se utiliza para perforar a grandes profundidades, como en la perforación de pozos de petróleo, tanto en tierra firme como en el fondo del océano. El taladro portátil, además de taladrar con rapidez, tiene muchos accesorios que lo convierten en sierra circular, en lijadora, pulidora y fresadora.

2.1.2 Partes principales

Las partes principales del taladro son las siguientes:

BASE. Esta sirve para dar estabilidad a la máquina y también como montaje rígido para la columna.

MESA. Esta puede ser redonda o rectangular, se utiliza para sujetar la pieza que se va a trabajar; esta se puede mover hacia arriba, abajo y girar alrededor de la columna.

COLUMNA. Esta es cilíndrica, de precisión y se monta en la base. Sirve de apoyo para la mesa y la cabeza del taladro.

CABEZA TALADRADORA. Esta aloja el mecanismo utilizado para hacer girar la herramienta de corte y hacerla avanzar hacia la pieza de trabajo.

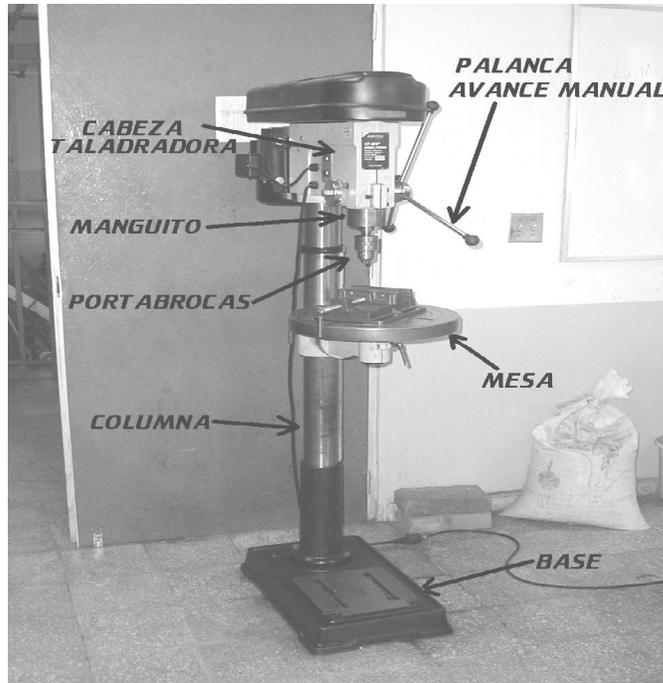
HUSILLO. Este es un eje redondo que sujeta e impulsa la herramienta de corte.

MANGUITO. Esta parte aloja el husillo, no gira sino que solo se desplaza hacia arriba y hacia abajo, dentro de la cabeza.

PORTA BROCAS. Este dispositivo es el que sirve para sujetar las brocas durante la operación.

PALANCA DE AVANCE MANUAL. Esta se utiliza para controlar el movimiento vertical del manguito del husillo y de la herramienta de corte.

Figura 29. Partes de un taladro de pedestal



2.1.3 Dimensionales.

Las dimensionales empleadas en el taladrado están relacionadas con la velocidad y el avance:

- Revoluciones por minuto RPM
- El movimiento de avance se mide en mm/Rev.
- La velocidad de corte expresada en m/min.

2.2 La broca como herramienta de corte.

Las partes de las que consta la broca son las siguientes:

VASTAGO. Es la parte de la broca que se coloca en el porta broca o husillo y la hace girar. Los vástagos de las brocas pueden ser rectos o cónicos.

CUERPO. Es la parte de la broca comprendida entre el vástago y la punta. Este a su vez consta de acanaladuras cuya función es la de dejar entrar el fluido

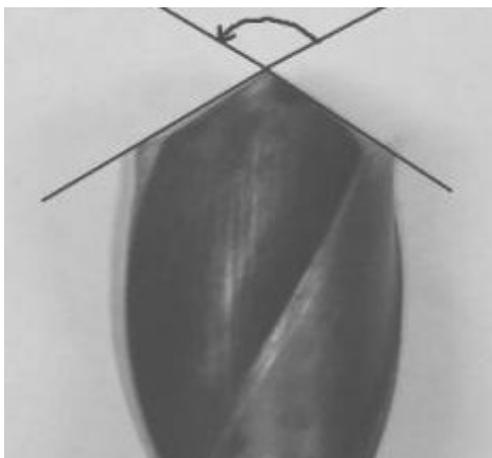
refrigerante y dejar escapar la viruta. También en el cuerpo se encuentra una parte llamada margen, la cual es una sección estrecha, que esta realizada del cuerpo, inmediatamente después de las acanaladuras.

PUNTA. Esta consiste en todo el extremo cortante o filo cónico de la broca. La forma y condiciones de la punta son muy importantes para la acción cortante de la broca.

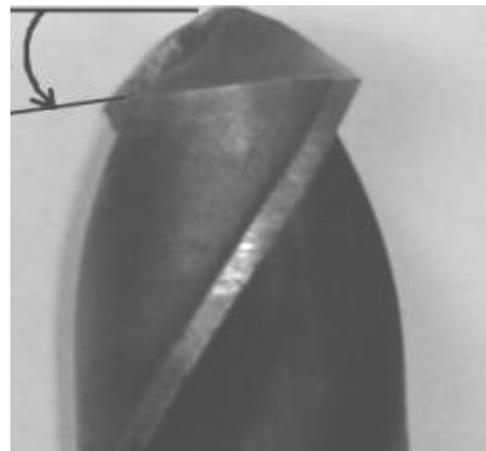
Figura 30. Partes básicas de una broca



Figura 31. Ángulos para filo de brocas



Ángulo de la punta 118 grados



Ángulo de despeje de 8 a 12 grados

Existen principalmente las siguientes calidades:

- HSS LAMINADA.

Es la más económica de las brocas de metal. Es de uso general en metales y plásticos en los que no se requiera precisión. No es de gran duración.

- HSS RECTIFICADA.

Es una broca de mayor precisión, indicada para todo tipo de metales incluyendo fundición, aluminio, cobre, latón, plásticos, etc. Tiene gran duración.

- HSS TITANIO RECTIFICADA.

Están recubiertas de una aleación de titanio que permite taladrar metales con la máxima precisión, incluyendo materiales difíciles como el acero inoxidable. Se puede aumentar la velocidad de corte y son de extraordinaria duración.

- HSS COBALTO RECTIFICADA.

Son las brocas de máxima calidad, y están recomendadas para taladrar metales de todo tipo incluyendo los muy duros y los aceros inoxidables. Tienen una especial resistencia a la temperatura, de forma que se pueden utilizar sin refrigerante.

2.2.1 Movimiento de Rotación y traslación de la broca.

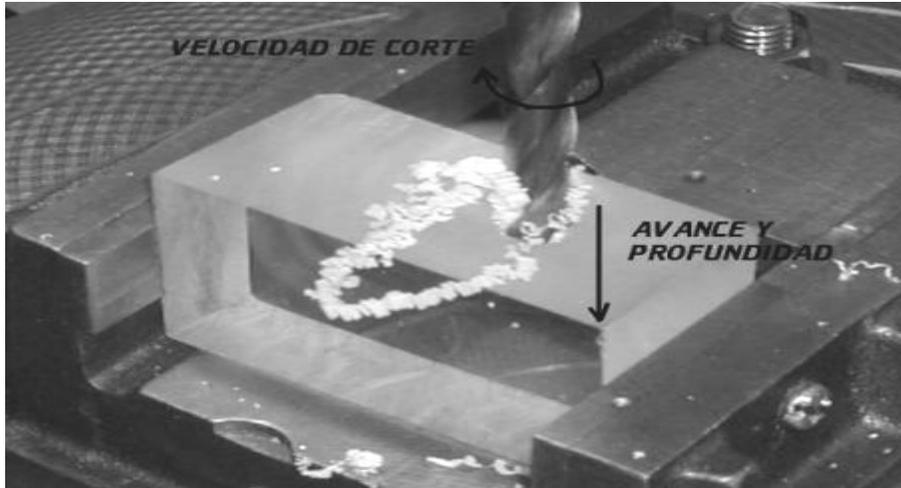
Movimiento de Rotación:

Se le llama también movimiento de corte o movimiento principal, este movimiento se mide por la velocidad de corte expresada en m/min.

Movimiento de traslación:

Este también se le denomina movimiento de avance y es el que determina el espesor de la viruta. El movimiento de avance se mide en mm/rev.

Figura 32. Movimientos de la broca



Fundamentos del proceso de Taladrado.

La velocidad de corte en una operación de taladrado es la velocidad superficial en el diámetro exterior de la broca. Se especifica de esta forma por conveniencia, aunque casi todo el corte se realiza realmente a velocidades más bajas cercanas al eje de rotación.

Para fijar la velocidad deseada de corte en taladrado es necesario determinar la velocidad de rotación de la broca por su diámetro. Si N representa las revoluciones por minuto del husillo, entonces:

$$N = 12 X$$

$$X D$$

Donde, X es la velocidad de corte en pulgadas por minutos (in/min.); y D es el diámetro de la broca en pulgadas por milímetro (in–mm). En algunas operaciones de taladrado, la superficie de la pieza gira sobre una herramienta en reposo, pero se aplica la misma fórmula.

En el taladrado, el avance f se especifica en pulgadas por revoluciones (in/rev). Las velocidades recomendadas son aproximadamente proporcionales

al diámetro del taladro; los avances más altos se logran con brocas de diámetro grande. Como generalmente existen dos bordes de corte en la punta de la broca, el espesor de la viruta no cortada (carga de viruta) que se toma en cada borde corte es la mitad del avance. El avance puede convertirse a velocidad de avance si utilizamos la misma ecuación que en el torneado:

$$fr = N f$$

Donde fr es la velocidad de avance en pulgada por minuto (in/min.).

Los agujeros taladrados pueden ser completos o agujeros ciegos. En la siguiente gráfica, se muestra los agujeros completos (a), y los agujeros ciegos (b). En los agujeros completos, la broca sale en el lado opuesto de la pieza de trabajo; en los agujeros ciegos la broca no perfora la totalidad del grosor de la pieza de trabajo. El tiempo de maquinado requerido para taladrar un agujero se determina con la siguiente fórmula:

$$T_m = \frac{t + A}{fr}$$

Donde T_m es el tiempo de maquinado en minutos; t es el espesor de la pieza de trabajo en pulgadas por milímetro (in-mm); fr es la velocidad de avance en pulgada por minuto (in/min); y A es la tolerancia de aproximación que toma en cuenta el ángulo de la punta de la broca, y representa la distancia que la broca debe avanzar dentro del trabajo antes de alcanzar el diámetro completo. Dicha tolerancia está determinada por:

$$A = 0.5 D \tan (90 - X / 2)$$

Donde A es la tolerancia de aproximación en pulgadas por milímetros (in-mm); X es el ángulo de la punta de la broca. En un agujero ciego la profundidad d se define como la distancia entre la superficie de la pieza de trabajo y el punto más profundo del agujero. Por esta definición, el ángulo de

tolerancia de la punta de la broca no afecta el tiempo para taladrar el agujero; entonces, el tiempo de maquinado para un agujero ciego está dado por:

$$T_m = \frac{d}{f_r}$$

La velocidad de remoción del metal en el taladrado se determina como el producto de la sección transversal de la broca y la velocidad de avance:

$$N = \frac{12}{D}$$

Esta ecuación es válida solamente después de que la broca alcance el diámetro completo y excluye la aproximación de la broca al trabajo.

2.2.2 Relación de diámetro versus revoluciones por minuto.

La gráfica nos muestra el comportamiento de las revoluciones por minuto versus el diámetro de las brocas, logrando visualizar que para seleccionar una broca aparte del material con que esta fabricada y la aplicación en el material que se va a taladrar, el diámetro y la velocidad son factores importantes los cuales hay que considerar. Esta gráfica sustenta la relación de a mayor diámetro menor RPM y a menor diámetro mayor RPM.

Figura 33. Gráfica diámetro versus RPM

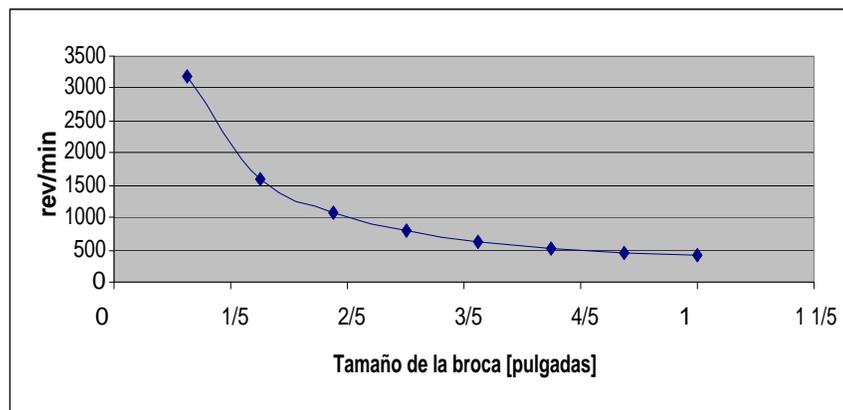


Tabla II. Velocidades de corte y avance recomendados

| | Acero de herramientas (HS) | | Acero rápido (SS) | |
|------------------------|----------------------------|-----------|-------------------|------------|
| | | | | |
| | Vc m/min | S mm/rev | Vc m/min | S mm/rev |
| Fundición gris 12 -18 | 8 -12 | 0.1 – 0.4 | 20 - 30 | 0.15 - 0.7 |
| Fundición gris 18 - 30 | 3 - 6 | 0.1 – 0.4 | 15 - 20 | 0.1 - 0.4 |
| Acero < 50 | 12 - 14 | 0.1 – 0.3 | 20 - 35 | 0.1 - 0.65 |
| Acero 50 -70 | 8 - 9 | 0.1 – 0.3 | 20 - 30 | 0.1 - 0.55 |

2.2.3 Refrigerantes de corte.

En los trabajos en serie la función de refrigerar es muy importante. La acumulación del calor generado normalmente es tan considerable que la vida de la herramienta depende, en gran parte, de la posibilidad de disipar este calor con la rapidez con que se genera. Para obtener una refrigeración suficiente en la mayor medida posible se deberá poder realizar ésta directamente sobre los filos de la punta de la broca. Cuando se taladran en sentido vertical agujeros de relativamente poca profundidad del chorro refrigerante, por lo general, se lanza directamente contra la punta de la herramienta y por la misma fuerza de gravedad el líquido baja hasta los filos de la broca.

En el taladrado de agujeros más profundos es frecuente emplear una alimentación intermitente de líquido refrigerante; en este caso, cada que la broca se saca para despejarla de viruta, se refrigera con líquido de corte, con lo cual se logra a la vez que penetre en el agujero parcialmente, constituyéndose

de esta forma un pequeño depósito de líquido refrigerante en el interior del mismo.

En el taladrado horizontal el líquido de corte no llegará a la extremidad de la broca solamente por gravedad, por lo cual el líquido refrigerante habitualmente se proyecta horizontalmente a lo largo de la ranura de la broca, de forma que una parte del líquido penetre siguiendo las ranuras hasta la punta de la broca. Cuando se taladran planchas delgadas la evacuación del calor puede realizarse dirigiendo gran cantidad de líquido sobre la parte exterior de la pieza.

Para taladrar agujeros horizontales profundos la mejor solución consiste en emplear brocas con conductos de refrigeración. En tales herramientas el líquido de corte bajo presión es forzado a atravesar los conductos practicados a lo largo de la broca y expulsado por los labios de la misma. El aceite refrigerante debe mantenerse completamente limpio, pues cualquier trocito de viruta puede taponar el conducto de la broca e impedir que pase el aceite.

Actualmente, el refrigerante es muy utilizado especialmente en el mecanizado por tornos CNC y centros de mecanizado. El uso de refrigerante previene el decrecimiento anormal en la durabilidad del filo, que se produce por el calentamiento y deformación del filo de la herramienta y la acumulación de virutas. **El uso de refrigerantes sirve para tres propósitos principales, enfriamiento, lubricación y control de virutas.**

Para prevenir rupturas térmicas durante el mecanizado, es importante aplicar mucho refrigerante sobre el filo. El uso de refrigerante tiene varios propósitos y efectos.

- **Acción de enfriamiento.**

El calor generado durante el mecanizado se debe al impacto del filo con la pieza de trabajo y el roce con las virutas sobre la superficie del inserto. Generalmente, hasta un 80% del calor generado durante el mecanizado es removido junto con las virutas. El 20% restante, permanece en el filo. El calor generado durante el mecanizado suaviza el filo y acelera el desgaste, o causa cambios en las dimensiones de la pieza de trabajo debido a la expansión térmica.

Al aplicar refrigerante, se evita que el calor se concentre en la herramienta y la pieza de trabajo debido a la acción de refrigerante. Esto resulta de una prolongación de la durabilidad de la herramienta, en el corte de placas largas y delgadas, las mismas suelen deformarse debido al calor producido, a veces se realiza este tipo de mecanizado en un tanque lleno de refrigerante.

- **Acción de lubricación.**

Si las virutas generadas se deslizan por la superficie del lado principal, entonces problemas tales como deformación del filo y soldaduras pueden ser eliminados y la durabilidad puede ser prolongada. Además, la exactitud dimensional de la pieza mecanizada es estabilizada. Al aplicar refrigerante, se generará una película de lubricación entre las virutas y el filo. Esta película permite que las virutas se deslicen por la superficie de la herramienta con facilidad, protegiendo el filo.

- **Acción de infiltración.**

El refrigerante se infiltra, se escurre, entre el filo de la herramienta, sus lados y la pieza de trabajo. Esta acción produce refrigeración y lubricidad.

- **Acción de despeje.**

Se refiere a acción de despeje cuando la fuerza o presión del refrigerante es utilizada para dirigir físicamente o evacuar las virutas a medida que se generan. Cuando se realiza perforado utilizando brocas cañón, los refrigerantes utilizados necesitan tener un nivel de viscosidad moderado.

Tabla III. Refrigerante y efecto en la pieza

| Refrigerante \ Efecto en la herramienta | Incremento de la durabilidad | Incremento de la exactitud sup. | Mantiene e incrementa la exactitud dimensional | Previene la deformación térmica | Facilita el mecanizado | Despeja las virutas |
|---|------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|------------------------|---------------------|
| Refrigeración | ○ | | ○ | ○ | | |
| Lubricación | | ○ | ○ | | ○ | ○ |
| Infiltración | | | | | ○ | ○ |
| Fluidez | | | | | | ○ |

Tipos de refrigerantes.

Hay refrigerantes solubles al agua y no solubles al agua. Los refrigerante no solubles tienen un efecto de lubricación y los solubles al agua tienen un efecto de enfriamiento.

Refrigerantes no solubles al agua

Los mismos incluyen lo siguiente:

- Aceite mineral (aceite de máquina)
- Aceite grasoso (aceite de soja, semillas de colza)
- Aceite mixto (aceite mineral + 5%-30% grasa y aceite)
- Aceite de presión extrema (Aceite mineral + aditivos de presión extrema).

a) Los refrigerantes no solubles al agua.

No son adecuados para el mecanizado de alta velocidad debido a problemas ambientales tales como humo y regulación de encendido. Por ello, los refrigerantes no solubles al agua son utilizados para escariado, fresado y desbaste; donde las velocidades de corte son relativamente bajas.

Para el perforado de agujeros profundos con brocas cañón, los cuales requieren una viscosidad moderada como efecto de lubricación y evacuación de virutas, son utilizados refrigerantes no solubles al agua.

b) Refrigerantes solubles al agua.

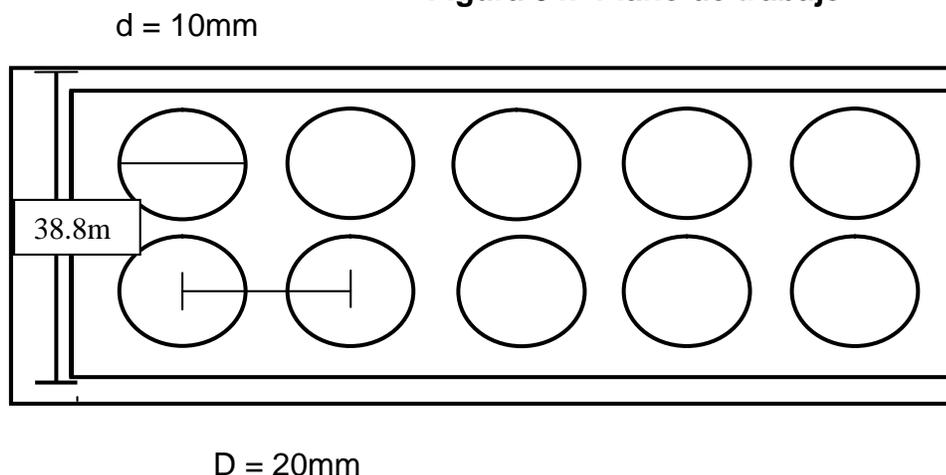
El refrigerante soluble al agua utiliza un agente superficial activo para mezclar un refrigerante con base aceitosa con agua. Además de minerales y aceite, pueden incluirse aditivos de presión extrema, antioxidantes, antisépticos y antiespuma.

2.3 Elaboración de un plano de trabajo.

En la realización de proyectos que tengan relación con los procesos de manufactura se hace necesario tener una guía que nos permita la visualización de las cotas de las medidas.

En el caso de la práctica de taladro se puede elaborar un plano en una pieza que permita la repetición de las operaciones para la toma de diferentes tiempos y considerar las variables que establezcan un tiempo estándar de producción.

Figura 34. Plano de trabajo



2.4 Diseño de un plan de trabajo.

El plan de trabajo es una guía de la cual dispone tanto el ingeniero como el operario, en el se deben especificar los detalles del orden en el cual se van a realizar las operaciones, el plan de trabajo se constituye de numero de fases de trabajo, así como las herramientas que se van emplear en el proceso de la elaboración de una pieza.

Tabla IV. Plan de trabajo

| Núm. de Fases | Fases de Trabajo | Herramienta |
|---------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1 | Plano de la placa | * |
| 2 | Marca en cada agujero | Martillo |
| 3 | Ajustar la placa con madera | Madera en la base |
| 4 | Asegurar la placa | Base |
| 5 | Verificar la broca exacta | * |
| 6 | Verificar las revoluciones | Placa del Motor |
| 7 | Encender el taladro | Botón de encendido |
| 8 | Proceder a hacer los agujeros | Palanca de Avance Manual |

*Instrumentos de Medición. Vernier, regla graduada.

2.4.1 Fases de trabajo.

Las fases de trabajo son las partes en las cuales se establece o se define el proceso de en un orden de importancia basada en la prioridad y la optimización del trabajo, cada una de ellas nos dice y nos predice la ubicación en el tiempo ya sea tardío o temprano.

2.4.2 Herramientas.

En las herramientas se sustenta el trabajo real de la elaboración de una pieza encargada, las herramientas deben se seleccionadas de tal forma que no permitan atrasos en desarrollo del proceso.

2.4.3 Instrumentos de medición.

Los instrumentos de medición nos permiten realizar mediciones en la pieza que estamos elaborando estos instrumentos tienen que aparecer en plan de trabajo pero no forman parte de las herramientas, por ello deben ubicarse en una zona fuera del formato del plan de trabajo, estos instrumentos se pueden emplear para medir la pieza o tomar medidas de regencia en los planos de trabajo.

2.5 Definición del tiempo principal.

El tiempo principal en el proceso de taladrado es aquel durante el cual, la broca o herramienta genera o produce viruta, es decir cuando se efectúa trabajo sobre la pieza que taladramos.

2.5.1 Ecuación del tiempo principal.

$$t_p = \frac{L}{S * n}$$

2.5.2 Notación.

L = profundidad de agujero, trayecto de trabajo, punta de la broca

$L = L + 0.3 d$

d = diámetro del agujero

n = número de revoluciones de la broca por min.

S = avance de la broca en mm/rev

2.6 Definición de tiempo disponible.

El tiempo disponible es el que conforma la sumatoria total de todos los tiempos, el tiempo principal, tiempo secundario, tiempo a prorratear que es el 12% de los tiempos principal y secundario.

2.6.1 Tiempo secundario.

Este es el tiempo en el cual se asume un tiempo estándar de un minuto para cada agujero que se va a elaborar en el taladro, a este tiempo le asignamos una variable η

$$t_s = t_p * x$$

Donde:

t_p = tiempo principal

x = cantidad de agujeros

2.7 Desarrollo de la práctica.

En la práctica de taladro se establece el uso del taladro como máquina herramienta, así como las aplicaciones de la broca como herramienta de corte, el contacto del operario con el taladro es de vital importancia ya que esto le permite saber como se aplican las fases de trabajo y las diversas herramientas.

2.7.1 Trazado de la pieza a taladrar.

Antes de realizar la operación de taladrar hay una fase muy importante sin la cual no es posible elaborar taladrados que permitan exactitud, por ello se debe realizar el trazado de la pieza aplicando un procedimiento en el que se utiliza una tinta, un rayador y escuadra.

2.7.2 Aplicación del punzón de centro o granete.

Cuando la pieza ha sido trazada en cada trazo de los centros de los agujeros se debe aplicar una marca que servirá de guía para que la punta de broca no se ubique en otra ruta, a esta marca se le denomina agujero de centro el cual se realiza con un punzón de centro o granete utilizando la potencia de del golpe de un martillo.

2.7.3 Medidas de seguridad básicas.

- Usar lentes protectores
- Utilizar Guantes
- Asegurar la pieza y la prensa
- Fijar la broca firmemente en el mandril
- Sostener la manivela del avance firmemente.

2.7.4 Elaboración de agujeros.

Para la elaboración de los agujeros se procede a fijar la pieza en la mesa de apoyo ya sea con una prensa o por medio de bridas de sujeción, se

selecciona la broca según el diámetro del o los agujeros, así como las revoluciones por minuto adecuadas para el diámetro de la broca, se debe colocar debajo de la pieza a taladrar un bloque de madera para que la salida de la broca tenga una sección de amortiguamiento, esto permite que no se generen zonas de tracción que pueden fracturar la broca.

2.7.5 Toma de tiempo para establecer un promedio.

Cuando elaboramos un agujero se debe tomar el tiempo con un cronometro, este tiempo lo vamos a emplear para compararlo con el tiempo principal teórico. El tiempo real es el resultante el tomar varios tiempos y obtener un promedio para poder hacer la comparación con el tiempo teórico.

2.8 Contenido del informe de la práctica.

En este informe se deben consignar todos los datos que a continuación se solicitan respecto a la práctica de taladro, en esta practica se deben aplicar los conocimientos adquiridos en la clase magistral y en la aplicación de las técnicas para poder realizar uno o varios agujeros en el taladro.

2.8.1 Introducción y objetivos.

En esta parte del informe se debe proyectar una idea de lo que se pretende realizar así como los alcances a los que el ejercicio de la práctica le interesa obtener.

2.8.2 Marco teórico.

La aplicación de una referencia teórica es de mucha importancia cuando se realiza un informe para poder fundamentar muchos de los aspectos que en la práctica se aplican, en el marco teórico se puede ampliar mucha de la información que necesitamos para mejorar nuestro conocimiento, en este caso nos referimos a la teoría relacionada con el proceso de taladrado.

2.8.3 Definición del proceso de taladrado.

Definir el proceso de taladrado es una tarea que nos permite saber de que manera vamos a aplicar el mismo en la manufactura de piezas, la utilización de la maquina así como sus aplicaciones permiten obtener una definición del proceso con mas criterio, pero se debe consultar mas de una bibliografía.

2.8.4 Elaboración de un plano de trabajo.

El plano se debe elaborar tomando como base la pieza a taladrar considerando todos los datos que incluyan medidas de referencia para poder realizar las operaciones de taladrado.

2.8.5 Plan de trabajo.

En el plan de trabajo se ubicaran todas las fases de trabajo y las herramientas así como los instrumentos de medición. Este plan de trabajo queda a criterio del usuario ya que el debe saber el orden de prioridad de sus operaciones.

2.8.6 Cálculo del tiempo principal y disponible.

Estos tiempos se calculan aplicando las ecuaciones ya descritas en este manual, para ello se deben obtener datos en desarrollo de la práctica.

2.8.7 Gráfica comparativa de diámetros vrs RPM.

La gráfica que se solicita esta relacionada con el criterio que permite seleccionar las velocidades expresadas en revoluciones por minuto adecuadas al diámetro de la herramienta de corte (broca).

2.8.8 Gráfica Comparativa de tiempo teórico vrs tiempo real.

Este gráfico nos indica cuanto la desviación de un tiempo con respecto del otro, ya que uno es calculado con ecuaciones y el otro se verifica con un cronómetro.

2.8.9 Conclusiones de la práctica.

En las conclusiones se establece un análisis de resultados por medio del cual se establece si hay errores y de esta manera plantear la forma de corregirlos.

3. PRÁCTICA DE TORNO

3.1 Descripción del equipo.

El torno es una máquina herramienta en la cual la pieza que se ha de mecanizar tiene un movimiento de rotación alrededor del eje. Es una de las máquinas herramientas más antiguas e importantes. Puede dar forma, taladrar, pulir y realizar otras operaciones. Los tornos para madera ya se utilizaban en la edad media. Por lo general, estos tornos se impulsaban mediante un pedal que actuaba como palanca y al ser accionada, movía un mecanismo que hacía girar el torno.

En el siglo XVI, los tornos ya se propulsaban de forma continua mediante manivelas o energía hidráulica, y estaban dotados de un soporte para la herramienta de corte que permitía un torneado más preciso de la pieza. Al comenzar la Revolución Industrial en Inglaterra, durante el siglo XVII, se desarrollaron tornos capaces de dar forma a una pieza metálica. El desarrollo del torno pesado industrial para metales en el siglo XVIII hizo posible la producción en serie de piezas de precisión.

En la década de 1780 el inventor francés Jacques de Vaucanson construyó un torno industrial con un portaherramientas deslizante que se hacía avanzar mediante un tornillo manual. Hacia 1797 el inventor británico Henry Maudslay y el inventor estadounidense David Wilkinson mejoraron este torno conectando el porta herramientas deslizante con el husillo, que es la parte del torno que hace girar la pieza. Esta mejora permitió hacer avanzar la herramienta de corte a una velocidad constante.

En 1820, el mecánico estadounidense Thomas Blanchard inventó un torno en el que una rueda palpadora seguía el contorno de un patrón para una caja de fusil y guiaba a la herramienta cortante para torneear una caja idéntica al patrón. El torno revólver, desarrollado durante la década de 1840, incorpora un portaherramientas giratorio que soporta varias herramientas con solo girar el portaherramientas y fijarlo en posición deseada. Hacia finales del siglo XIX se desarrollaron tornos de revólver automáticos para cambiar las herramientas de forma automática. Los tornos pueden programarse para controlar la secuencia de operaciones, la velocidad del giro del husillo, la profundidad y dimensiones del corte y el tipo de herramienta.

Así pues, en el torno la pieza verifica el movimiento de corte, en tanto que la herramienta produce el avance. El torno es una máquina-herramienta adecuada para fabricar piezas de forma geométrica de revolución. También se denomina torno al que se utiliza desde antiguo en alfarería para formar piezas de arcilla simétricas. En este caso consiste en un plato circular montado sobre un eje vertical, sobre el cual se apoya el material a trabajar. En sus inicios, el eje del torno de alfarero tenía en su parte inferior otro plato, que se hacía girar con los pies para dar movimiento al conjunto. Más tarde comenzaron a utilizarse tornos adecuados para carpintería y, a partir de la Revolución industrial, el torno como máquina-herramienta se ha convertido en una máquina básica en el proceso industrial de mecanizado.

Es una máquina-herramienta para mecanizar piezas, mediante una herramienta de corte. Esta será apropiada al material a mecanizar y puede estar hecha de acero al carbono, acero rápido, acero rápido al cobalto, widia, cerámica, diamante, etc., aunque siempre será más dura y resistente que el material mecanizado. Es una máquina muy importante en la fabricación, que data del año 1910 en sus versiones modernas. A partir de la revolución

industrial se establecen los parámetros principales de esta máquina que, exceptuando la integración del control numérico por computadora en los últimos decenios, ha tenido modificaciones mínimas.

3.1.1 Uso y aplicaciones.

Torno paralelo. Es el más común y tiene los componentes básicos y puede efectuar las operaciones ya descritas. Esta máquina se caracteriza por tener el eje de giro del plato porta pieza en posición horizontal; debido a lo anterior también se le llama Torno Horizontal, es la máquina herramienta más utilizada en los procesos de manufactura aunque no presenta grandes posibilidades para trabajos en serie por la dificultad que presenta para el cambio de las herramientas.

Torno rápido. Se utiliza principalmente para operaciones de torneado rápido de metales, para madera y para pulimento.

Torno para taller mecánico. Se utiliza para hacer herramientas, matrices o piezas de precisión para maquinaria.

Tornos de semiproducción.

Tornos copiadores. Es un torno paralelo con un aditamento copiado. Corta el movimiento de las herramientas de corte.

Torno revólver. Tiene una unidad de alineación para herramientas múltiples, en lugar de la contrapunta. Tiene diferentes posiciones y puede ser horizontal o vertical.

Horizontal. Se clasifica en ariete o de portaherramientas. Los arietes tienen torreta para herramienta múltiple montado en el carro superior. El carro superior

es adecuado para materiales gruesos que necesitan mucho tiempo para tornearse o perforar.

Vertical. Pueden operar en forma automática, se alinean con la pieza de trabajo con un mecanismo o con control numérico. El revólver vertical tiene dos tipos básicos: estación individual y múltiple. Los múltiples tienen husillos múltiples que se vuelven a alinear después de cada accionamiento.

Tornos de producción.

Tornos de mandril automático o tornos al aire. Son similares a los tornos tipo revólver de ariete o carro superior, excepto que la correa está montada verticalmente. No tiene contrapunta y el movimiento para el avance se aplica en la torreta. En estos tornos se utiliza una serie de pasadores y bloques de disparos para controlar las operaciones.

Tornos automáticos para roscar. Son automáticos, incluso la alimentación al sujetador del material de trabajo. Se controlan con una serie de excéntricas que regulan el ciclo. Son del tipo de husillo individual o múltiple.

Los de husillo individual son similares a un torno revólver excepto por la posición de la torreta. Los tornos suizos para roscar difieren de los demás en el que el cabezal produce el avance de la pieza de trabajo, estos también tienen un mecanismo de excéntricas para el avance de la herramienta, estas mueven a la herramienta de corte que está soportada vertical, hacia adentro y hacia afuera mientras la pieza de trabajo pasa frente a la herramienta.

Los tornos para roscar con husillos múltiples tienen de cuatro a ocho husillos que se alinean a diversas posiciones. Cuando se alinean los husillos efectúan diversas operaciones en la pieza de trabajo. Al final de una revolución,

se termina la pieza de trabajo. En un torno de ocho husillos, la pieza se alinea ocho veces para efectuar el ciclo de la máquina. Cada vez que se alinea el carro, se termina una pieza y se descarga el husillo.

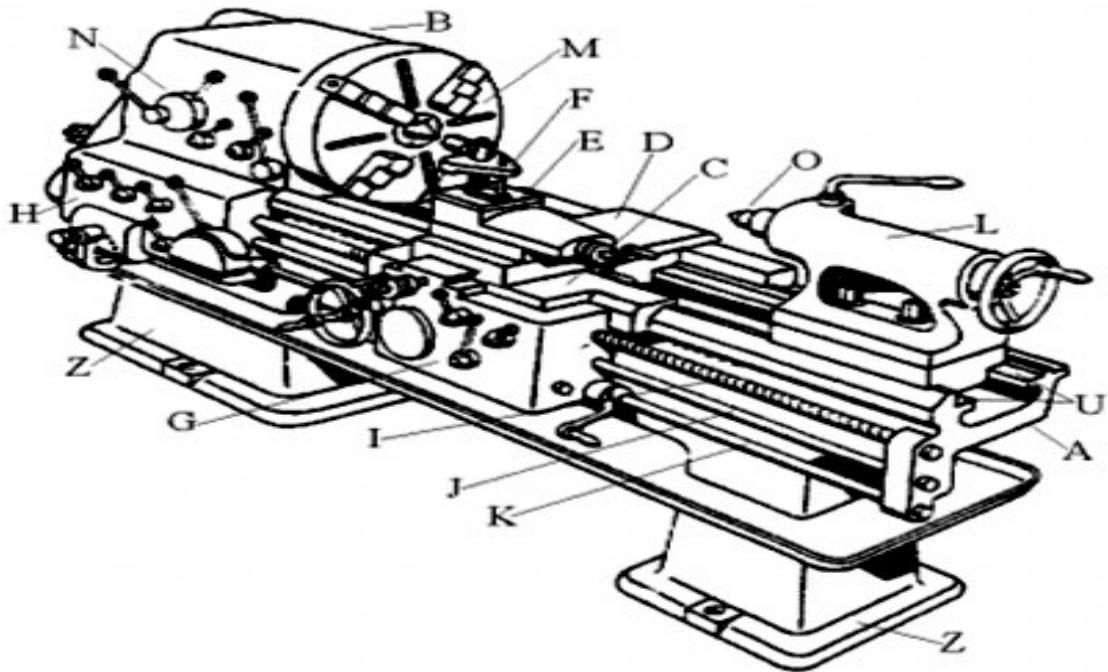
3.1.2 Partes principales del torno.

El torno está conformado, principalmente, según se indica en la figura, por las siguientes partes: la bancada *A* que posee las patas de apoyo *Z*, soporta las otras partes del torno y tiene la guía *U* por la cual desliza el carro principal de bancada *C*, que desplaza a la herramienta en forma longitudinal, obteniéndose el avance *a*, estando sobre este último el carro de desplazamiento transversal *D*, con el cual se le da el desplazamiento transversal a la herramienta y con ello la profundidad de pasada *e*, éste a su vez soporta el carro superior porta herramienta *E* en el cual se encuentra el porta herramienta *F* propiamente dicho. En uno de los extremos se encuentra el cabezal fijo *B*, el cual contiene en su interior el tren de engranajes y comandos para la variación de velocidades y tiene además el husillo principal o de trabajo que es un eje con un extremo roscado en voladizo, el cual gira imprimiéndole al plato de mordaza *M* y a la pieza sujeta por el mismo, el movimiento de rotación principal de corte.

En el otro extremo opuesto al cabezal fijo se encuentra el cabezal móvil *L* que contiene en su interior la contrapunta o desplazable, que se utiliza para sujetar por uno de sus extremos las piezas largas que se trabajan o para sujetar una herramienta de taladrar o escariar, y se puede mover axialmente en la guía *U*. Se puede observar también en la figura las palancas de comando del movimiento de rotación *N* con los que se varía la velocidad de rotación de la pieza que se trabaja o se la detiene; el mecanismo de avance *H*, el cual le imprime a la barra de avance *K*, a la barra de cilindrar *J* y al tornillo de roscar o patrón *I* los movimientos de giro que hacen desplazar axialmente el carro

principal de bancada C para realizar el avance, el cilindrado o el roscado respectivamente; la caja de movimiento transversal G del carro principal de bancada C, que permite a éste desplazarse transversalmente.

Figura 35. Partes de un torno



3.2 Herramientas de corte y su aplicación.

La cuchilla consta del cuerpo (mango o vástago) y de la cabeza (la parte cortante). El mango sirve para sujetar la cuchilla en el portaútil del torno.

Clasificación de las cuchillas para tornos.

Según la dirección del movimiento de avance se clasifican en cuchillas de mano izquierda y cuchillas de mano derecha. Según la forma y situación de la cabeza respecto al cuerpo, las cuchillas se dividen en rectas, acodadas y alargadas. Por la clase de trabajo a ejecutar se distinguen las cuchillas para

cilindrar, de tope, para refrentar (para caras), tronzar, acanalar, perfilar, roscar y mandrilar

Existen las cuchillas para desbastar (para el mecanizado previo) y las cuchillas para acabar (mecanizado definitivo). Las cuchillas pueden ser enteras, fabricadas de un mismo material y compuestas: el mango de acero para construcciones y la parte cortante de la cuchilla de metal especial para herramientas. Las cuchillas compuestas se dividen en Soldadas, con el inserto de corte soldado y con la inserto de corte fijado mecánicamente.

Clasificación de las cuchillas según la clase de trabajo a ejecutar:

- a- Recta para cilindrar
- b- Acodada para cilindrar
- c- De tope
- d- De refrentar (para caras)
- e- De tronzar
- f- De acanalar
- g- De perfilar
- h- De roscar
- i- De mandrilar orificios pasantes
- j- De tope para mandrilar

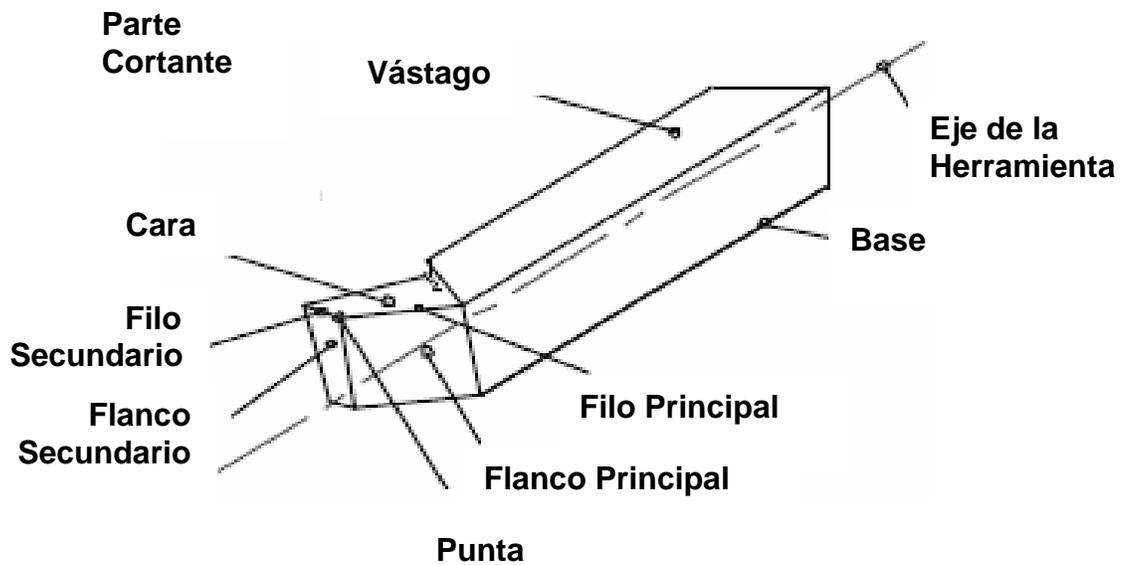
Las herramientas de corte deben poseer como mínimo las siguientes características:

1. Altamente resistentes al desgaste.
2. Conservación de filos a altas temperaturas.
3. Buenas propiedades de tenacidad.
4. Reducido coeficiente de fricción.
5. Alcance de altos niveles de recambio entre afilado y afilado.

6. Alta resistencia a los choques térmicos.

Las herramientas monofilos son herramientas de corte que poseen una parte cortante (o elemento productor de viruta) y un cuerpo. Son usadas comúnmente en los tornos, tornos revólver, cepillos, limadoras, mandrinadoras y máquinas semejantes. En la figura se muestra una herramienta monofilo típica y las partes más importantes: sus filos y superficies adyacentes.

Figura 36. Partes básicas de una cuchilla de corte



Cara: es la superficie o superficies sobre las cuales fluye la viruta (superficie de desprendimiento).

Flanco: es la superficie de la herramienta frente a la cual pasa la viruta generada en la pieza (superficie de incidencia).

Filo: es la parte que realiza el corte. El filo principal es la parte del filo que ataca la superficie transitoria en la pieza. El filo secundario es la parte restante del filo de la herramienta.

Punta: es la parte del filo donde se cortan los fillos principales y secundarios; puede ser aguda o redondeada o puede ser intersección de esos fillos.

3.2.1 Rebajado y afilado de herramientas.

Como resultado del rozamiento de la viruta con la cara de desprendimiento de la cuchilla y de las caras de incidencia de la misma con la superficie de la pieza a trabajar, se desgasta la parte de trabajo de la cuchilla. La cuchilla desgastada (embotada) se reafila.

Para el afilado de las cuchillas se usa la máquina afiladora-rectificadora, para garantizar una posición estable de la cuchilla que se afila, en la máquina se encuentra un dispositivo especial llamado apoya manos al afilar la cuchilla es necesario presionar ligeramente la superficie que se afila contra la muela en rotación y, para que el desgaste de esta última sea más uniforme y la superficie que se afila resulte plana, la cuchilla se debe desplazar continuamente a lo largo de la superficie de trabajo de la muela. Se afilan primeramente las caras principales y auxiliares de incidencia, a continuación la cara de desprendimiento y el vértice de la cuchilla.

Después del afilado se efectúa el afinado de la cuchilla, consistente en el esmerilado de las caras de desprendimiento a incidencia en una parte estrecha a lo largo del borde cortante, lo que garantiza la rectificación del filo y la elevación de la durabilidad de la cuchilla. El acabado de afinado se efectúa en las muelas de acabado de diamantes. La geometría de la cuchilla después del afilado se comprueba con plantillas especiales, transportadores de ángulos y

otros instrumentos. El afilado de las cuchillas lo tienen que realizar solamente aquellos obreros que conozcan las instrucciones sobre la técnica de seguridad, para trabajar con la máquina afiladora hay que observar los siguientes requisitos de seguridad:

- Antes de comenzar el afilado de la herramienta hay que asegurarse del buen estado de todos los mecanismos y dispositivos de la máquina, incluso de la cubierta protectora de la muela y el sentido correcto de rotación de la misma (la muela debe girar hacia la cuchilla).
- Comprobar la colocación correcta del apoya manos: la holgura entre la cara de trabajo de la muela y el extremo del apoya manos no debe exceder de 3 mm. Se permite una nueva colocación del apoya manos solamente después de que la muela esté parada por completo; se prohíbe trabajar en una máquina de afilar sin apoya manos ni cubierta protectora; Durante el afilado se debe cerrar la zona del afilado instalando una pantalla protectora transparente o ponerse gafas protectoras.

Es imprescindible observar las siguientes reglas para el uso de las cuchillas:

- Antes de conectar el avance, es necesario apartar la cuchilla de la pieza, lo que protege el borde de corte contra el desmenuzamiento; Se recomienda afilar periódicamente la cuchilla con una barra abrasiva de grano fino directamente en el porta cuchillas, lo que alarga la duración de servicio de la cuchilla.

- Se prohíbe dejar que el borde de incidencia de la cuchilla se embote considerablemente, es necesario reafilar esta última antes de

que comience a destruirse el borde de corte, o sea, con una anchura de la partes desgastada de la cara de incidencia principal de la cuchilla de 1 a 1,5 mm. Se prohíbe emplear las cuchillas como guarniciones, la cuchilla de aleación dura se debe entregar al almacén, cuando el inserto de aleación dura se ha separado del mango. Se prohíbe colocar las cuchillas sin orden (en montón) en la caja para las herramientas.

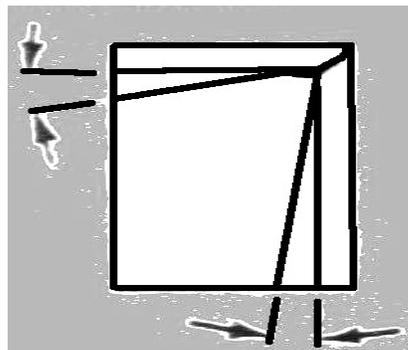
3.2.2 Ángulos de corte.

Para garantizar la capacidad de corte necesaria de la herramienta, obtener la precisión y calidad de acabado requeridas de las superficies de la pieza y también una alta productividad del trabajo, es imprescindible la elección acertada de la geometría de la cuchilla; es decir, la dimensión de los ángulos de la cabeza de la cuchilla.

Se diferencian los ángulos en el plano y los ángulos fundamentales de la cuchilla (ángulos de la cuña de trabajo). Los ángulos en el plano, son aquellos formados por los filos de la cuchilla y la dirección del avance.

Figura 37. Ángulo de la herramienta

Ángulo de salida lateral



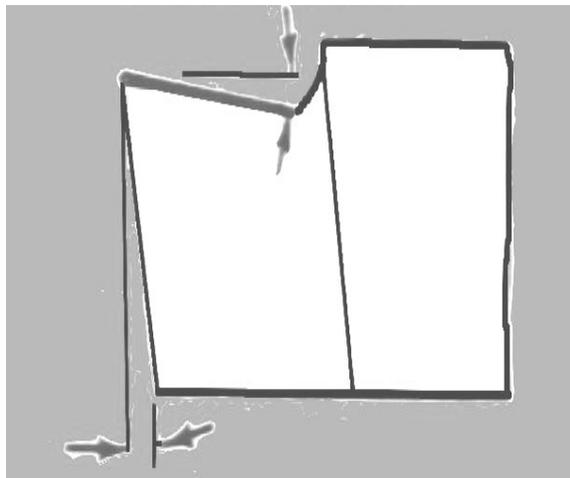
Ángulo de incidencia lateral

El ángulo de incidencia lateral, es el formado por la superficie esmerilada (flanco) y el lado vertical de la herramienta antes de afilarla, este ángulo es el que nos proporciona un espacio libre entre la superficie cortada de la pieza y el flanco de la herramienta.

El ángulo de salida lateral se refiere al ángulo entre la cara de la herramienta y una línea que representa la parte superior de la cuchilla sin esmerilar vista desde el extremo, este ángulo es el que controla el tipo de viruta producida durante el maquinado.

Figura 38. Ángulos de la cuchilla

Ángulo de salida posterior

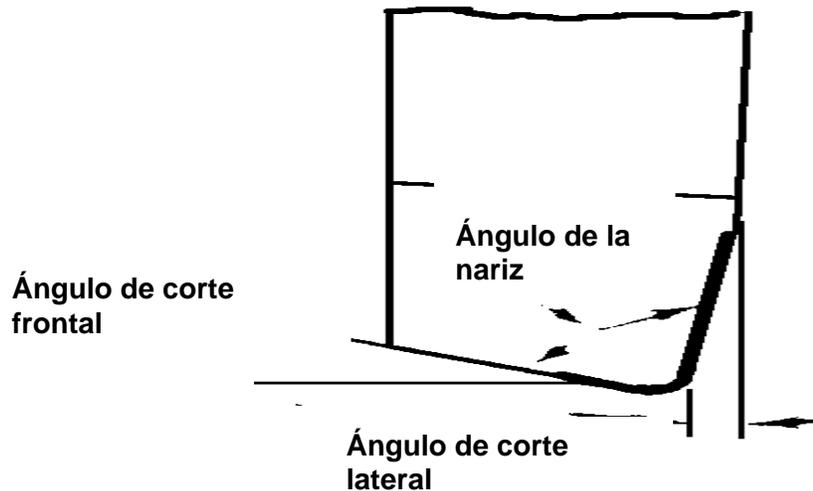


Ángulo de incidencia Frontal

El ángulo de incidencia frontal, es el formado entre el extremo del borde cortante y una línea vertical. Este ángulo proporciona espacio libre entre la superficie terminada de la pieza y la herramienta.

El ángulo de salida posterior separa la viruta de la pieza acabada y proporciona a la herramienta una acción rebanadora.

Figura 39. Ángulo de corte frontal y lateral



El ángulo de corte frontal proporciona espacio libre entre el cortador y la superficie acabada de la pieza.

- El ángulo de corte lateral separa la viruta de la superficie acabada.
- El radio de la nariz elimina la esquina frágil de la herramienta, prolonga la duración de la misma y mejora el acabado.

Los ángulos de filo asociados a los diferentes materiales son los siguientes:

1) Ángulos alfa, beta y gama.

- Aceros rápidos Materiales trabajar Metales duros

3) Alfa Beta Gama Material Alfa Beta Gama

- 8 68 14 Acero sin alear hasta 70 kg/mm² 5 75 10
- 8 72 10 Acero moldeado 50 kg/mm² 5 79 6
- 8 68 14 Acero aleado hasta 85 kg/mm² 5 75 10
- 8 72 10 Acero aleado hasta 100 kg/mm² 5 77 8

- 8 72 10 Fundición maleable 5 75 10
- 8 82 0 Fundición gris 5 85 0
- 8 64 18 Cobre 6 64 18
- 8 82 0 Latón ordinario, latón rojo, fundición de bronce 5 79 6
- 12 48 30 Aluminio puro 12 48 30
- 12 64 14 Aleaciones de aluminio para fundir y forjar 12 60 18
- 8 76 6 Aleaciones de magnesio 5 79 6
- 12 64 14 Materiales prensados aislantes (novotex baquelita) 12 64 14
- 12 68 10 Goma dura, papel duro 12 68 10
- Porcelana 5 85 0

3.2.3 Formas para fillos de uso común.

Figura 40. Fillos para cilindrar

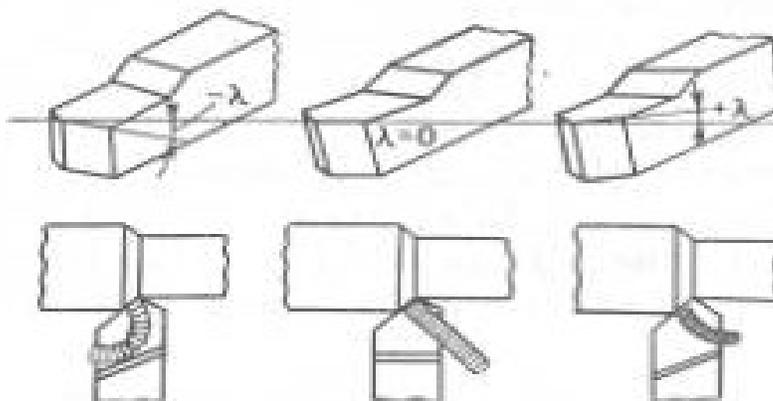


Figura 41. Formas de cuchillas para diferentes aplicaciones

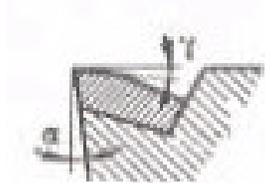
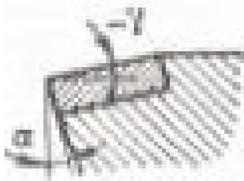
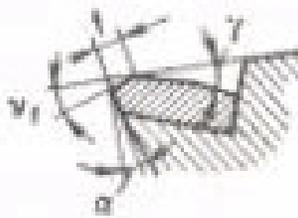
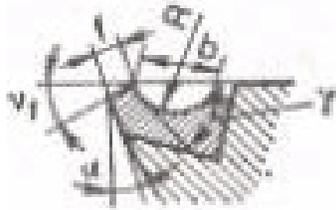
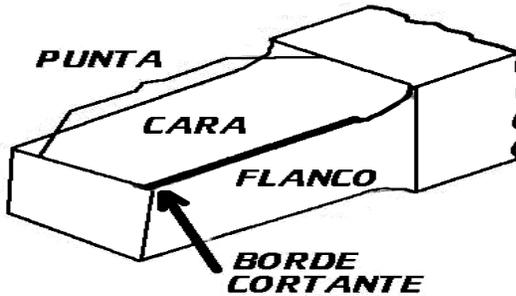
| Forma de Aguzado | Croquis |
|---------------------------------------|---|
| Plana, con ángulo de afilado positivo |  |
| Plana, con ángulo de afilado negativo |  |
| Plana, con bisel |  |
| De radio, con bisel |  |

Figura 42. Afilado para corte plano



3.2.4 Estructura metalúrgica de los útiles.

Materiales para las cuchillas.

La parte de trabajo de la herramienta de corte, incluyendo la cuchilla, debe tener alta dureza, alta resistencia térmica al rojo (tener la capacidad de no perder la dureza con temperaturas elevadas), alta resistencia al desgaste (resistencia al frote), así como ser lo suficientemente dúctil (resistencia a las cargas de impacto) Los materiales de los cuales se fabrican las partes de trabajo de las herramientas de corte deben obedecer a los requisitos mencionados.

Los materiales de herramientas se dividen en tres grupos.

En el primero están los materiales para las herramientas que trabajan a bajas velocidades de corte. A éstos pertenecen los aceros al carbono para herramientas, con una resistencia térmica al rojo de 250-300 o C.

El segundo grupo son los materiales para herramientas que trabajan a velocidades elevadas de corte, los aceros rápidos, estos aceros adquieren alta dureza, alta resistencia al desgaste y una resistencia térmica al rojo hasta temperaturas de 650 °C.

El tercer grupo reúne los materiales para herramientas que trabajan a altas velocidades de corte, los cermets, fabricados como plaquitas de varias dimensiones y formas. Que alcanza una resistencia al rojo de 1000°C. Para el labrado de aceros se emplean las aleaciones duras del grupo de titanio-tungsteno-cobalto (TK): T5K10 para el desbastado y corte interrumpido, T15K6 para el semiacabado y acabado.

Los materiales duros se han usado para cortar o deformar otros metales durante miles de años. Si embargo, en los últimos 150 años se han inventado o desarrollado mejores materiales. Por lo general, a medida de que se dispuso de mejores materiales, se construyeron máquinas herramientas más grandes y potentes para producir piezas maquinadas con mayor rapidez y economía.

Aceros al alto carbono.

Los aceros al alto carbón o carbono, se han usado desde hace más de tiempo que los demás materiales. Se siguen usando para operaciones de maquinado de baja velocidad y para algunas herramientas de corte para madera y plásticos. Son relativamente poco costosos y de fácil tratamiento térmico, pero no resisten usos rudos o temperaturas mayores de 350 a 400 °F (175 a 200 °C). Con acero al alto carbono se hacen machuelos, terrajas, rimas de mano y otras herramientas semejantes.

Los aceros de esta categoría se endurecen calentándolos arriba de la temperatura crítica, enfriándolos en agua o aceite, y templándolos según se necesite. Cuando se templan a 325 °F la dureza puede llegar hasta 62-65 Rockwell C. Las herramientas de corte de acero al alto carbón se nitruran con frecuencia a temperaturas que van de 930 a 1000 °F (500- 540 °C) para aumentar la resistencia al desgaste de las superficies de corte, y reducir su deterioro. Nótese que las herramientas de corte de acero al alto carbono

endurecido deben mantenerse frías mientras se afilan. Si aparece un color azul en la parte que se afila, es probable que se haya reblandecido por accidente.

Acero de alta velocidad.

La adición de grandes cantidades de Tungsteno hasta del 18%, a los aceros al carbono les permite conservar su dureza a mayores temperaturas que los aceros simples al carbono. La aleación de aceros de alta velocidad conocida como 14-4-1, que mantienen su filo a temperaturas hasta de 1000 a 1100 °F (540-590°C) permite duplicar, en algunos casos, la velocidad de corte con herramientas de estos aceros. También aumentaron la duración y los tiempos de afilado, con ello también se llegó al desarrollo de máquinas herramientas más poderosas y rápidas, lo que generó mayor productividad.

El acero Básico 184-1 (T-1) contiene el 10.5% de tungsteno, 4.1% de cromo, 1.1% de vanadio, de 0.7 a 0.8 % de carbono, 0.3 % de manganeso, 0.3% de silicio y el resto de hierro. Se han desarrollado variantes de esta aleación, las cuales tienen cobalto y de 0.7 a 0.8 % de molibdeno. Al aumentar el contenido de vanadio al 5%, se mejora la resistencia al desgaste. Los aceros de alta velocidad al tungsteno tienen hasta 12%, 10% de cobalto, en ese caso se llaman aceros de súper alta velocidad o aceros de alta velocidad al cobalto.

Por qué aumenta la resistencia al calor.

Los aceros de alta velocidad al molibdeno contienen tan solo de 1.5 a 6.5 % de tungsteno, pero tienen de 8 a 9 % de molibdeno, 4 % de cromo y 1.1 % de vanadio, junto con 0.3% de silicio e igual cantidad de manganeso, y 0.8% de carbón. Los aceros de alta velocidad al molibdeno - tungsteno, que también se conocen como aceros 5-5-2, 8-6-3 y 6-6-4, contienen aproximadamente 6 % de molibdeno, 6 % de tungsteno y vanadio en Proporciones que van del 2 al 4 %,

aproximadamente. Los aceros de alta velocidad se usan para herramientas de corte de aplicación a materiales tanto metálicos como no metálicos

Aleaciones coladas.

El término aleación colada o fundida se refiere a materiales constituidos por un 50% de cobalto, 30% de cromo, 18% de tungsteno y 2% de carbono. Las proporciones de esos metales no ferrosos varía, pero el cobalto es el material dominante y las herramientas hechas de estas aleaciones, con frecuencia se les llama "Stellite", permanecen duras hasta 1500 °F. Su dureza aproximada es 60 a 62 Rockwell C. Estas herramientas se funden y moldéan a su forma.

Por su capacidad de resistir calor y abrasión, las aleaciones coladas se usan para ciertas partes de motores y turbinas de gas, y para herramientas de corte. También son muy resistentes a la corrosión y permanecen tenaces hasta 1500 °F (815 °C), pero son más frágiles que los aceros de alta velocidad. También se les conoce como herramientas de carburo sinterizado, son capaces de trabajar a velocidades de corte hasta tres veces las del acero de alta velocidad.

El ingrediente principal es el polvo de carburo de tungsteno, que se compone del 95 % de tungsteno y 5% de carbono finamente pulverizados. Estos dos materiales se calientan y se combinan, formando partículas extremadamente duras de carburo de tungsteno. Este carburo se mezcla con un 5 a 10 % de cobalto en polvo, que funciona como aglomerante, y una pequeña cantidad de parafina. La mezcla a la que también se le puede agregar un poco de carburo de titanio para variar las características de la herramienta.

La herramienta se presinteriza calentándola a 1500 °F para quemar la cera. A continuación se sinteriza a 2500- 2600 °F, en este punto el cobalto se

funde y funciona como aglomerante formando una matriz que rodea las partículas de carburo, que no se funden. La cantidad de cobalto que se usa para aglomerar los carburos afecta la tenacidad y resistencia al choque, pero no son tan duras.

Las herramientas de carburo se dividen en dos categorías principales. Una de ellas se compone de las de carburo de tungsteno simple que son duras y tienen buena resistencia al desgaste. Son las más adecuadas para maquinar hierro colado, metales no ferrosos y algunos materiales no metálicos abrasivos. Los tipos más duros de carburos también se pueden emplear para dados de herramientas y otras aplicaciones en las que sea importante la resistencia al desgaste y los choques impuestos sean pequeños.

La segunda categoría (clase 5-8) comprende las combinaciones de carburo de Tungsteno y de titanio. Esos carburos se usan por lo general para maquinar acero, son resistentes a desportillamiento, que es un problema serio cuando se usa carburo de tungsteno para maquinar acero.

Herramientas de Cerámica.

Las herramientas de cerámica para corte se fabrican con polvo de óxido de aluminio, compactado y sintetizado en formas de insertos triangulares, cuadrados o rectangulares. Se pueden sintetizar sin aglomerante o con pequeñas cantidades de algún vidrio. Se han estado usando durante tan solo de 30 a 35 años y no se pueden emplear con eficacia en máquinas herramientas de baja potencia. Se necesitan máquinas muy rígidas y de gran potencia para aprovechar la resistencia al calor dureza de estos materiales.

Las herramientas de cerámica son muy duras, y son químicamente inertes, pero son más frágiles o quebradizas que los carburos u otros materiales. Los Insertos de cerámica para herramienta se pueden fabricar con

los métodos de prensado en frío o prensado en caliente, las herramientas prensadas en frío se compactan a una presión de 40000 a 50000 p.s.i y a continuación se sinterizan a temperaturas de 2000 a 3000 °F (1,100 a 1,650 °C). Los insertos de cerámica prensados en caliente se sinterizan estando a presión, y son más densos. La resistencia a la compresión de las herramientas de cerámica es muy alta, y tienen baja conductividad térmica.

Como son bastante frágiles, deben estar muy bien soportadas en portaherramientas, porque se pueden romper o dañar con facilidad si la máquina vibra. Las herramientas de cerámica son muy resistentes al desgaste, y en la máquina adecuada se pueden trabajar al doble de la velocidad de corte que las en las máquinas con herramientas de carburo. En algunos casos, hasta se pueden trabajar a mayores velocidades. Las herramientas de cerámica no se deben utilizar para cortes interrumpidos.

En los últimos años los diamantes se han usado más como herramientas de corte de punta, son particularmente eficaces cuando se usan con alto contenido de silicio. Un ejemplo de la utilización eficaz de los diamantes es la producción en masa de los pistones para automotores, con ello se ha logrado aumentar notablemente la cantidad de piezas fabricadas con grandes tolerancias de control.

3.2 Procedimientos de torneado.

Dentro de los procesos de torneado se encuentran una gama considerable para aplicar, aquí se darán a conocer los mas representativos con relación a su importancia, citaremos el Cilindrado, refrentado, torneado cónico, moleteado, ranurado o tronzado y roscado. Una de las operaciones de uso común en el torno es el montaje de una pieza.

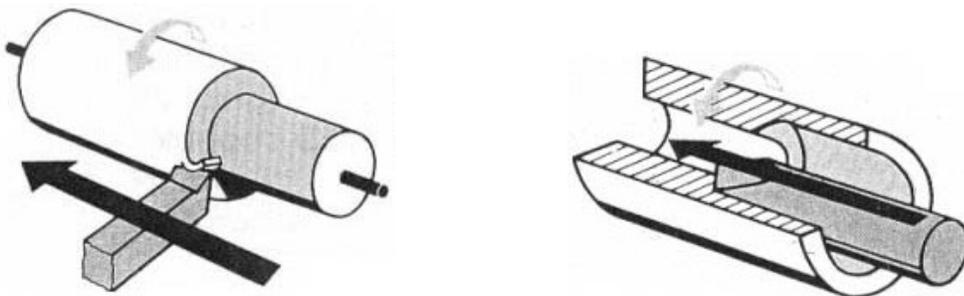
3.3.1 Montaje de una pieza.

El montaje de una pieza en el torno es de una gama muy extensa ya que va a depender del tipo de pieza y las operaciones que se tengan que ejecutar

3.3.2 Cilindrado.

Consiste en mecanizar un cilindro recto de longitud y diámetro determinado. Una vez iniciado el corte con la profundidad y avance deseado, la herramienta, desplazándose automáticamente, realiza el trabajo. En general se dan dos clases de pasadas, una o varias pasadas de desbaste para llevar la pieza a la cota deseada y una pasada de acabado para alisar la superficie. La Figura muestra un esquema de la operación.

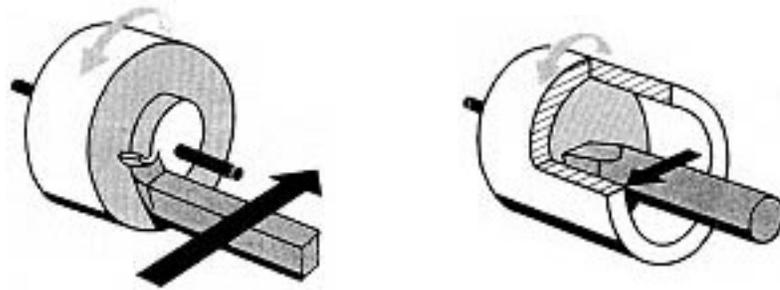
Figura 43. Procesos de cilindrado exterior e interior



3.3.3 Refrentado.

Es el proceso de maquinar el extremo de la pieza de trabajo para que esté a escuadra en alineación a la línea del centro. En general para cortes de desbaste, la herramienta se avanza desde el exterior de la pieza de trabajo hacia el centro. Para corte de acabado la herramienta se mueve desde el centro de la pieza de trabajo hacia la periferia.

Figura 44. Procesos de refrentado exterior e interior



Procesos de refrentado exterior e interior.

Torneado cónico. Este proceso consiste en dar forma cónica al material en rotación haciendo desplazar la herramienta oblicuamente al eje del torno, conforme a la inclinación dada al carro superior. Las Figuras muestran la operación de torneado cónico y las dimensiones que se deben tener en cuenta para el cálculo del ángulo de inclinación el carro superior ($\alpha/2$), respectivamente. El ángulo de inclinación se determina utilizando la siguiente expresión:

$$\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{(D - d)}{2L}$$

Figura 45. Procesos de torneado cónico exterior e interior

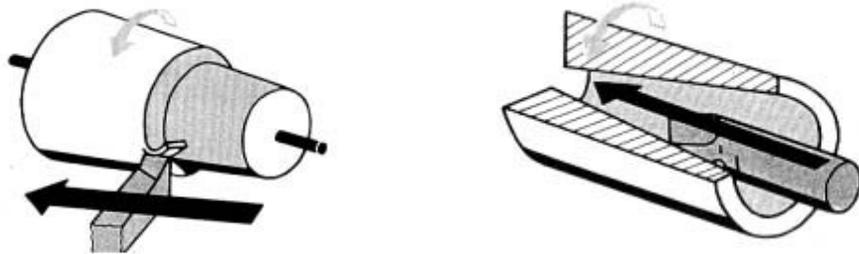
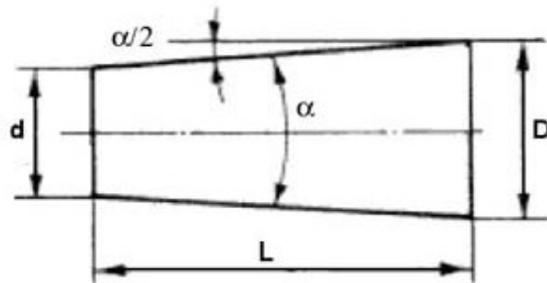
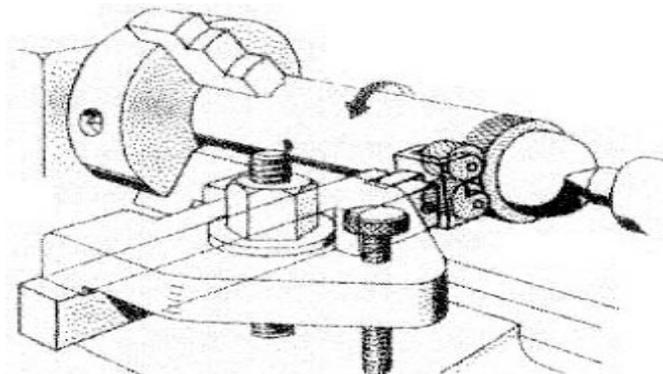


Figura 46. Ángulo de inclinación en el de torneado cónico



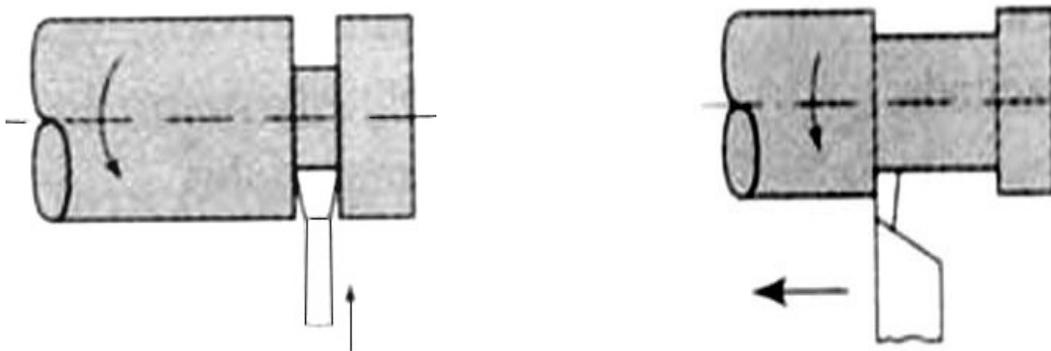
Moletado. Este proceso consiste en presionar una herramienta con figuras en forma de diamante o en líneas rectas sobre la superficie de una pieza de trabajo, como se muestra en la Figura, en el moletado el material no presenta desprendimiento de viruta sino que se conforma una partícula en forma de aserrín.

Figura 47. Operación de moletado



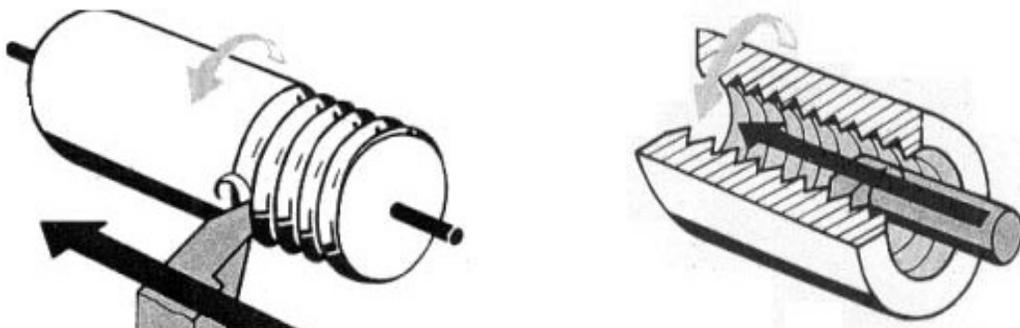
Ranurado o tronzado. Consiste en hacer surcos o gargantas cilíndricas sobre una pieza. La Figura ilustra esta operación.

Figura 48. Procesos de ranurado



Roscado. Es un proceso que consiste en dar forma triangular al filete de una rosca por penetración perpendicular de una herramienta conducida por el carro transversal. La Figura ilustra los procesos de roscado exterior e interior.

Figura 49. Procesos de roscado exterior e interior



3.3.4 Ecuación de la velocidad de corte.

$$V = \frac{\pi * d * n}{1000}$$

Donde:

V= Velocidad de corte (m /min.)

d = Diámetro de la pieza (mm.)

n = Revoluciones por minuto (rpm).

3.3.5 Tiempo invertido en el torneado.

Calculo del tiempo disponible:

$$T_d = T_r + T_h + T_n + T_v$$

Donde:

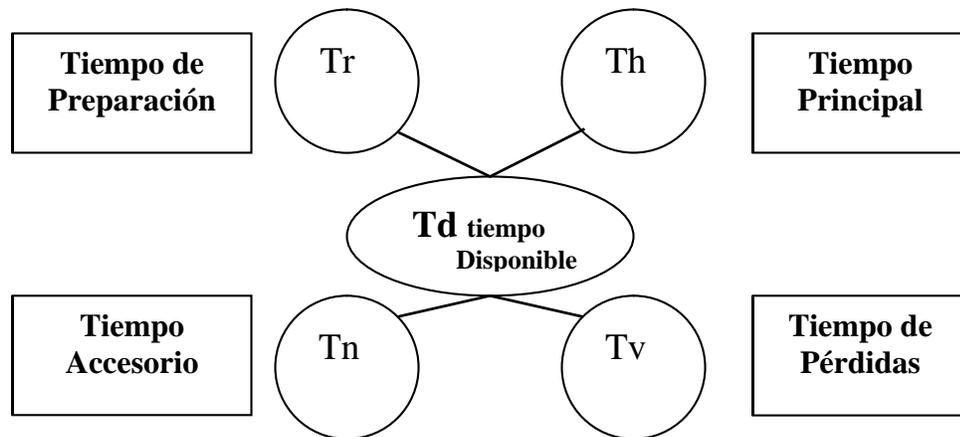
1-Tr = Tiempo de Preparación

2-Th = Tiempo Principal

3-Tn = Tiempo Accesorio

4-Tv = Tiempo de Pérdidas

Figura 50. Diagrama del tiempo disponible



3.3.6 Variables del arranque de viruta.

Según las condiciones del maquinado y del material a trabajar resulta la viruta de varias formas.

- **La viruta de elementos.**

Se obtiene al trabajar metales duros y poco dúctiles (por ejemplo, acero duro) con bajas velocidades de corte.

- **La viruta escalonada.**

Se forma al trabajar aceros de la dureza media, aluminio y sus aleaciones con una velocidad media de corte, esta representa una cinta con la superficie lisa por el lado de la cuchilla y dentada por la parte exterior.

- **La viruta fluida continúa.**

Se obtiene al trabajar aceros blandos, cobre, plomo, estaño y algunos materiales plásticos con altas velocidades de corte.

- **La viruta fraccionada.**

Se forma al cortar materiales poco plásticos (hierro colado, bronce) y consta de trocitos separados, las operaciones de maquinado realizadas en tornos, fresadoras o máquinas-herramienta similares, producen virutas de tres tipos básicos: discontinuas, continuas, y continuas con borde acumulado.

- **Viruta discontinua.**

Se originan cuando se cortan metales frágiles, como el hierro colado o fundido y bronce duro, e incluso cuando se cortan metales dúctiles en deficientes condiciones de corte. Conforme la punta de la herramienta cortante hace contacto con el metal, ocurre cierta compresión, y la viruta comienza a fluir a lo largo de la intercala viruta-herramienta. Conforme se aplica más esfuerzo al metal frágil mediante la acción de corte, el mismo se comprime hasta que alcanza el punto donde ocurre la ruptura, y la viruta se separa de la porción sin maquinar.

Este ciclo se repite indefinidamente durante la operación de corte, ocurriendo la ruptura de cada segmento en el ángulo o plano de corte. Generalmente, como resultado de estas rupturas sucesivas, se produce una superficie defectuosa en la pieza. La vibración de la máquina o de la herramienta hace que a veces se produzcan virutas discontinuas cuando se cortan metales dúctiles. Las siguientes condiciones favorecen la producción de la viruta discontinua:

1. Material de trabajo frágil.
2. Un ángulo de ataque pequeño en la herramienta de corte.

3. Grosor grande de viruta (avance burdo o grueso).
4. Baja velocidad de corte.
5. Vibración excesiva de la máquina.

- **Viruta continua.**

Es una tira continua de metal producida cuando el flujo del metal adyacente a la cara de la herramienta, no es retardada mucho por un borde acumulado o por fricción en la intercara viruta-herramienta. La viruta continua se considera la ideal para una acción de corte eficiente, ya que resulta en mejores acabados superficiales. Cuando se cortan materiales dúctiles, el flujo plástico del metal ocurre en el metal deformado que desliza sobre gran cantidad de planos cristalográficos. A diferencia de la viruta discontinua, no ocurren fracturas o rupturas debido a la naturaleza dúctil del metal.

La estructura cristalina del metal dúctil se alarga cuando es comprimida debido a la acción de la herramienta de corte y conforme la viruta se separa del metal. Su proceso de formación ocurre en un solo plano, que se extiende desde la herramienta de corte hasta la superficie de trabajo no maquinada.

El área donde ocurre la deformación plástica de la estructura cristalina y el corte se conoce como zona de corte. El ángulo según el cual, la viruta se separa del metal, se llama ángulo de corte. Conforme progresa la acción de corte, es comprimido el metal inmediatamente delante de la herramienta de corte, con una deformación (alargamiento) resultante de la estructura cristalina. Esta elongación ocurre en la dirección del corte. Conforme prosigue este proceso de compresión y elongación, el material por encima del borde de corte es forzado a lo largo de la intercara viruta-herramienta, con alejamiento desde la pieza de trabajo.

El acero para máquinas generalmente forma una viruta continua (sin quebradura) con muy poco o ningún borde acumulado, cuando se maquina con una herramienta de corte de carburo cementado o con una de acero de alta velocidad y líquido para corte. Para reducir la resistencia que ocurre conforme la viruta comprimida se desliza a lo largo de la intercara viruta-herramienta, se rectifica a un ángulo de inclinación adecuado en la herramienta, y se utiliza líquido de corte durante la operación.

Estas características permiten a la viruta comprimida fluir con relativa libertad a lo largo de la intercara viruta-herramienta. Una capa brillante en la parte posterior de la viruta de tipo continuo indica condiciones de corte ideales, con poca resistencia al flujo de la viruta.

Las condiciones favorables para producir viruta de este tipo son:

1. Material dúctil de trabajo
2. Espesor de viruta pequeño (avances relativamente finos)
3. Borde bien afilado de la herramienta de corte
4. Un gran ángulo de ataque en la herramienta
5. Altas velocidades de corte
6. Enfriamiento de la herramienta cortante y la pieza de trabajo mediante el uso de líquidos de corte
7. Una mínima resistencia al flujo de viruta mediante:
 - a. Un eficaz pulido en la cara de la herramienta de corte
 - b. Uso de líquidos de corte para evitar la formación de borde acumulado
 - c. Empleo de materiales de herramienta de corte, como carburos cementados, que tengan un bajo coeficiente de fricción
 - d. Materiales de maquinado libre (aleaciones con elementos como plomo, fósforo y azufre).

Viruta continua con borde acumulado.

El acero para máquinas de bajo carbono, y muchos aceros de aleación de alto carbono, cuando se cortan con una velocidad de corte baja y una herramienta de acero de alta velocidad sin el uso de líquidos para corte, generalmente producen una viruta de tipo continuo con borde acumulado.

El metal frente a la herramienta de corte es comprimido y forma una viruta, que comienza a fluir por sobre la intercara viruta-herramienta. Como resultado de la alta temperatura, y de la alta resistencia a la fricción contra el flujo de la viruta, en dicha intercara o entrecara, pequeñas partículas de metal comienzan a adherirse al borde de la herramienta cortante, mientras la viruta se desprende.

Conforme continúa el proceso de corte, más partículas se adhieren a la herramienta, y resulta un mayor acumulamiento que afecta la acción cortante. El borde acumulado aumenta en tamaño y se vuelve más inestable; finalmente se alcanza un punto en el cual se desprenden fragmentos. Porciones de los mismos se adhieren tanto a la viruta como a la pieza de trabajo. El crecimiento y la ruptura del borde acumulado ocurren rápidamente durante la acción de corte, y se recubre la superficie maquinada con una multitud de fragmentos acumulados, que se identifican usualmente por una superficie áspera y granular. Estos fragmentos se adhieren y dañan la superficie maquinada, lo que resulta en un acabado superficial impropio.

Esta viruta además de ser la causa principal de aspereza superficial, también acorta la duración de la herramienta de corte. Cuando una de estas herramientas comienza a perder el filo, provoca una acción de roce o compresión en la pieza, lo que generalmente produce superficies endurecidas

por el trabajo. Este tipo de viruta afecta la vida útil de la herramienta de corte en dos formas:

Los fragmentos del borde acumulado erosionan el flanco de la herramienta cuando escapan junto con la pieza de trabajo y la viruta. Se provoca un efecto de craterización a poca distancia del borde cortante, donde la viruta hace contacto con la cara de la herramienta. Conforme tal efecto continúa, eventualmente se extiende más cerca del borde cortante hasta que ocurre una fractura o ruptura.

En la viruta producida en el trabajo de torno, se puede apreciar un cambio de color, pasando del color del metal a un color azulado, junto a esto también se incrementa la temperatura en la viruta, herramienta de corte y pieza de trabajo. La viruta puede ser continua; el cambio en el color se debe a la deformación de la estructura cristalina del metal.

3.3.7 Roscado interno y externo.

Definición.

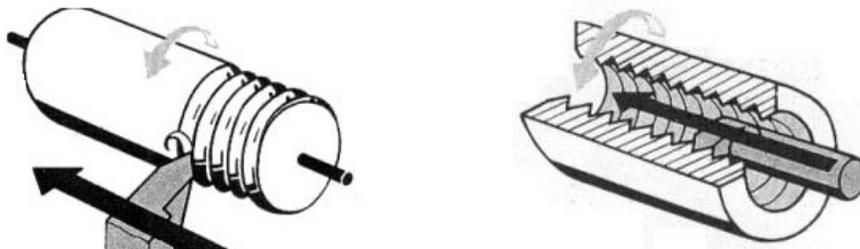
Existen varias definiciones distintas para lo que son procesos de roscado, pero todas puestas en un conjunto, dan una idea bastante clara de lo que son procesos de roscado. Se define roscado como un proceso que consiste en dar forma triangular al filete de una rosca por penetración perpendicular de una herramienta conducida por el carro transversal Otra definición muy útil de roscado es proceso que permite tallar una ranura larga y en forma de espiral en una pieza de trabajo. Los procesos de roscado son de vital importancia en la fabricación de dispositivos de sujeción.

El roscado consiste en la mecanización de espirales interiores o exteriores sobre una superficie circular. Este tipo de sistemas de unión y

sujeción (roscas) está presente en todos los sectores industriales en los que se trabaja con materia metálica. Una Rosca es una arista helicoidal de un tornillo (rosca exterior) o de una tuerca (rosca interior), de sección triangular, cuadrada o roma, formada sobre un núcleo cilíndrico, cuyo diámetro y paso se hallan normalizados, se denomina rosca al fileteado que presentan los tornillos y los elementos a los que éstos van roscados (tuercas o elementos fijos). Las roscas se caracterizan por su perfil y paso, además de su diámetro.

- Rosca externa:
Es una rosca en la superficie externa de un cilindro.
- Rosca Interna:
Es una rosca tallada en el interior de una pieza, tal como en una tuerca

Figura 51. Elaboración de Rosca externa e interna



Terminología de las roscas de tornillos.

Rosca de tornillo. Un filete de sección uniforme que se extiende en forma de hélice sobre la superficie exterior o interior de un cilindro o cono.

Rosca recta. Rosca tallada sobre un cilindro o cono

- Rosca externa un tornillo
- Rosca interna una tuerca.
- Rosca a la derecha. Visto desde la cabeza, rosca arrollada en el sentido de las manecillas del reloj.

- Rosca a la izquierda. Es lo contrario a la anterior; se designa por L-H (left-hand)

Forma. El perfil (de la sección transversal) del filete ó hilo de la rosca.

Cresta. La arista o superficie que une los flancos o caras de una rosca y que está más alejada del cilindro o cono sobre el que sobresale la rosca.

Raíz o fondo. La arista o superficie que une los flancos o lados de filetes adyacentes y que coincide con el cilindro o cono del que sobresale la rosca.

Paso. La distancia entre dos puntos correspondientes de dos filetes o hilos consecutivos medida paralelamente al eje. Esta distancia es una medida del tamaño de la forma de la rosca usada.

Avance. La distancia que una pieza roscada se mueve axialmente, respecto a la pieza fija en que encaja, en una revolución completa.

Hilos por pulgada. El recíproco del paso y el valor especificado para regir el tamaño de la forma de la rosca.

Diámetro mayor o nominal. El diámetro más grande de una rosca de tornillo.

Diámetro menor o de la raíz. El diámetro más pequeño de una rosca de tornillo.

Diámetro de paso o primitivo. En una rosca recta, el diámetro de un cilindro imaginario cuya superficie corta a las formas o perfiles de los filetes de modo que sus anchos y los huecos entre ellos sean iguales.

Profundidad de la rosca. La distancia entre la cresta y la raíz medida perpendicularmente al eje.

3.3.8 Refrigerantes y lubricantes de corte.

Tipos de refrigerantes.

Hay refrigerantes solubles al agua y no solubles al agua. Los refrigerante no solubles tienen un efecto de lubricación y los solubles al agua tienen un efecto de enfriamiento.

Refrigerantes no solubles al agua.

Los mismos incluyen lo siguiente:

- Aceite mineral (aceite de máquina)
- Aceite grasoso (aceite de soja, semillas de colza)
- Aceite mixto (aceite mineral + 5%-30% grasa y aceite)
- Aceite de presión extrema (Aceite mineral + aditivos de presión extrema)

Los refrigerantes no solubles al agua no son adecuados para el mecanizado de alta velocidad debido a problemas ambientales, tales como humo y regulación de encendido. Por ello, los refrigerantes no solubles al agua son utilizados para escariado, fresado y desbaste; donde las velocidades de corte son relativamente bajas. Para el perforado de agujeros profundos con brocas cañón, los cuales requieren una viscosidad moderada como efecto de lubricación y evacuación de virutas, son utilizados refrigerantes no solubles al agua.

Refrigerantes solubles al agua.

El refrigerante soluble al agua utiliza un agente superficial activo para mezclar un refrigerante con base aceitosa con agua. Además de minerales y

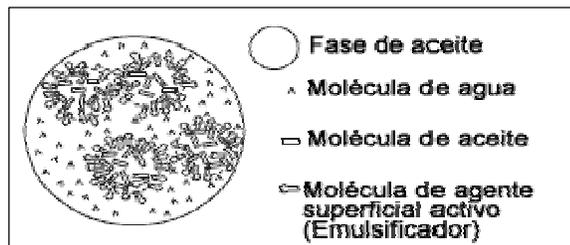
aceite, pueden incluirse aditivos de presión extrema, anti-oxidantes, anti-sépticos y anti-espuma.

Emulsión.

El Oleum está hecho al agregar una pequeña cantidad de emulsificador, antiséptico y otros componentes del aceite mineral.

Si se mezcla con agua, la emulsión se torna blanca. Este tipo de refrigerante es utilizado principalmente en torneado y fresado.

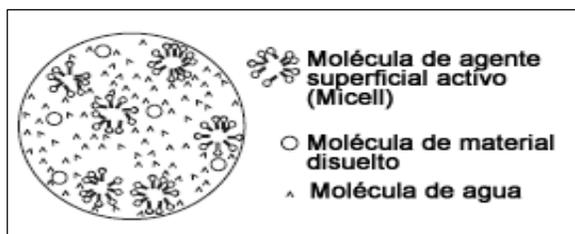
Figura 52. Corte húmedo soluble



Soluble.

El Oleum es generado al agregar grandes cantidades de aditivos a una pequeña cantidad de aceite mineral. Si es mezclado con agua, la solución se tornará translúcida. Este tipo de refrigerante es principalmente utilizado para afilado y centros de mecanizado.

Figura 53. Corte en seco



El corte en seco fue inspirado por una política ambiental alemana. Ya que el mecanizado en seco beneficia al usuario y al ambiente, hay una tendencia a creer que el uso de refrigerantes en máquinas será prohibido en un futuro cercano.

3.3.9 Medidas de seguridad.

Medidas de seguridad básicas para uso de torno

El torno, como la mayor parte de las demás máquinas herramienta, puede representar riesgos si no se le opera correctamente. Un buen operador de torno es un operador seguro, que está al tanto de la importancia de mantener la máquina y el área circundante limpia y ordenada. Los accidentes con cualquier máquina no suceden así como así; por lo general son provocados por descuidos y usualmente puede evitarse. Para minimizar las posibilidades de accidentes cuando se opera un torno, deben observarse las siguientes precauciones de seguridad:

- Siempre utilice gafas de seguridad aprobadas. Durante la operación del torno, las virutas vuelan y es importante proteger sus ojos.
- Súbase las mangas, quítese la corbata y sujete la ropa suelta. Las mangas cortas son preferibles, porque la ropa suelta puede quedar atrapada por los perros de torno, mandriles y partes que giran del torno. Usted puede ser jalado hacia la máquina y lesionarse seriamente.
- Nunca utilice anillos o reloj.
Los anillos o relojes pueden quedar atrapados en la pieza giratoria o en las partes del torno y provocar serias lesiones.
Un objeto metálico que cayera sobre la mano doblaría o rompería el anillo, provocando gran dolor y sufrimiento hasta que pudiera retirarse el anillo.
- No opere el torno hasta que comprenda a fondo sus controles.

Puede resultar muy peligroso ignorar lo que puede suceder cuando se activen palancas o interruptores.

- Asegúrese que puede detener la máquina rápidamente en caso que suceda algo inesperado.
- Nunca opere una máquina si las guardas de seguridad no están colocadas o no están correctamente cerradas.

Las guardas de seguridad han sido instaladas por el fabricante para cubrir engranajes, banda o ejes giratorios.

Si no se vuelven a colocar las guardas, la ropa suelta o la mano pueden quedar atrapados en las partes giratorias.

- Detenga el torno antes de medir la pieza de trabajo o antes de limpiar, aceitar o ajustar la máquina. La medición de piezas en movimiento puede ser como resultado herramientas rotas o lesiones personales.
- No utilice un trapo para limpiar la pieza de trabajo o la máquina cuando el torno esté operando. El trapo puede quedar atrapado y ser jalado hacia adentro, junto con su mano.
- Nunca intente detener el mandril de un torno o el plato impulsor con la mano. Esta puede lastimarse o sus dedos romperse, si quedan atrapados en las ranuras y extensiones del plato o mandril.
- Asegure que el mandril o el plato estén montados firmemente antes de arrancar el torno.
- Si el torno arranca con un accesorio del husillo flojo, la rotación aflojará el accesorio y provocará que salga volando del torno.
- Un accesorio pesado, con la velocidad creada por el husillo giratorio, puede volverse en un misil peligroso.
- Retire siempre la llave del mandril después de usarla. ¡Nunca la deje en el mandril en ningún momento! Si el torno arranca con la llave de mandril dentro de éste, podría ocurrir lo siguiente:
- La llave podría salir volando y lastimar a alguien.

- La llave podría atascarse contra la bancada del torno, dañando la llave, la bancada del torno, el mandril y el husillo del torno.
- Mueva el carro longitudinal hasta la posición más lejana del corte y gire el husillo del torno una vuelta completa a mano antes de arrancarlo, esto asegurará que todas las partes están libres y sin atascarse, también evitará un accidente y daños al torno.
- Mantenga el piso alrededor de la máquina libre de grasa, aceite, herramientas y piezas de trabajo.
- El aceite y la grasa pueden provocar caídas, que pueden resultar en lesiones dolorosas.
- Los objetos sobre el piso son riesgos que pueden provocar accidentes por tropezones.
- Evite los juegos bruscos en todo momento, en especial cuando opere cualquier máquina herramienta.
- Los juegos bruscos pueden resultar en caídas o empujones hacia el eje o pieza de trabajo girando.
- Siempre elimine las virutas con un cepillo, nunca con la mano o con tela. Las virutas de acero son filosas y pueden provocar cortadas si se manejan con las manos o con un trapo que tenga virutas incrustadas.
- Siempre que esté puliendo, limando, limpiando o haciendo ajustes a la pieza de trabajo o a la herramienta, retire la herramienta filosa del portaherramientas para evitar cortadas serias a sus brazos o manos.

3.4 Contenido del informe de la práctica.

El contenido de este informe se recopilar los datos investigados en las fuentes de consulta así como los datos obtenidos en la practica de laboratorio, como se solicita en los subtítulos siguientes.

3.4.1 Introducción y objetivos.

En la introducción el estudiante dará a conocer en forma sencilla y sintetizada la temática en la cual se fundamenta el informe, en los objetivos podrá definir los alcances de de la practica.

3.4.2 Definición de máquina herramienta.

Conocer una maquina-herramienta es vital importancia para un ingeniero industrial por las diversas aplicaciones en le plano de la producción, se debe tener bien claro porque se le llama maquina herramienta y para que se utiliza.

3.4.3 Describa los procedimientos de torneado.

En el desarrollo de los trabajos en el torno existen muchas operaciones o procedimientos que se realizan de una manera continua, en esta sección el estudiante debe saber cuales son los más utilizados.

3.4.4 Plano de trabajo.

El estudiante debe elaborar un plano de trabajo según la pieza que se va a elaborar, el plano debe llevar consignadas todas las medidas nomenclaturas aplicando el sistema de medida mas adecuado.

3.4.5 Plan de trabajo.

El plan de trabajo va de la mano con el plano de trabajo, en el plan deberán estar todos los detalles de las operaciones en un orden de prioridades.

3.4.6 Cálculo del tiempo invertido en el torneado.

Para tener claro un tiempo de producción es muy importante el cálculo del tiempo invertido en el proceso de torneado el cual involucra variables que el ingeniero explicara en clase.

3.4.7 Cálculo de la velocidad de corte.

La velocidad de corte es un dato que se puede y debe calcular previo a las operaciones de maquinado mediante la aplicación de la ecuación relacionada con las operaciones en el torno.

3.4.8 Gráfica de diámetros de piezas vrs RPM.

El estudiante debe elaborar una grafica en la que se establezca que para un diámetro de broca debe seleccionarse la velocidad adecuada la cual permita la conservación de la herramienta y de la pieza.

3.4.9 Conclusiones de la práctica

Todo informe debe tener una forma de establecer que fue lo aprendido y medir si los objetivos se cumplieron en un alto porcentaje, por lo tanto en las conclusiones el estudiante dejara plasmado el verdadero objetivo de la práctica.

4. PRACTICA DE FRESADO.

4.1 Descripción del equipo.

Las primeras herramientas de fresado fueron utilizadas al principio en tornos accionados a pedal; hasta que Eli Whitney fabricante de armas, recibió en 1818, el encargo de fabricar miles de fusiles para el gobierno de U.S.A. Estudió la posible fabricación en serie y construyó por esta causa, la primera máquina de fresar.

Poco después en 1820, Robert Johnson construye una fresadora, en la que se aprecia un fuerte avance en la técnica del fresado.

Basado en la experiencia de sus antecesores, James Nasmyth, construye en 1830 una fresadora provista de un divisor para el mecanizado de tornillos hexagonales.

Poco después, la empresa "Gay & Silver" inspirada en el modelo de Whitney construye una fresadora enteramente metálica provista de un carro de reglaje vertical, con soporte para el husillo porta - herramienta.

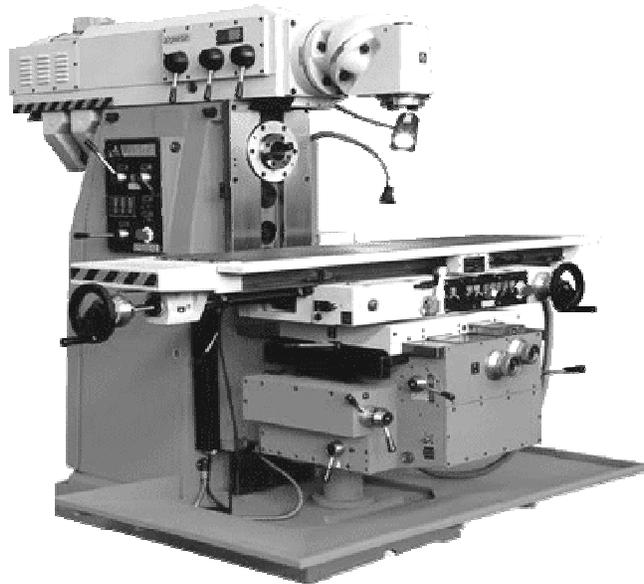
El ingeniero Howe, diseñador de "Robbins & Lawrence", realiza en 1848 una fresadora más robusta y precisa, con polea de tres escalones y con desplazamientos en sentido vertical, horizontal y transversal. Ante la necesidad de resolver el fresado de engranajes helicoidales y rectos, Joseph R. Brown, diseña y construye el año 1862, la primera fresadora universal, equipada con divisor universal, consola con desplazamiento vertical, curso transversal y avance automático de la mesa longitudinal.

Definición:

Una fresadora es una máquina-herramienta utilizada para dar formas complejas a piezas de metal u otros materiales. Son máquinas que pueden

ejecutar una gran cantidad de operaciones de mecanizado complejas, como cortes de ranuras, planificación, perforaciones, encaminado, etcétera.

Figura No. 54 Esquema de una Fresadora



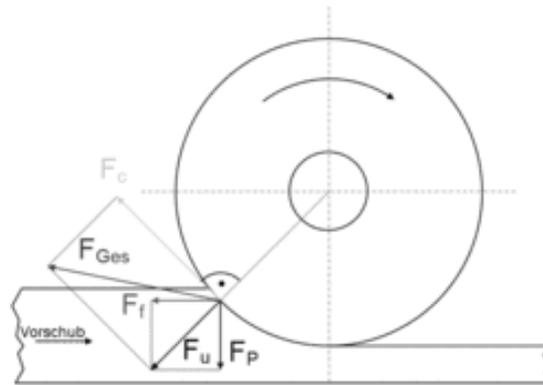
Dependiendo de la complejidad de la fresadora, ésta puede, o no, tener un controlador electrónico el cual sea capaz de recibir instrucciones para su operación automática. Los movimientos en el trabajo realizado con una fresadora observan el dictado de los planos cartesianos; pues en un caso sencillo, dígase de una fresadora manual, la acción será la de una vertical o una horizontal, más en una máquina más sofisticada, la dirección de movimientos puede ser combinada, aún en mayor cantidad de movimientos axiales, los cuales se subscriben a la regla de la mano derecha.

Forma básica.

Su forma básica es la de un cortador rodante que gira en el eje vertical. El cortador se puede mover en tres dimensiones y, en muchos casos, lo puede hacer con diversas orientaciones con relación a la pieza a mecanizar. Esto

contrasta con el taladro, que sólo se puede mover en una dimensión mientras corta.

Figura No. 55 Forma básica del movimiento de Fresado



Las fuerzas sobre una herramienta cortante para un material dado dependen de un número de consideraciones.

Las fuerzas en las herramientas no cambian significativamente con un cambio en la velocidad de corte.

A mayor avance de la herramienta, mayores fuerzas.

A mayor profundidad de corte, mayores fuerzas.

La fuerza tangencial aumenta con el tamaño de la viruta.

La fuerza longitudinal disminuye si el radio de la punta se hace más grande o si el ángulo del filo lateral cortante aumenta.

En cerca de 1% de cada grado, se reduce la fuerza tangencial, en tanto el Angulo de inclinación posterior aumenta.

El uso de un refrigerante reduce ligeramente las fuerzas en una herramienta, pero aumenta considerablemente su duración.

4.1.1 Uso y aplicaciones

Es una estructura resistente muy rígida en forma de cajón que contiene el motor de accionamiento y la caja de velocidades. Esta es del tipo de trenes de engranajes intermedios en el que el accionamiento se realiza con ayuda

de un dispositivo más o menos complejo que arrastra el husillo colocado en la parte superior. El montado del husillo presenta similitudes con el del torno. Está montado con dos rodamientos de rodillos cónicos que absorben los esfuerzos axiales, un rodamiento de rodillos cilíndricos colocado atrás o bien, cuando el husillo cilíndricos colocados atrás y que sirve de guía.

Delante de la estructura se desplaza verticalmente una ménsula que lleva un carro que se desplaza transversalmente. Este carro sostiene la mesa que se desplaza en sentido longitudinal. Estos movimientos: vertical, transversal y longitudinal se obtienen por tornillos y tercas y pueden ser manuales o automáticos.

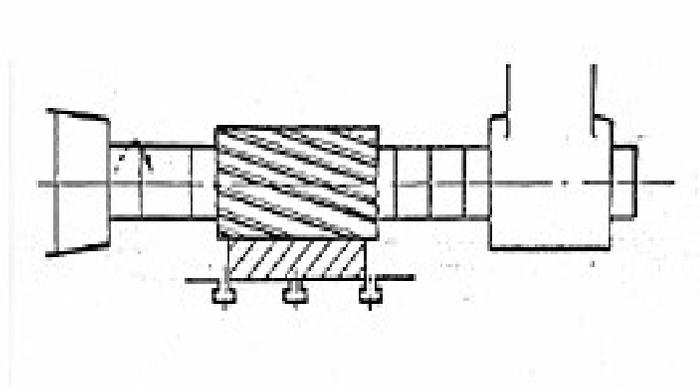
Los desplazamientos de la mesa se denominan avances, pueden hacerse a velocidades muy variables gracias a una caja de engranajes colocada en la ménsula; el movimiento del motor se transmite a la caja por un árbol acanalado. Las virutas son arrancadas en el fresado por medio de la rotación de la fresa cuyos filos están dispuestos en forma circunferencial. **El movimiento de rotación de la fresa se llama movimiento principal o de corte.** Para conseguir el espesor de viruta ejecuta la pieza un movimiento de avance.

En el fresado cilíndrico el eje de la fresa se halla dispuesto paralelamente a la superficie de trabajo en la pieza. La fresa es de forma cilíndrica y arranca las virutas con los filos de su periferia. En el fresado frontal el eje de la fresa es normal a la superficie de trabajo. La fresa corta no solamente con los dientes de su periferia, sino también con los frontales.

4.1.1.2 Planeado

Se mecanizan en las piezas superficies planas para múltiples aplicaciones: superficies de apoyo, juntas estancas, superficies de guías de deslizamiento, etc. Se puede realizar con fresado frontal o cilíndrico. En fresado frontal, si el plano es muy ancho, será necesario dar varias pasadas, que habrán de solaparse ligeramente para evitar discontinuidades.

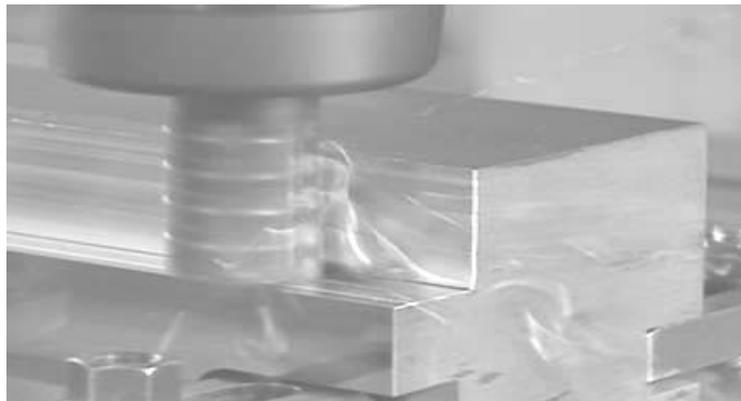
Figura No. 56 Proceso de planeado



4.1.1.3 Escuadrado

Se trata de mecanizar una escuadra o ángulo recto, de forma que uno de los planos se obtiene con la parte frontal de la fresa y el otro con la parte periférica.

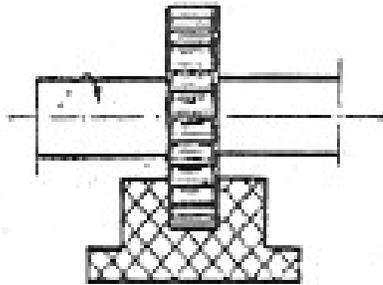
Figura No. 42 Proceso de Escuadrado en la Fresadora



4.1.1.4 Ranurado

En el caso de ranuras rectangulares, se obtienen tres planos en una pasada. Se puede realizar con fresas de disco o con fresas cilíndricas de mango. Las ranuras que requieren unas tolerancias dimensionales más estrechas se realizan en varias pasadas. Primero se abre el canal central y se repasan después los laterales. Al emplear fresas de mango, hay que tener cuidado con los momentos flectores que aparecen. Si el trabajo exige grandes voladizos se usan adaptadores antivibratorios.

Figura No. 58 Proceso de Ranurado



Aplicaciones del ranurado:

- Fresado de chaveteros.
- Fresado de ranuras en "T", utilizando fresas especiales.
- Fresado de ranuras especiales:
 - a) Ángulo
 - b) Colas de milano
 - c) Perfiles curvos

En este tipo de operaciones la refrigeración es muy importante, puesto que la pieza queda encerrada y en las paredes se genera un gran calor. Es

Necesario mantener la pieza y la herramienta fría para evitar desbalances metalúrgicos en ambas.

4.1.2 Partes Principales.

Partes principales de la máquina de fresado

El cuerpo de la fresadora: soporta el husillo de fresar horizontalmente dispuesto, los accionamientos principal y de avance, la mesa de consola móvil con carro transversal y mesa de sujeción y el brazo superior que frecuentemente se descarga, apoyándolo en un soporte.

El husillo de fresar: es soportado por cojinetes de deslizamiento o por cojinetes de rodadura. Para garantizar un funcionamiento silencioso se realiza en dimensiones que le den robustez. Para sujetar el útil de fresar, la cabeza del husillo tiene un cono exterior y un cono interior. El mecanismo del accionamiento principal da al husillo de fresar el movimiento de rotación o movimiento principal. Con el objeto de que la fresa pueda funcionar con la velocidad de corte más apropiada.

Mecanismo de accionamiento del avance: la pieza se sujeta sobre la mesa de fresar o de sujeción. Para poder acercarse a la fresa, la mesa consola se desplaza en altura (Fresadora Horizontal), el carro transversal lo hace en sentido lateral y la mesa de fresar en sentido longitudinal.

Cabezal. Esta parte tiene como función la de sostener la herramienta que se desea utilizar, además de transmitir la potencia que viene del motor, esta parte puede ser sustituida por un árbol de transmisión.

Mesa. Esta descansa en correderas en el carro soporte y tiene movimiento longitudinal en el plano horizontal, sobre la mesa se coloca la pieza que se desea maquinar.

Columna. Es la parte más grande de la máquina y esta montada en la base, es el apoyo de la mesa.

Volante Avance Horizontal. Este sirve para mover la mesa de izquierda a derecha y viceversa.

Volante Avance Vertical. Este volante es el que permite desplazar la mesa de arriba hacia abajo y viceversa.

Volante Avance Transversal. Este dispositivo mueve el cabezal en una dirección perpendicular al desplazamiento horizontal de la mesa.

4.1.3 Tipos de fresadoras.

Los dos grupos principales de fresadoras son: horizontales y verticales, las cuales a su vez se dividen de la siguiente manera:

4.1.3.1 Fresadora Manual

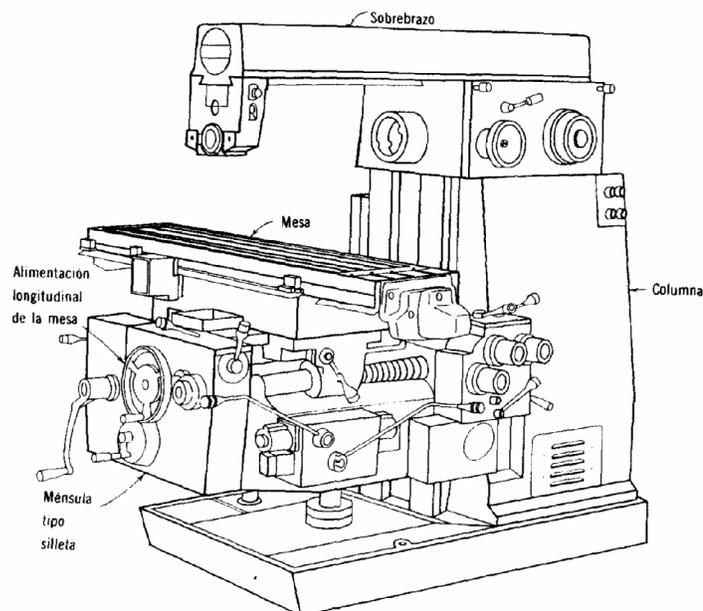
El tipo más simple de máquina fresadora es la operada manualmente; puede ser del tipo de columna y ménsula o el de mesa montada en bancada fija. Las máquinas operadas a mano son usadas principalmente en trabajos de producción con operaciones simples, como corte de ranuras, pequeños cuñeros y acanalados.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

4.1.3.2 Fresadora Simple

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

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

Figura No. 59 Fresadora simple con Columna y mensula

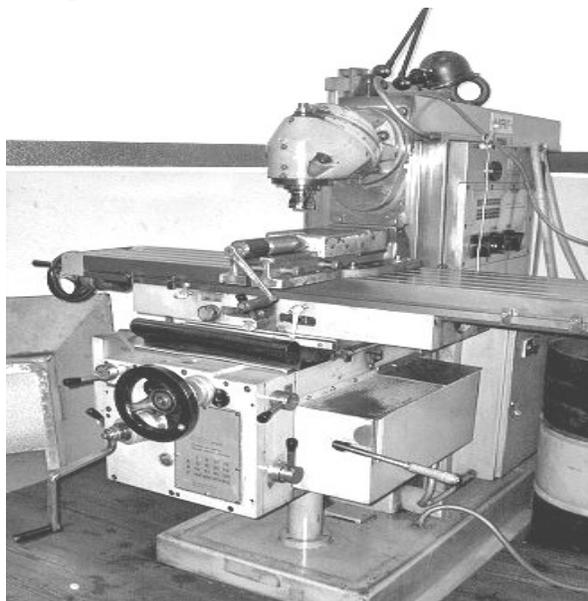


4.1.3.3 Fresadora Universal.

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

Las fresadoras universales pueden también estar equipadas con un aditamento para fresado vertical y un dispositivo de mesa giratoria, prensa y cabezal mortajador así como otros accesorios todos los cuales le añaden utilidad como máquina para hacer herramientas. La disposición de ciclos automáticos puede ser suministrada a las máquinas universales, estos controlan automáticamente los desplazamientos de la mesa desde la -puesta en marcha hasta la parada.

Figura No. 60 Fresadora Universal

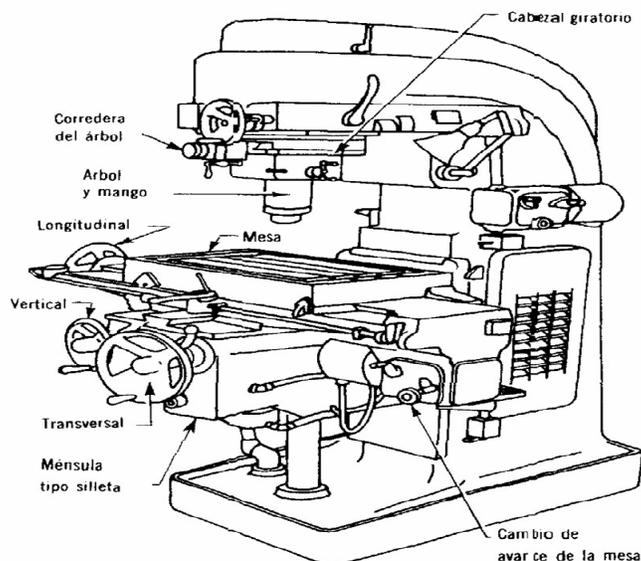


4.1.3.4 Fresadora Vertical

Una máquina vertical típica se muestra en la Figura. y se le llama así por 1a posición vertical del árbol de corte. Los movimientos de la mesa son los mismos que los de la fresadora simple. Ordinariamente, no se le da a la herramienta otro movimiento que no sea el usual de rotación. Sin embargo, el cabezal del árbol puede girar, lo cual permite colocar al árbol que se encuentra en un plano vertical en cualquier posición desde la vertical hasta la horizontal. En esta máquina el árbol tiene un pequeño desplazamiento axial para facilitar el fresado escalonado. Algunas fresadoras verticales están provistas de aditamentos giratorios o mesas de trabajo giratorias para permitir el fresado de ranuras circulares o el fresado continuo de piezas en trabajos de baja producción. Todos los cortadores son del tipo cilíndricos frontales.

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

Figura No. 61 Fresadora Vertical



4.1.3.5 Fresadoras verticales

Fresadora Vertical del Tipo de Ariete. Estas fresadoras se utilizan normalmente para un trabajo más ligero que una fresadora vertical estándar.

Fresadora Vertical de Control Numérico por Computadora. Es de construcción muy rígida, y esta diseñada para trabajos en serie, al igual que el torno esta maquina tiene su propio software que le permite diseñar y crear la pieza deseada.

Fresadora Vertical Controlada por Trazador. Esta reproduce la forma de una matriz o plantilla en la pieza de trabajo.

Fresadora Controlada por Explorador Óptico. Este tipo de fresadora puede reproducir piezas planas a partir de líneas negras, bien definidas en un dibujo.

Comparación de las maquinas de fresado

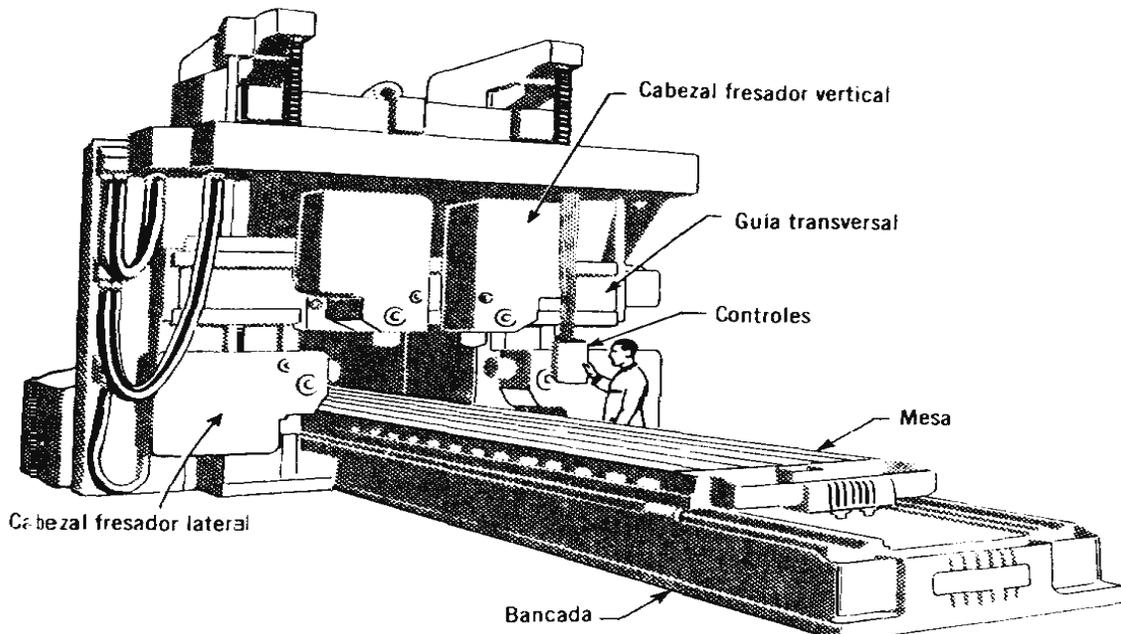
4.1.3.6 Fresadora del Tipo de Cepillo

Este tipo de fresadora recibe su nombre debido a la semejanza que tiene con un cepillo. La pieza a trabajar se monta sobre una mesa larga que tiene solamente movimiento longitudinal, y avanza a la velocidad apropiada contra el cortador giratorio. El movimiento de avance variable de la mesa y el giro del cortador son las principales características que distinguen esta máquina de un cepillo.

El árbol del cortador tiene los movimientos vertical y transversal. Estas máquinas han sido diseñadas para el fresado de piezas largas que requieren gran eliminación de material así como para el duplicado preciso de contornos y perfiles. Una unidad de este tipo operada hidráulicamente se muestra en la

Figura. Mucho trabajo que antes se hacía en un cepillo ahora es hecho en estas máquinas.

Figura No. 62 Fresadora tipo cepillo



4.1.3.7 Fresadora del Tipo de Bancada Fija

Las máquinas de este tipo son de producción y de construcción robusta, la bancada es una pieza fundida, rígida y de gran peso que soporta la mesa de trabajo la cual tiene solamente movimiento longitudinal; el ajuste vertical es suministrado por el cabezal del árbol y el transversal está ínter construido en el árbol. Las denominaciones de simplex, duplex y triplex indican que la máquina está equipada con uno, dos y tres cabezales (Fig. 20.9). Estas máquinas son capaces de efectuar cortes profundos en trabajos de larga duración y frecuentemente son equipadas con ciclos de mecanizado de control automático.

4.1.3.8 Fresadoras especiales

Fresadora de Mesa Rotatoria

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

Fresadora Planetaria

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

4.1.3.9 Fresadoras Horizontales

Maquinas Fresadoras para Producción. el uso principal de estas fresadoras es para producción en volumen de piezas idénticas. estas fresadoras pueden ser semiautomáticas y son de construcción sencilla pero fuerte, las fresadoras más comunes de este tipo son: fresadora de planchas en manufactura, fresadora duplex para manufactura, fresadora sencilla de rodilla y columna.

Maquinas Fresadoras Horizontales de Codo y Columna.

En este tipo de máquinas la relación entre la altura de la fresa o cortadora y la pieza de trabajo se controla con el movimiento vertical de la mesa, los dos tipos más comunes de estas fresadoras son: fresadora de planchas u horizontal y fresadora horizontal universal; esta última es la que se utilizará en el laboratorio.

Tabla No. 4

Tabla comparativa con ventajas y desventajas de las fresadoras

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| Fresadora horizontal | La fresa se coloca sobre un eje horizontal, que se ubica en el husillo principal. Realiza trabajos de desbaste o acabado en línea recta, generando listones o escalones. La herramienta trabaja con su periferia como se muestra en los dibujos. | La limitación de esta máquina es la profundidad a la que puede trabajar la máquina, ya que ésta dependerá de la distancia de la periferia de la herramienta, al eje de la máquina. |
| Fresadora vertical | La fresa se coloca en un husillo vertical, éste al girar produce el movimiento principal. La herramienta trabaja con su periferia y con la parte frontal como se muestra en los dibujos. | La limitación de esta máquina es la fuerza perpendicular a la que se puede someter la fresa por la mesa de trabajo, para lograr el avance. |
| Fresadora Universal | Es la combinación de una fresa horizontal y una vertical. Tiene un brazo que puede utilizarse para ubicar fresas en un eje horizontales y un cabezal que permite las fresas verticales. | Su limitación es el costo y el tamaño de las piezas que se pueden trabajar. |

4.2 Herramientas de corte y su aplicación

Los cortadores de las fresas pueden trabajar con su superficie periférica o con su superficie frontal. En el primer caso el trabajo puede ser en paralelo o en contra dirección, lo anterior se muestra en las ilustraciones. Con el trabajo en contra dirección la pieza tiende a levantarse, por lo que hay que fijar fuertemente a la misma con una prensa. Cuando el trabajo es en paralelo la fresa golpea cada vez que los dientes de la herramienta se entierran en la pieza, durante cada revolución los dientes de las fresas sólo trabajan una parte de la revolución, el resto del tiempo giran en vacío, lo que baja la temperatura de la herramienta.

Definición: Se llama fresa la herramienta que realiza trabajos en las máquinas de fresar.

En principio la fresa no es más que una reunión de herramientas (de corte, filos), dispuestas en cuerpo cilíndrico. Cada una de estas herramientas en el cuerpo se llaman dientes. Este cuerpo trabaja montado en el husillo, que hace girar la fresa en torno a su eje de simetría, lo cual hace que la superficie a trabajar esté siempre en un continuo ataque de los dientes de la fresa. La velocidad de trabajo de las herramientas está limitada por su grado de calentamiento. Pero en el caso de la fresadora los dientes están en contacto con la pieza por un tiempo pequeño y el resto del tiempo “está en el aire”. Por lo explicado recién, podemos ver que la fresa puede trabajar a alta revoluciones sin que su calentamiento sea excesivo para no poder obtener un buen acabado y a la vez no dañar la herramienta.

4.2.1 Operaciones de fresado.

a) Fresado cilíndrico: el eje de la fresa es paralelo a la superficie de trabajo de la pieza.

b) Fresado frontal: el eje de la fresa es perpendicular a la superficie de trabajo.

c) Fresado en oposición o contramarcha. Se realiza haciendo avanzar la pieza en sentido contrario al giro de la fresa.

d) Fresado en concordancia o a favor del avance. La fresadora gira en el mismo sentido que el de avance de la pieza.

4.2.2 Tipos de Fresas

Existen muchísimos tipos de fresas según su forma y su tamaño. A continuación fresas por su formas. La forma mas simple de herramienta cortante es la de una sola punta como la usada en el trabajo de torno y cepillo y 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, y 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 curvan lateralmente. Todas las virutas son una combinación de estas tres. La viruta recta ortogonal es la mas fácil de analizar.

- **Fresa de Corte Lateral.**

Este tipo de fresas son estrechas, cilíndricas y con dientes en cada lado y en la periferia se utilizan para cortar ranuras y caras verticales.

En este caso es una fresa de dientes rectos, y su montaje en la máquina se lleva a cabo mediante el uso de un árbol, que se coloca con su respectivo soporte en vez del cabezal.

- **Fresa Cortadora de Engranés.**

Este tipo de fresadora esta dentro del grupo de fresas perfiladas, las cuales tienen la forma o perfil exactos de la pieza que se va a producir y permiten la reproducción exacta de piezas de forma irregular a menor costo que con la mayor parte de las otras fresas.

En este caso la fresa tiene exactamente la forma del engrane que se desea tallar. La sujeción es de la misma manera que la fresa de corte lateral.

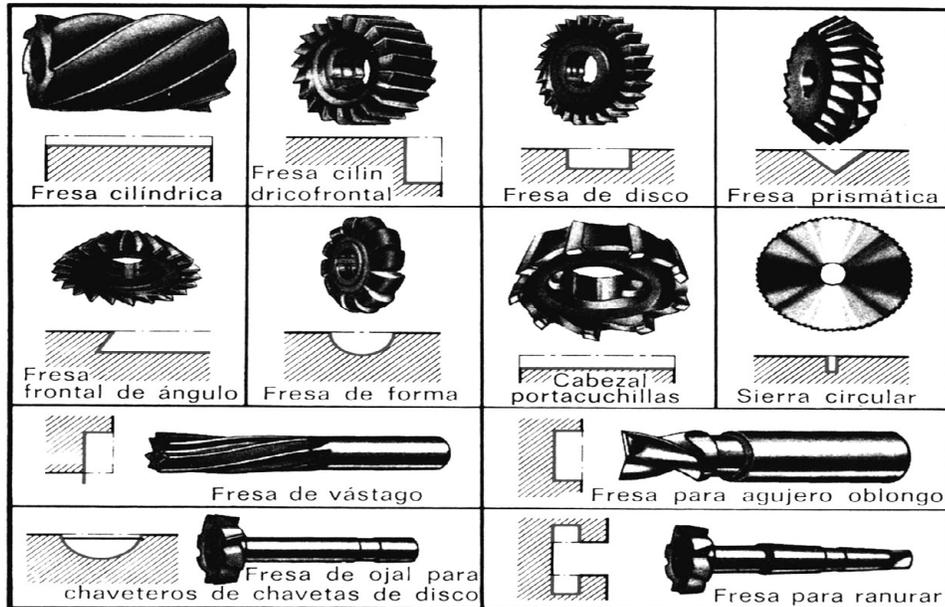
- **Fresa Escariadora con Dientes Integrales.**

Este tipo de fresadoras pueden tener dos o más acanaladuras, tienen dientes en el extremo y en la periferia y se instala en el husillo con un adaptador. Las fresas con dos acanaladuras, tienen filos de diferente longitud en el extremo y pueden utilizarse para taladrar agujeros poco profundos, en el caso de mas de dos acanaladuras, como la de la fotografía, se requiere un agujero piloto para poder taladrar un agujero.

- **Sierra para Cortar Metales.**

Estas son básicamente fresadoras delgadas para planchas. Algunas de ellas tienen los lados con rebajos o cóncavos para evitar rozamientos o que se atasquen cuando están en uso y las otras tienen dientes laterales.

Figura 63 Formas de Fresas para diferentes aplicaciones.



Ángulos y Formas de la Herramienta.

Para comprender la acción cortante de una herramienta de una sola punta, como se aplica a un torno. La herramienta se ha afilado en forma de cuña, llamándose el 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 del filo el cual 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. Sin embargo, la mayoría de portaherramientas está diseñada 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 del extremo.

Los ángulos corresponden a una herramienta cortante montada horizontalmente y perpendicular a la pieza de trabajo. Los ángulos efectivos se pueden cambiar por ajuste del portaherramientas sin cambiar los ángulos afilados en la herramienta.

En las herramientas afiladas se debería notar que el filo o ángulo de corte varía con la clase de material que se corta 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 ángulos de corte menores, de cerca de 22° 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 47° , 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 rasqueteado. Debido a la elevada ductilidad, la herramienta penetrará y arrancará 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.

Además de la herramienta sólida de una punta, se puede soldar o insertar en un portaherramientas una punta de carburo. Se encuentran en

disposición muchos tipos de portaherramientas e insertos. Los insertos son desechables y su geometría varía desde la forma triangular, cuadrada, circular y romboidal, hasta otras especiales. Con una herramienta de carburo se genera más calor, de modo que se debe suministrar refrigerante adecuadamente.

4.2.3 Fresas horizontales

Fresa ordinaria.

Una fresa ordinaria es un cortador en forma de disco que tiene dientes solamente en la circunferencia; los dientes pueden ser rectos o helicoidales, éstos si el ancho excede de 15 mm. Los cortadores anchos helicoidales usados para trabajo pesado pueden tener hendiduras en los dientes para romper la viruta y facilitar su remoción.

Fresas para árbol.

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

Fresas con zanco.

Estas fresas tienen un zanco recto o cónico integrado al cuerpo del cortador. Cuando se usan estos cortadores van montados en la nariz del árbol o en un adaptador para el mismo.

Fresas Woodruff.

Fresas para ranuras en T. Los cortadores de este tipo tienen semejanza con las fresas para planear o con las de corte lateral pequeñas. Estos cortadores tienen un vástago cilindro o cónico para su accionamiento, usados para el fresado de ranuras en T. Una de las formas especiales es la fresa para cortar cuñeros Woodruff, que es hecha en medidas normalizadas para el corte de asientos redondos para las cuñas Woodruff.

4.2.4 Fresas Verticales.

Fresa de corte lateral. Este cortador es similar a la fresa para planear excepto que tiene dientes en un costado. Cuando dos cortadores operan juntos, cada cortador es plano en un lado y tienen dientes en el otro. Los cortadores laterales pueden tener dientes rectos, helicoidales o alternados.

Fresa angular.

Cualquier fresa formada en ángulo cae dentro de esta clasificación. Se les fabrica con un solo ángulo o con ángulo doble. Cuando la fresa es de un solo ángulo, tiene una superficie cónica mientras que cuando es de doble ángulo tiene dientes en dos superficies cónicas. Los cortadores angulares se usan para cortar ruedas de trinquete, colas de milano, ranuras en cortadores y rimas.

Fresa cilíndrica frontal.

Estos cortadores tienen una flecha integral para su movimiento y tienen dientes en la periferia y en el extremo; las ranuras pueden ser rectas o helicoidales. Los cortadores grandes llamados fresas frontales sin vástago tienen la parte cortante separada y se montan en un árbol corto, Debido al alto costo del acero de alta velocidad, esta construcción resulta con un considerable ahorro en el costo del material. Los cortadores frontales se usan para refrentado, escuadrar extremos, cortar ranuras y ejecutar trabajos en rincones así maquinado de matrices.

Fresas para refrentar.

Estas fresas son atornilladas o montadas en el extremo de árboles pequeños y son generalmente usadas para el fresado de superficies planas.

4.3 Metalurgia de las fresas.

Uno de los factores de importancia en la selección de una fresa es el material del que esta elaborado, su estructura metalúrgica y su tratamiento térmico es fundamental en el rendimiento de trabajo.

4.3.1 Materiales y aleaciones.

La clasificación de acuerdo a los materiales, siguen los mismos lineamientos que para otros tipos de herramientas cortantes. Las fresas son hechas de aceros al alto carbón, de aceros de alta velocidad, con insertos de carburo o de ciertas aleaciones fundidas no ferrosas. Las fresas de acero al alto carbón tienen un uso limitado dado que se desafilan rápidamente, si se emplean altas velocidades de corte y avance. La mayoría de las fresas de uso general son hechas de acero de alta velocidad que mantiene una arista de corte afilada a temperaturas alrededor de 500 a 600 °C. En consecuencia, pueden usarse a velocidades de corte de 2 a 2½ veces las recomendadas para fresas de acero al carbón. Los principales materiales empleados en las herramientas de corte son los siguientes:

4.3.1.1 Aceros de alto carbón:

Por muchos años, antes del desarrollo de aceros para herramientas de alta velocidad, se usaban aceros al carbón para todas las herramientas cortantes. Limitándose el contenido de carbón de 0.80 a 1.20% estos aceros tienen una buena templabilidad y con un tratamiento térmico apropiado, alcanzan una dureza tan grande como cualquiera de las aleaciones de alta velocidad. A máxima, 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 a alrededor de los 300°C, no son convenientes para altas velocidades y trabajo

pesado, restringiéndose su utilidad al trabajo en materiales blandos como la madera.

4.3.1.2 Aceros de alta velocidad:

Los aceros de alta velocidad son de un 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 altas temperaturas se le conoce como dureza al rojo y esta es la cualidad mas deseada. El primer acero para herramientas que mantendría su filo cortante a casi un calor rojo, fue desarrollado en 1900 por Fred W. Taylor y M. White.

Esto se efectuó añadiendo al acero 18% de tungsteno y 5.5% de cromo como los principales elementos de aleación. La practica actual en la fabricación de aceros de alta velocidad aun emplea estos dos elementos en aproximadamente el mismo porcentaje. 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 clases:

4.3.1.3 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.

4.3.1.4 Acero de alta velocidad al molibdeno:

Muchos aceros de alta velocidad usan molibdeno como elemento principal de aleación, ya que una parte substituirá a dos partes de tungsteno. Los aceros al molibdeno tales como el 6-6-4-2 que contiene 6% de tungsteno,

6% de molibdeno, 4% de cromo y 2% de vanadio, tienen una tenacidad y capacidad cortante excelentes.

4.3.1.5 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 la herramienta.

4.3.1.6 Aleaciones fundidas no ferrosas:

Numerosas aleaciones no ferrosas, que contienen principalmente cromo, cobalto y tungsteno, con porcentajes menores de 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 pueden usar al doble de la velocidad de corte y aun mantener el mismo avance.

Sin embargo, son mas quebradizas, no responden al tratamiento térmico y se pueden maquinar solamente por esmerilado. Se pueden formar herramientas intrincadas por medio de vaciado en moldes de cerámica o metal y terminando su forma por esmerilado. Sus propiedades se determinan ampliamente por el grado de acerado que se da al material al vaciarse. 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. En adición a uno o más elementos

formadores de carburo, se añade carbón en cantidades de 1 a 4%. Estas aleaciones tienen una buena resistencia a la craterización y pueden resistir mucho mejor que los carburos a las cargas de choque. Como material de herramientas para la eficiencia de corte, están en un rango medio entre los aceros de alta velocidad y los carburos.

4.3.1.7 Carburos:

Los insertos de carburo para herramientas de corte se hacen solo por la técnica de metalurgia de polvos; los polvos de metal del carburo de tungsteno y el cobalto se forman por compresión, se presintetizan para facilitar su manejo y acabado de su forma final, se sinterizan en un horno con atmósfera de hidrogeno 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.

4.3.1.8 Diamantes:

Los diamantes 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 para materiales difíciles de cortar con otros materiales para herramientas, o para cortes ligeros de alta velocidad en 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. Los diamantes se usan también para el rectificado de muelas abrasivas, para pequeños dados de estirado de alambre y en ciertas operaciones de rectificado y asentado.

4.3.1.9 Cerámica:

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 epoxica. 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 bien soportados por el portaherramientas.

El punto de ablandamiento de una herramienta de cerámica es mayor de 1100°C y esta característica aunada a su baja conductividad térmica, posibilita a la herramienta para operar a altas velocidades de corte y a admitir cortes profundos. No se ha indicado algún aumento sustancial en la duración de la herramienta con el uso de 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 solo por su fragilidad, la rigidez, capacidad y velocidad de las máquinas herramientas convencionales y la dificultad para asegurar al inserto en su soporte.

4.3.2 Insertos.

Además de la herramienta sólida de una punta, se puede soldar o insertar en un portaherramientas una punta de carburo. Se encuentran en disposición muchos tipos de portaherramientas e insertos. Los insertos son desechables y su geometría varía desde la forma triangular, cuadrada, circular y romboidal, hasta otras especiales. Con una herramienta de carburo se genera más calor, de modo que se debe suministrar refrigerante adecuadamente.

4.3.2.1 Cortador con dientes postizos.

Conforme aumenta la medida del cortador, es económico insertar los dientes hechos de material caro en el cuerpo que es manufacturado de un acero barato. Los dientes de los cortadores se remplazan cuando se desgastan o se rompen. Los metales y aleaciones fundidas no ferrosas como la Stelita, Cobalto o Rexalloy y fresas con insertos de carburo, tienen gran resistencia al calor y se adaptan especialmente para cortes profundos y altas velocidades de corte. Estos materiales se usan como insertos, en el cuerpo del cortador o van soldados directamente en la punta del diente.

Las velocidades de corte para herramienta de carburo y aleaciones fundidas no ferrosas varían de dos a cinco veces las recomendadas para las de acero de alta velocidad. Los insertos son segmentos de materiales como los mencionados anteriormente los cuales se fijan en un vástago de material de menor calidad de tal manera que se puedan reemplazar cuando sufren una fractura, el método de fijación de los insertos es por el procedimiento de soldadura y por el de tornillo, los insertos fijados con tornillo tienen un orificio en la parte central el cual está elaborado desde la fábrica.

Para tener una idea de cómo operan los insertos se presenta en la figura una fresa cuyos dientes están formados por insertos o dientes postizos. Las fresas frontales tienen dientes postizos y un gran diámetro, tienen un agujero central en parte cónico y en parte cilíndrico, con dos alojamientos para dos dientes de arrastre, se montan sobre el cono del mandril B mediante un tornillo V. El mandril se coloca en el husillo C con el acoplamiento cónico, al interponer la arandela R entre el tornillo y el mandril, con sus dientes de arrastre y un acoplamiento prismático posterior se impide que la fresa gire alrededor del cono.

Figura No. 64 Montaje de una fresa de dientes postizos o insertos.

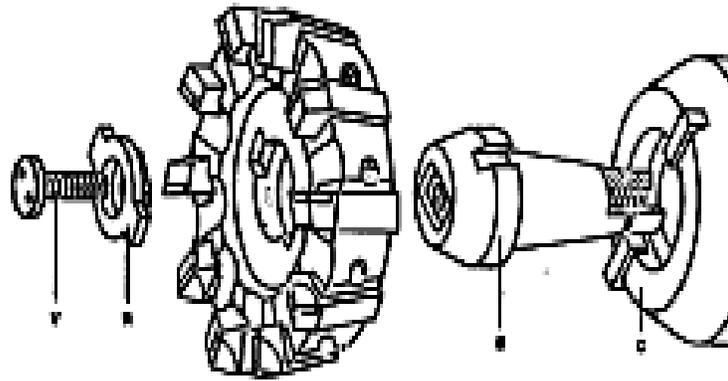
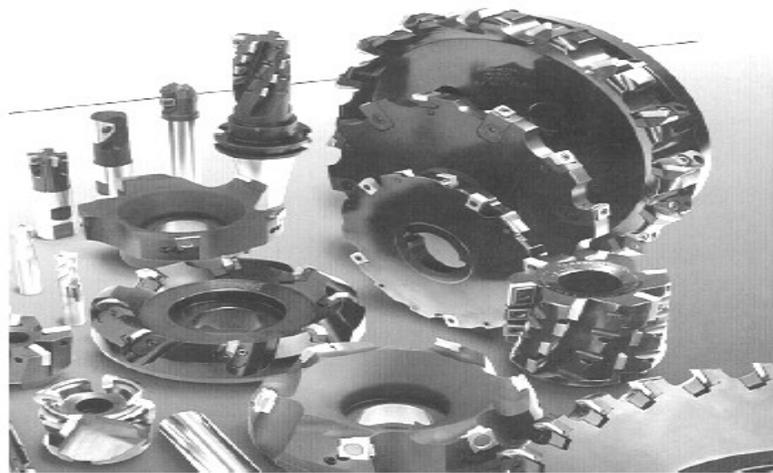


Figura No. 65 Fresas elaboradas con insertos.



4.4 Montaje de la pieza.

El montaje de la pieza depende de la operación a realizar, en el proceso de fresado se pueden elaborar diversas formas de piezas, una de las aplicaciones mas comunes es la fabricación de engranajes, el montaje se

realiza soportando una masa cilíndrica en un eje el cual se apoya en un extremo con el mandril y en el otro en un cono Morse o contrapunto.

El montaje de piezas sobre el cabezal divisor universal permite hacer en la fresadora ciertas operaciones que de otro modo sería muy difícil o imposible de hacer.

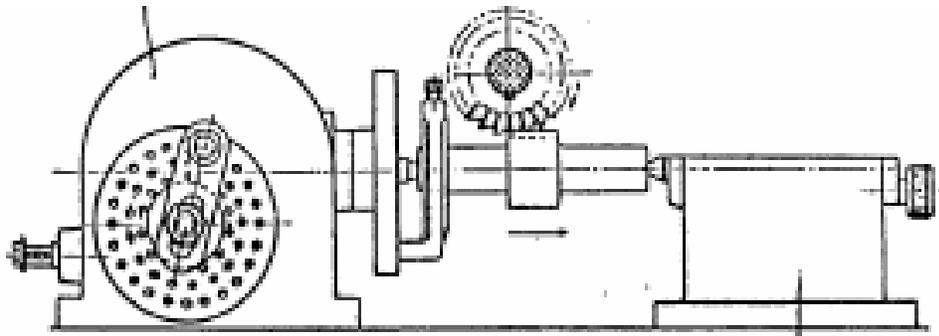
Los montajes para mecanizar piezas en el aparato divisor, podemos agruparlos en tres:

- Montaje al aire
- Montaje entre puntas
- Montaje entre copa y punta

Estos son montajes típicos de torno.

La misma disposición de la nariz del husillo, tanto del torno como del cabezal divisor universal, como también los mismos elementos empleados, (copas, puntos de centraje, contrapunta, bridas) permiten efectuar los montajes en forma similar.

Figura No. 66 Montaje de una pieza con Brida y contrapunto

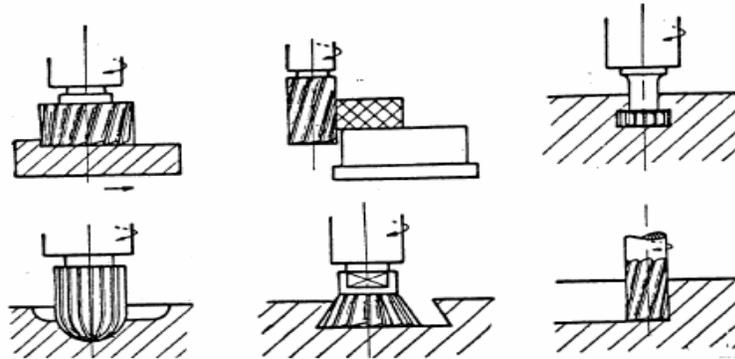


4.4.1 Fresado Vertical.

Este tipo de fresado se relaciona con la posición del filo de la fresa y la superficie de pieza que se va a trabajar, es aplicable en piezas que se deben

rebajar en una de las caras perpendiculares a la superficie plana ubicada sobre la mesa de trabajo.

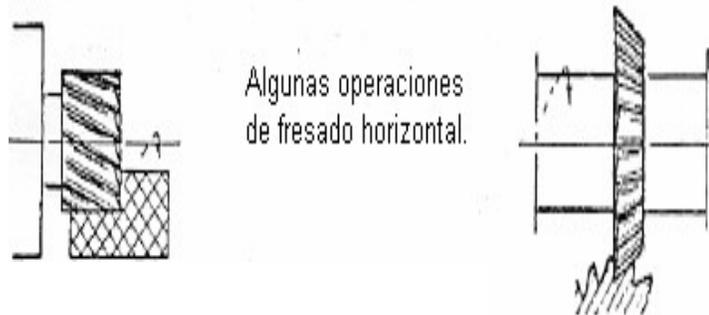
Figura No. 67 Aplicaciones de fresas en operaciones de Fresado



4.4.2 Fresado horizontal.

El fresado horizontal se realiza con la fresa montada en un eje el cual esta sostenido con dos apoyos, en un extremo en husillo de la fresadora y en el otro en un rodamiento inserto en una luneta. En la grafica se muestra un montaje de fresado Horizontal aplicado a un eje dispuesto en un cabezal divisor.

Figura No. 68 Proceso de fresado horizontal

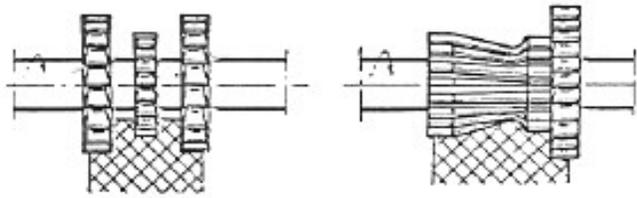


4.4.3 Fresado múltiple.

Este proceso de fresado es el que se aplica con un conjunto de fresas y se denomina fresado compuesto, este fresado se realiza con aquellos útiles o

herramientas de fresar que están constituidos a base de la reunión de varias fresas de dientes puntiagudos de diámetros diversos, se pueden fresar así de una vez perfiles de las formas mas variadas. Cuan se utilizan fresas compuestas se obtienen muchas pasibilidades de trabajo y se reducen costos.

Figura No. 69 Fresado Múltiple



4.4.4 Lubricantes y refrigerantes de corte.

Al taladrar piezas de trabajo con las velocidades y avances de corte recomendados se genera una cantidad considerable de calor en la punta de la broca. Este calor debe disiparse tan rápidamente como sea posible; de lo contrario, hará que la broca pierda el filo rápidamente.

El propósito de un fluido de corte es proporcionar tanto enfriamiento como lubricación. Para que un líquido sea de la mayor eficiencia para disipar el calor, debe ser capaz de absorber el calor muy rápido, tener una buena resistencia a la evaporación y tener una alta conductividad térmica. Desafortunadamente, el aceite tiene cualidades deficientes como refrigerante. El agua es el mejor refrigerante; sin embargo, rara vez se le utiliza sola, porque provoca herrumbre y no tiene valor como lubricante. Básicamente un buen fluido de corte deberá:

- Enfriar la pieza de trabajo y la herramienta
- Reducir la fricción

- Mejorar la acción del corte
- Proteger la pieza de trabajo contra la herrumbre
- Proveer propiedades de antisoldadura
- Lavar las virutas.

Refrigerantes

Durante arranque de virutas, la energía alimentada debido al arranque de virutas y la fricción entre el útil, la pieza a trabajar y la viruta, se transforma en calor el cual queda absorbido por la pieza al trabajar, la viruta y el útil. Características de un buen fluido de corte. Para que una sustancia funcione eficientemente, debe poseer las siguientes características deseables:

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

- **No inflamabilidad:** Para evitar que se queme rápidamente y preferiblemente debe ser incombustible. Además no debe humear demasiado, no formar depósitos gomosos que puedan provocar que las partes corredizas de la máquina se pongan pegajosas, o atascar (tapar) el sistema de circulación.
 - a) Evita la soldadura de la viruta y la herramienta
 - b) Enjuaga las virutas, quitándolas del área de trabajo.
- Protege las superficies de trabajo acabadas, las herramientas y las máquinas de la herrumbre y el manchado
- Reduce de manera asombrosa la neblina de aceite en máquinas herramientas de alta velocidad Poder refrigerante. Para ser bueno el líquido debe poseer una baja viscosidad.
- **Poder lubricante.** Tiene la función de reducir el coeficiente de rozamiento en una medida tal que permita el fácil deslizamiento de la viruta sobre la cara anterior de la herramienta.

Tipos de Líquidos de Corte.

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

Los principales tipos de fluidos de corte para mecanizado son:

- Los aceite íntegros (Aceites minerales, vegetales, o mixtos)
- Las emulsiones oleosas.
- Las "soluciones" semi-sintéticas.
- Las soluciones sintéticas.

Elección del fluido de corte

Esta elección debe basarse en criterios que dependen de los factores:

Del material de la pieza en fabricar: Para las aleaciones ligeras se utiliza petróleo; para la fundición, en seco. Para el latón, bronce y cobre, el trabajo se realiza en seco o con cualquier tipo de aceite que este exento de azufre; para el níquel y sus aleaciones se emplean las emulsiones. Para los aceros al carbono se emplea cualquier aceite; para los aceros inoxidable auténticos emplean los lubricadores al bisulfuro de molibdeno.

Del material que constituye la herramienta de Corte: Para los aceros al carbono dado que interesa esencialmente el enfriamiento, se emplean las emulsiones; para los aceros rápidos se orienta la elección de acuerdo con el material a trabajar. Para las aleaciones duras, se trabaja en seco o se emplean las emulsiones.

Según el método de trabajo: Para los tornos automáticos se usan los aceites puros exentos de sustancias nocivas, dado que el operario se impregna las manos durante la puesta a punto de la máquina; para las operaciones de rectificado se emplean las emulsiones. Para el taladrado se utilizan los aceites puros de baja viscosidad; para el fresado se emplean las emulsiones y para el brochado los aceites para altas presiones de corte o emulsiones.

Dentro de los fluidos de corte más utilizados se citan los siguientes:

1. Aceites minerales.
2. Aceites vegetales.
3. Aceites animales.
4. Aceites mixtos.
5. Aceites al bisulfuro de molibdeno
6. Aceites emulsionables.

Aceites de corte.

Los aceites para corte se clasifican como activos o inertes.

Estos términos se refieren a la actividad o capacidad química del aceite para reaccionar con la superficie del metal a temperaturas elevadas a fin de protegerlo y mejorar la acción de corte.

Aceites de corte activos.

Estos aceites pueden definirse como aquellos que oscurecerán una tira de cobre inmersa en ellos durante 3 h a una temperatura de 212 °F (100°C). Se utilizan generalmente cuando se maquina acero y pueden ser oscuros o transparentes. Los primeros usualmente contienen más azufre que los de tipo transparente, y se consideran mejores para los trabajos pesados.

Los aceites de corte activos se dividen en tres categorías generales:

Los aceites minerales sulfurados, que contienen de 0.5% a 0.8% de azufre, generalmente son de color claro y transparente, y tienen buenas propiedades de enfriamiento, lubricación y antisoldadura. Son útiles para el corte de aceros de bajo carbono y de metales tenaces y dúctiles. Esos aceites manchan el cobre y sus aleaciones y, por lo tanto, no se recomiendan para su empleo con dichos metales.

Los aceites minerales sulfoclorados contienen por arriba de 3% de azufre y 1% de cloro. Estos aceites evitan que se formen filos acumulados excesivos, y prolongan la duración de la herramienta de corte.

Los aceites de esta clase son más efectivos que los aceites sulfurados, para cortar aceros tenaces de bajo carbono y de aleación cromo-níquel. Son extremadamente valiosos para formar roscado en acero suave. Las mezclas de

aceite grasosos sulfocloradas contienen más azufre que las otras clases, y son líquidos de corte eficientes para el maquinado pesado.

Aceites de corte inertes

Los aceites para cortar de tipo inerte se pueden definir como aquellos que no oscurecerán una tira de cobre inmersa en ellos durante 3 h a 212 °F (100°C). El azufre que contienen los aceites activos es el natural del aceite y no tiene un valor químico en la función del líquido de corte durante el maquinado. Tales sustancias se denominan inertes o inactivas porque el azufre está tan firmemente unido al aceite, que se libera muy poco para reaccionar con la superficie de trabajo durante la acción de corte.

Los aceites de corte inactivos o inertes se dividen en cuatro categorías:

Los aceites minerales simples, que debido a su baja viscosidad, tienen factores de humidificación y penetración más rápidos. Se utilizan para el maquinado de metales no ferreos, como aluminio, latón y magnesio, donde las propiedades de lubricación y enfriamiento no son esenciales. Estos aceites minerales se recomiendan también para su uso en el corte de metales aplomados (de maquinado libre), así como para el barrenado y roscado de metales blancos.

Los aceites grasos, como el aceite de manteca y de granos, utilizados ampliamente hace tiempo, tienen hoy aplicaciones limitadas como líquidos de corte. Se emplean generalmente para operaciones de corte severas en metales tenaces y no ferreos, a los que un aceite sulfurado puede provocar la decoloración. Las mezclas de aceites grasos y minerales, son combinaciones de estas últimas sustancias, que resultan en mejores cualidades de humidificación y penetración, que con los aceites minerales simples. Tales

cualidades originan mejores acabados superficiales en metales tanto ferrosos como en no férreos.

Las mezclas sulfuradas de aceites graso-minerales, se fabrican combinando azufre con aceites grasos, y después se les mezcla con ciertos aceites minerales. Los aceites de este tipo tienen excelentes propiedades antisoldadura y de lubricación, cuando las presiones de corte son altas y la vibración de la herramienta es excesiva. La mayoría de las mezclas sulfuradas de aceites graso-minerales pueden utilizarse cuando se cortan metales no férreos para producir mejores acabados superficiales de alta calidad. También pueden aplicarse en máquinas cuando se ha de trabajar metales férreos y no férreos al mismo tiempo.

Aceites vegetales.

A éstos pertenecen el aceite de colza y otros obtenidos de plantas o semillas; tienen buen poder lubricante y también refrigerante, además de tener un escaso poder anti-soldantes, se oxidan con facilidad por ser inestables.

Aceites emulsionables.

Se obtienen mezclando el aceite mineral con agua en las siguientes proporciones:

a) De 3 a 8% para emulsiones diluidas. Tienen un escaso poder lubricante; se emplean para trabajos ligeros.

b) De 8 a 15% para emulsiones medias. Poseen un discreto poder lubricante; se emplean para el maquinado de metales de mediana dureza con velocidades medianamente elevadas.

c) De 15 a 30% para emulsiones densas. Presentan un buen poder lubricante; son adecuados para trabajar los metales duros de la elevada tenacidad.

Protegen eficazmente contra las oxidaciones las superficies de las piezas maquinadas.

Función de un Líquido de corte

Las funciones primordiales de un líquido de corte sin enfriar y lubricar. Además, los líquidos adecuados prolongan la vida de la herramienta de corte, resisten la rancidez o ranciedad y controlan la herrumbre.

Enfriamiento

Las pruebas de laboratorio han demostrado que el calor producido durante el maquinado tiene una influencia importante sobre el desgaste de una herramienta de corte. Es importante para la duración de la herramienta abatir su temperatura durante la operación. Incluso una pequeña reducción en la temperatura aumentara en gran medida la vida útil de una herramienta. Por ejemplo, si su temperatura se reduce tan solo en 50°F (28°C), de 950°F a 900°F (510°C 482°C), la duración de la herramienta de corte aumentara cinco veces, de 19.5 a 99 minutos Hay dos fuentes de calor generado durante una acción de corte.

La deformación plástica del metal, que ocurre inmediatamente al frente de la herramienta de corte, es responsable de aproximadamente dos tercios a tres cuartas partes del calor generado. La fricción resultante de la viruta que se desliza a lo largo de la cara de la herramienta de corte también produce calor. Como se mencionó anteriormente, el agua es el agente mas efectivo para absorber el calor generado durante el trabajo. Ya que el agua por si sola provoca herrumbre, se agregan aceites solubles o químicos que evitan la oxidación y proporcionan otras cualidades esenciales para convertirla en un buen líquido de corte.

Debe aplicarse un suministro abundante de líquido al área de maquinado, a una presión muy baja. Esto asegura que el área de maquinado este bien cubierta y que habrá poca salpicadura. El flujo de la sustancia líquida de corte ayudara a arrastrar las virutas del área de maquinado.

Lubricación:

La función lubricante de un líquido de corte es tan importante como su función de enfriamiento. Se genera calor por la deformación plástica del metal y por la fricción entre la viruta y la cara cortante de la herramienta. La deformación plástica del metal ocurre a lo largo del plano de corte. Cualquier procedimiento para reducir la longitud del plano de cizalleo, resultara en una reducción de la cantidad de calor generado.

Control de Herrumbre:

Los líquidos de corte utilizados en las maquinas-herramienta deben evitar que se forme oxidación; de lo contrario, las partes de la máquina y las piezas de trabajo serán dañadas. El aceite de corte evita que la herrumbre se forme, pero no enfría con tanta eficiencia como el agua.

Este líquido es el mejor y mas económico enfriante, pero hace que las piezas se oxiden, al menos que se le agreguen inhibidores de herrumbre. La herrumbre es hierro oxidado-hierro que ha reaccionado químicamente con el oxígeno y minerales dentro del agua. El agua solo en una pieza de acero o hierro actúa como medio para que el proceso electroquímico comience, provocando corrosión o herrumbre.

Control de la rancidez o ranciedad:

Cuando el aceite de manteca era el único líquido de corte utilizado, después de uno cuantos días comenzaba a descomponerse y a despedir un

hedor intenso. Esta rancidez es provocada por bacterias y otros organismos microscópicos, que crecen y se multiplican casi en cualquier lugar, y eventualmente provocan que se generen malos olores. Hoy en día, cualquier líquido de corte que tenga un olor ofensivo se denomina como que esta rancio.

4.4.5 Medidas de seguridad básicas.

Cuando un operario utiliza una fresadora de observar las siguientes medidas de seguridad:

- Mantenga protegidos siempre los ojos este en el taller operando la maquina.
- Memorice la ubicación y las funciones de todos los controles de la maquina.
- Aprenda donde esta el interruptor del motor y la manera de utilizarlo.
- programe las velocidades y avances correctos de todas las operaciones de fresado.
- No maneje astillas o virutas metálicas sin proteger las manos.
- Utilice un rastrillo o cepillo para remover las astillas y virutas de la maquina.
- no intente medir la pieza que esta trabajando mientras este cerca de pieza en movimiento.
- Tenga cuidado con las partes móviles expuestas de la maquina que podrían atraparle el cabello o la ropa suelta.
- Asegúrese de que la pieza que esta trabajando este sujeta y apretada convenientemente.
- Nunca deje sola y en marcha una maquina.
- Utilice llaves de la medida correcta cuando apriete los pernos de sujeción.
- Mantenga clara del piso a rededor de la maquina, libre de virutas y limpia de derrames de aceite o líquidos refrigerantes.

- Cuando haga una reparación eléctrica desconecte la maquina

4.5 Cabezal divisor.

El cabezal divisor (aparato divisor universal) (Figura 51) consta de la carcasa en que va soportado el husillo del cabezal divisor. Este husillo sirve para alojar el montaje de sujeción. Las piezas a trabajar pueden sujetarse en voladizo o entre puntos. El disco divisor va fijado sobre el husillo del cabezal. En el aparato divisor también existe un mecanismo de tornillo sin fin necesario para la división indirecta, así como un dispositivo para la división diferencial y para el fresado de ranuras helicoidales.

Figura No. 70 cabezal divisor

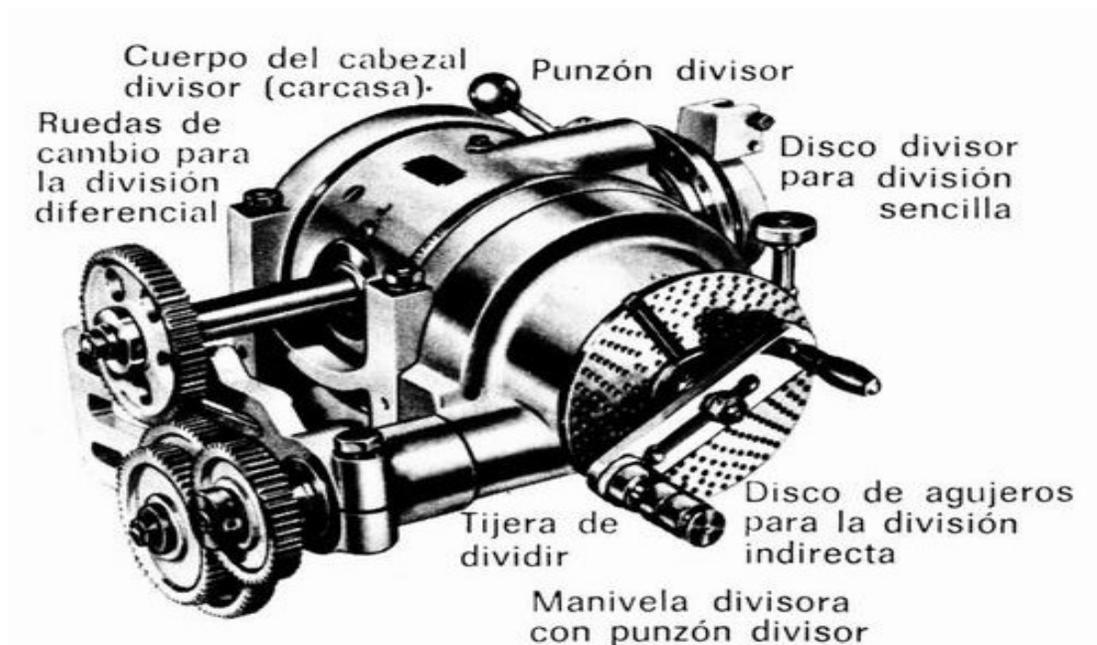
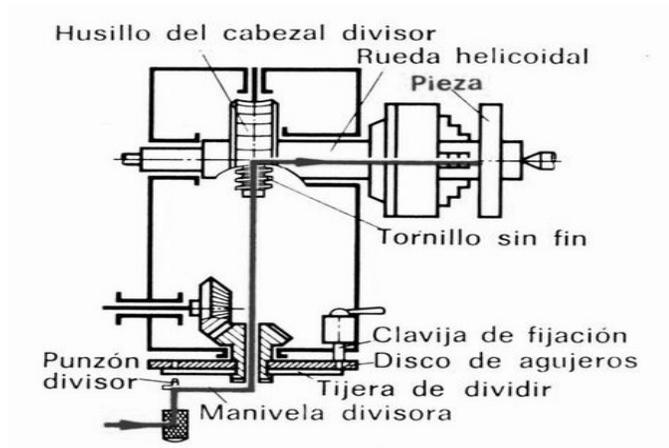


Figura No. 71 Plano del Cabezal divisor



El cabezal divisor es uno de los más comúnmente usados en la industria. Se usa para ejecutar todas las formas posibles de divisiones. Es un accesorio muy preciso y versátil. Sujeta la pieza en uno de sus extremos, bien sea en la copa universal, entre copa y punta o entre puntas y es posible producirle un movimiento giratorio a la pieza en combinación con el movimiento longitudinal de la mesa para el fresado de hélices.

El cabezal divisor se necesita para la fabricación de piezas en las que hay que realizar trabajos de fresado según determinadas divisiones (ruedas dentadas, cuadrados y hexágonos, árboles de chavetas múltiples, fresas, escariadores). Con su ayuda también es posible fresar ranuras en espiral.

Constitución:

Los divisores pueden variar en su diseño y forma, pero su principio de funcionamiento es el mismo su estructura fundamental tiene dos partes:

Base: La base es una caja de hierro fundido que se fija en la mesa de la fresadora, se fija en el bastidor. Presenta una cornisa circular que permite al cabezal girar en el plano vertical. Escala graduada para fijar los grados. Su objetivo principal es servir de cuna al cuerpo orientable. Lleva una escala de referencia que permite controlar la inclinación del cuerpo orientable.

Cuerpo orientable: Es una carcasa con dos extremos salientes cilíndricos, los cuales se apoyan en la base del divisor y permiten orientar e inclinar el eje del husillo a cualquier ángulo respecto de la mesa. Dentro de sí contiene el conjunto de órganos, que es la parte más importante del divisor, y que permite dar a la pieza los movimientos para hacer cualquier número de divisiones.

4.5.1 División simple

Hay una gran variedad de aparatos divisores que permiten efectuar la división simple; pero todos ellos pueden reducirse a: 1) divisores directos de plato; 2) divisores de plato por intermedio de tornillos sin fin; 3) divisores de engranaje y tornillos sin fin.

Divisor directo de plato:

Este aparato se compone de un árbol, en uno de cuyos extremos existe una punta sobre la que se ajusta a la pieza que se va a dividir. En el otro extremo está montado loco un disco de plato divisor provisto de agujeros dispuesto según circunferencias concéntricas.

Frente al plato y solidario con el árbol puede girar el manubrio que lleva un índice de resorte. El manubrio tiene una ranura interior que le permite desplazarse radicalmente, de tal modo que su índice puede colocarse frente a la circunferencia de agujeros que corresponda.

Se puede reducir la siguiente regla: “El número de agujeros que se debe desplazar el índice se obtiene dividiendo el número total de agujeros de la circunferencia elegida por el número de divisiones que se desea efectuar en la pieza”.

Disco de agujeros recambiables.

Disco de agujeros I 15,16,17,18,19,20

Disco de agujeros II . 21,23,27,29,31,33

Disco de agujeros III 37,39,41,43,47,49

Figura No.72 Plato divisor

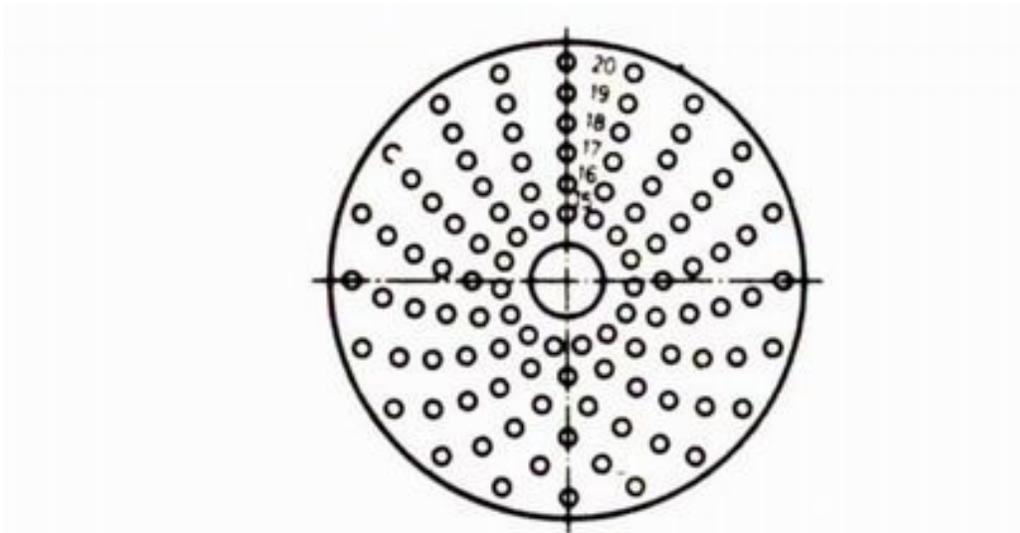
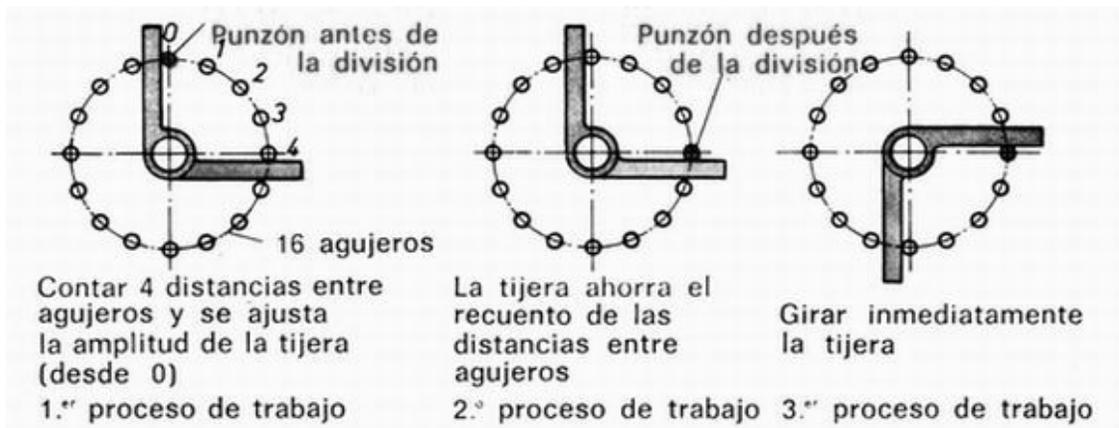


Figura No. 73 Discos de agujeros y empleo de la tijera en la división



Divisor de plato y tornillo sin fin:

Este aparato permite efectuar una gran cantidad de divisiones que no se pueden resolver con los divisores directos. La barra que lleva la pieza esta está ajustada entre una punta y otra contrapunta. La punta es el extremo del eje de una rueda helicoidal que engrana con un tornillo sin fin, el eje de este tornillo termina en un manubrio que lleva un índice de resorte. Sobre el eje del tornillo va montado loco un plato divisor.

Este se puede unir a la caja del aparato por medio de un tope de retención y queda así inmobilizado. El manubrio puede girar y el índice que lleva es empujado por su resorte contra los agujeros del plato. Si la púa del índice cae en uno de los agujeros, plato y manguito estarán unidos, de modo que, estando el plato fijo, también lo estará el tornillo y el eje de trabajo. Cuando el manubrio da un cierto número de vueltas, el tornillo sin fin dará el mismo número y transmitirá su movimiento a la rueda dentada.

De acuerdo con esto podemos deducir la siguiente regla: "el número de vueltas que debe darse al manubrio para que el eje de trabajo gire la fracción de vuelta correspondiente a una división, se obtiene dividiendo el número de dientes de la rueda por el número de divisiones que se desea obtener". Para poder efectuar la exacta rotación del manguito, sin necesidad de contar con el índice el número de agujeros pasados (lo cual se presta a errores) se ha dispuesto delante del plato un compás de dos brazos, que pueden girar alrededor del eje del tornillo del aparato divisor, variando su abertura de tal modo que puedan comprender entre ellos el número que se desee. Cuando se quiere dejar fijar una cierta abertura de compás de aprieta una tuerca que lo fija.

Divisores de engranajes y tornillos sin fin: Este tipo de divisor presenta la novedad de tener, en lugar del plato, un sistema de engranajes para accionar el

tornillo sin fin y por consiguiente el eje de trabajo. Sobre la ranura de una guía puede ajustarse el eje de una rueda dentada, que engrana con otra montada en el eje del tornillo sin fin. El índice de resorte es solidario del eje de la rueda. Estando el índice introducido en el agujero, todo el aparato está inmóvil, lo mismo que el eje de trabajo; pero haciendo girar el índice, la rueda girará también transmitiendo su rotación hasta el eje de trabajo. Para una vuelta que se de al índice, o sea a la rueda, corresponde una fracción de vuelta en el eje de trabajo. Esta dependerá de la relación de transmisión entre ruedas y de la relación entre tornillo y la rueda.

4.5.2 División compuesta

Por no tener los platos divisores las circunferencias de agujeros necesarios, o por no disponerse de las suficientes ruedas de recambio, no es posible efectuar en los aparatos descritos las divisiones correspondientes a números tales como: 51, 57, 63, 69, etc. En estos casos se aplica la división compuesta que consiste en hacer dos divisiones sencillas, cuya suma o diferencia da la división deseada.

4.5.3 División diferencial

La división diferencial constituye una ampliación del procedimiento indirecto de división. Se emplea en los casos en que no es posible la división indirecta por no existir en ninguno de los discos los agujeros, las circunferencias de agujeros necesarias. Se elige por ello un número auxiliar de división (T') que pueda ser obtenido por división indirecta y que pueda ser mayor o menor que el número pedido (T).

La diferencia resultante ($T' - T$) se compensa mediante un movimiento de giro del disco de agujeros se produce partiendo del husillo del cabezal a través de ruedas de cambio. Debe marchar paralelamente al movimiento de la

manivela de división cuando T' es mayor que T , tener sentido opuesto cuando T' se eligió menor que T . En la división diferencial el disco de agujeros no debe quedar sujeto a la carcasa mediante la clavija de fijación, tal como suceda en la división indirecta. Tiene que poder girar, con la clavija suelta.

Con el procedimiento anterior, no se puede dividir una pieza en espacios iguales cuando el número de divisiones es primo. Conviene en este caso efectuar la llamada división diferencial, disponiendo un aparato divisor con los agregados que veremos a continuación.

Se usa para divisiones donde las indirectas no pueden emplearse, especialmente para números primos mayores de 50. En el eje hueco de la rueda dentada se introduce un eje que, acoplado rígidamente, constituye la prolongación del eje de trabajo. En el extremo posterior del eje se monta una rueda dentada. Por otra parte, el plato divisor lleva una corona dentada que engrana con una rueda cónica en el extremo de cuyo eje se monta otra rueda dentada. Para obtener el engrane entre las ruedas anteriormente mencionadas se disponen una o dos intermediarias cuyos ejes pueden fijarse por medio de pernos a una guía desplazable, que vulgarmente se llama “cabeza de caballo” o “lira”.

Esta disposición puede realizarse en cualquier divisor universal siempre que se disponga en su parte posterior una guía para los ejes intermedios. La combinación indicada funciona así: Aflojando el tope de retención, el plato puede girar locamente sobre el eje del tornillo sin fin. Ya sabemos que, si se da vuelta al índice, el eje de trabajo gira. En este caso girará también la rueda, que transmitirá su rotación a la rueda dentada y a la corona dentada, o, lo que es igual, al plato. En resumen: dando al índice una cierta rotación se obtiene una rotación del plato, que será de sentido contrario cuando haya dos ruedas intermedias.

Ejemplo: Encontrar el movimiento de la manivela y el tren de engranajes necesario para fresar una rueda dentada de 93 dientes. Relación del cabezal 40:1. El movimiento requerido sería: $40 / N = 40 / 93$ vueltas de la manivela por división. Para obtener este movimiento se necesita un plato con 93 agujeros $(40/93)*93= 40$ vueltas de la manivela necesarias. Para una revolución completa (M eje principal). Pero ese disco no existe, por lo tanto seleccione un número base reducible de divisiones que más se aproxime al número solicitado, en este caso 90.

Movimiento de la manivela:

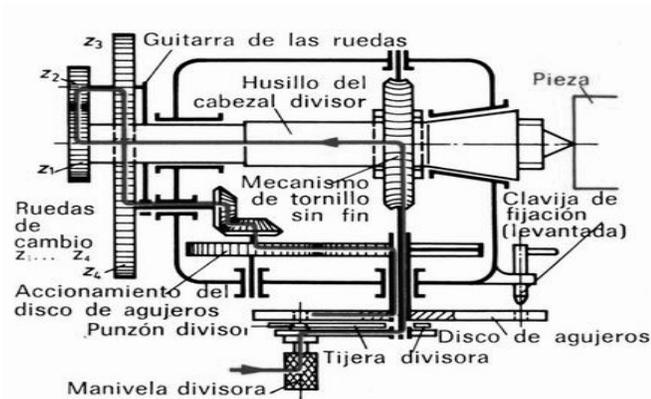
$40 / N = 40 / 90 = 4 / 9 * 2 / 2 = 8 / 18$. Agujeros / circulo o sea ajustar 8 agujeros en el circulo 18 del plato. Se observa lo que sucede al hacer este movimiento noventa y tres veces, la manivela gira $8 / 18 * 93 = 744 / 18 = 41 * 6 / 18 = 41 * 1 / 3$ de veces mas de lo necesario. $(41 - 40) = 1 / 3$ Y deben arreglarse los engranajes del tren diferencial para que el plato gire hacia la izquierda en la dirección opuesta al giro de la manivela. Juego de engranajes que traen los cabezales divisores de la Brown y Sharpe: 24 dientes, 28d, 32d, 40d, 44d, 48d, 56d, 64d, 72d, 86d y 100 dientes.

Relación del cabezal:
$$\frac{\text{Numero de dientes de ruedas conductoras}}{\text{Numero de dientes de ruedas conducidas}} = 1 \frac{1}{3} = \frac{4}{3}$$

Este quebrado se multiplica por un numero cualquiera, calculando que el resultado sean números del juego de engranajes que se tiene $4/3 * 16/16= 64/48$.

Rueda conductora / Rueda conducida. Estas ruedas se unen con una intermedia cualquiera.

No. 59 Plano de un cabezal Divisor diferencial.



4.5.4 Fresas para engranajes:

Las fresas circulares conformadas para dientes de envolvente, en un sistema estándar intercambiable, se fabrican en juegos de ocho, para tallar engranajes que varían desde piñones de 12 dientes hasta una cremallera. Para el desbaste o talla inicial de los huecos entre los dientes se usan fresas desbastadoras que tienen inclinación lateral o filos curvos para romper las virutas. Estas sólo dejan por quitar con la fresa regular una pequeña cantidad de metal, aumentan la precisión de las ruedas dentadas y ahorran desgaste de las fresadoras de acabado.

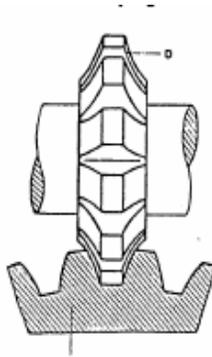
Una fresa desbastadora sirve para todos los engranajes del mismo paso. El término fresa de desbaste se aplica también a una fresa cóncava que lleva acoplada una fresa regular para engranajes y es empleada para acabar la periferia del disco base utilizado para tallar la rueda dentada, la cual va fresando por delante de la fresa para engranajes.

Acabado de los engranajes: el funcionamiento silencioso de los engranajes ha sido la meta perseguida por la ingeniería de fabricación durante años. Las ondas sonoras inconvenientes se producen por un error muy ligero del perfil del diente, de su tamaño, del hueco o de la concetricidad. En los engranajes de acero, tratados térmicamente después de labrados, no se pueden conservar en forma adecuada sus contactos ni sus superficies.

Los dientes deben ser acabados al tamaño y a la forma exactos con la superficie de contacto adecuada y deben terminarse, después de tallados, por limado y bruñido, y luego de su tratamiento térmico han de rectificarse a esmeril y pulirse con pulidor aplantillado. Las ruedas dentadas se labran dejando suficiente metal sobre la superficie del diente para que haya un margen para distorsión o deformación y para permitir la limpieza después de la operación de acabado. Las máquinas limadoras de engranajes fabricadas con una fresa de cremallera recta o con una circular para engranajes, hacen que la rueda que se talla marche en contacto con la fresa.

La fresa de forma precisa tiene dientes muy exactos, con cortes o ranuras en uno o más puntos a lo largo de su superficie. A medida que la rueda que se talla va marchando sobre esta fresa, con sus ejes cruzados a 10 ó 15 grados, hay un movimiento axial de deslizamiento que produce la separación de pequeñísimas partículas de metal, consiguiendo así que su diente de la rueda alcance la exactitud final de la fresa, dentro de límites de 0.00063 cm. El bruñido de las ruedas dentadas no templadas se efectúa haciéndolas marchar a presión con una o entre tres ruedas bruñidoras templadas y ligeramente mayores que su tamaño normal.

Figura No. 75 Forma de fresado de un engranaje.



Las operaciones de cálculo se ejecutan tomando como base la relación existente entre el tornillo sinfín y el número de dientes de la corona. La regla para determinar el número de vueltas de la manivela, el número de agujeros y la circunferencia de agujeros del disco divisor, así: Consideremos la relación 1/40, o sea que la corona tiene 40 dientes y el tornillo sinfín una entrada. Cuando hayamos dado una vuelta en el tornillo sinfín, la corona habrá desplazado un diente y el husillo 1/40 de vuelta. Si hacemos girar la manivela 20 vueltas, la corona se habrá desplazado 20 dientes, y por lo tanto, el husillo con la pieza habrá dado ½ vuelta.

Para saber el número de vueltas que se deben dar a la manivela con objeto de lograr un determinado número de divisiones en el husillo, aplique la siguiente fórmula:

$$F = K/N$$

F = número de vueltas de la manivela

K = número de dientes de la corona

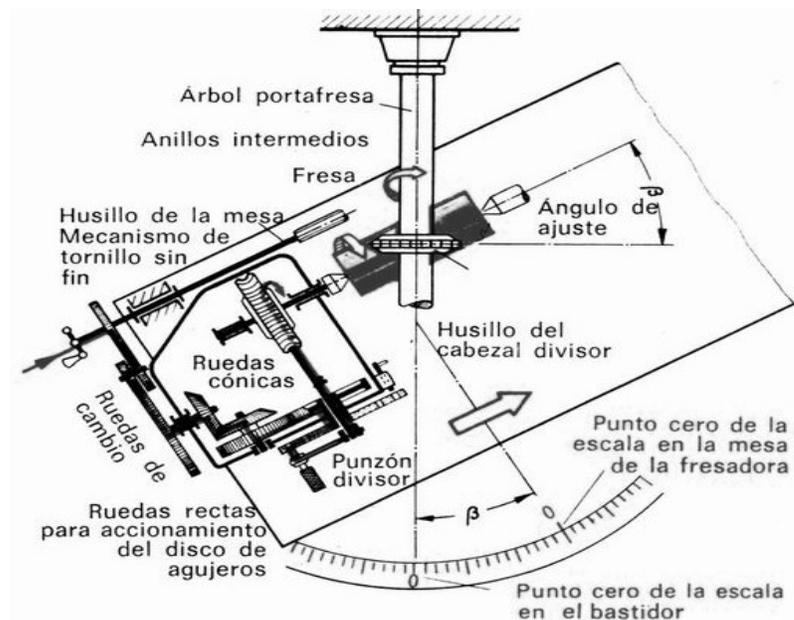
N = número de divisiones por efectuar

4.5.4 Fresado helicoidal

En el fresado de ranuras (ranuras helicoidales), como por ejemplo en la fabricación de fresas con un dentado especial, de escariadores, de brocas espirales, así como de brocas helicoidales, es necesario que el útil realice durante el proceso de fresado un movimiento rectilíneo y uno de rotación. El movimiento rectilíneo de avance se realiza por medio del husillo de mesa. El movimiento uniforme de giro se produce partiendo del husillo de mesa, a través de ruedas de cambio, ruedas cónicas, ruedas rectas, disco de agujero, clavija divisora, tornillo sin fin y rueda helicoidal, sobre el husillo del cabezal divisor.

No pueden proveerse de ranuras espirales nada más que las piezas cuya división pueda realizarse por el método indirecto. En el fresado de ranuras helicoidales hay que elegir la relación de dientes de las ruedas de cambio de tal modo que el avance de la mesa para una revolución completa de la pieza sea igual al paso pedido para la hélice.

Figura No. 76 Plano para Fresado de ranuras helicoidales.



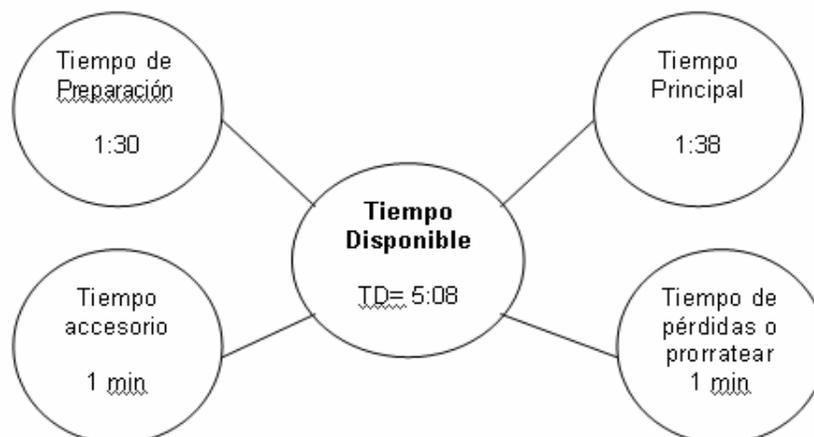
La pieza tiene que colocarse mediante basculación, de la mesa de la máquina oblicua al eje de la pieza con oblicuidad igual al ángulo de posición o de ajuste. Esto no resulta posible de conseguir nada más que en una fresadora universal o en una máquina fresadora dotada de un cabezal basculante. Si las piezas han de llevar varias ranuras espirales, tendrá que realizarse la división de las distintas ranuras igualmente con el cabezal divisor. Con objeto de disminuir la proporción, a veces importante, de los tiempos invertidos en la de fresar, así como para satisfacer las más altas exigencias en cuanto a precisión, se emplean aparatos divisores ópticos, hidráulicos, neumáticos y electro-automáticos.

4.5.6 Calculo del tiempo Disponible

Es el tiempo total del cual se dispone para la realización de las operaciones que involucran el trabajo encargado. Es la suma de todos los tiempos. (de preparación, principal, accesorio, de perdidas).

$$TR+TV+TH+TN=TD$$

Figura 77. Diagrama de tiempo disponible



4.6 Contenido del informe de la práctica.

En el informe el estudiante debe dejar constancia de la investigación teórica relacionada con la practica de fresado así también los datos obtenidos en el desarrollo de la misma. El informe deberá contener los siguientes

4.6.1 Introducción y objetivos

En la introducción se debe dar a conocer de forma sintetizada el tema del cual se trata la práctica, en los objetivos se conocerán los alcances que se pretenden obtener en desarrollo de la misma.

4.6.2 Definición de fresadora.

Después de realizada la practica el estudiante esta en la capacidad de poder definir que es y cuales son las diversas aplicaciones de la fresadora.

4.6.3 Procedimientos de fresado.

En la practica de fresado existen diversos procedimientos, estos procedimientos que se han experimentado en la practica vivencial, de tal forma que el estudiante ya tiene conocimiento de ellos y los puede describir en el informe.

4.6.3.1 Uso del cabezal divisor.

El cabezal divisor es un aditamento necesario en las aplicaciones de fresado cuando se trata de mecanizar piezas con divisiones exactas, así como en la manufactura de engranajes rectos y Helicoidales, el estudiante debe describir su uso, las partes principales y las aplicaciones mas comunes.

4.6.4 Tiempo disponible.

El tiempo es una variable que se puede medir en los procesos de producción, en este caso el tiempo disponible se debe calcular aplicando la

ecuación descrita en la explicación que el ingeniero del curso dará en el tiempo de inducción, este cálculo se debe realizar tomando los datos de la práctica.

4.6.5 Tiempo a Prorratear.

Este tiempo forma parte del tiempo disponible y es otra variable que forma parte del tiempo disponible, el cálculo de esta variable se puede calcular según la definición en clase.

4.6.5.1 Tiempo Accesorio.

En este tiempo se involucran las actividades relacionadas con el uso y la manipulación de los accesorios aplicados en los procedimientos de fresado.

4.6.5.2 Tiempo Principal.

Este es el tiempo en el cual la máquina está en funcionamiento, tiempo mediante el cual la máquina produce a través del maquinado el arranque de la viruta.

4.6.5.3 Tiempo de preparación.

Esta variable también se puede establecer y forma parte del tiempo total o tiempo invertido que tenemos que calcular.

4.6.6 Plano de trabajo.

El desarrollo de un trabajo y en específicamente en la aplicación de esta práctica es necesario dibujar un esquema de la pieza a trabajar en el cual se especificarán las medidas y los detalles de la pieza.

4.6.7 Plan de trabajo.

En las prácticas anteriores hemos aprendido como se puede elaborar el plan de trabajo, en el caso de esta practica el plan debe se mas extenso que ya que se debe considerar la herramienta del cabezal divisor, como también de la fresadora.

4.6.8 Gráfica.

En la grafica se debe analizar el comportamiento del proceso Se debe hacer un análisis del incremento en la temperatura de la pieza y la herramienta, el grafico puede ser realizado utilizando las variables de tiempo versus temperatura.

4.6.9 Conclusiones de la practica

Las conclusiones Permiten evaluar el desarrollo de la practica y establecer si se cumplieron los objetivos, Por ello tiene que dejar constancia de lo que concluye.

CONCLUSIONES

1. En desarrollo de la enseñanza del uso de las maquinas herramientas se establece una relación entre el uso de la maquina y la producción misma, de tal forma que no solo se debe aprender a utilizarlas si no que también se debe tener el conocimiento que permita la optimización de los tiempos en los cuales se debe producir una determinada pieza o las operaciones de maquinado necesarias para una producción en serie.
2. La aplicación de formulas para el calculo de la producción en función del tiempo son de vital importancia en el desarrollo de la ingeniería, ya que esto nos permite realizar un trabajo mas profesional y de mayor certeza lo cual redundo en la optimización de los recursos tanto en lo que respecta a la materia prima, como a la maquinaria y el elemento humano.
- 3.

RECOMENDACIONES.

1. La aplicación de las practicas de laboratorio de procesos de manufactura I debe ser una des las prioridades en el proceso enseñanza aprendizaje de la ingeniería Industrial, estas practicas son una síntesis para esta aplicación de tal manera qua que no se debe ni se puede enseñar menos de estos conceptos para que se logre un impacto real en el desarrollo de los procesos de producción, a los cuales esta vinculado todo ingeniero, en la industria manufacturera.
2. El conocimiento de técnicas y herramientas para cálculos de tiempos en el diseño y la elaboración de piezas para el consumo masivo debe tener un espacio preponderante para todo aquel que aplica a una ingeniería industrial, Poder calcular el tiempo en el cual se puede desarrollar un pieza es imprescindible para poder mejorar los niveles de producción.
3. Los instrumentos de medición van de la mano con las maquinas herramientas, el estudiante de ingeniería industrial debe conocer el funcionamiento y las diversas aplicaciones de estas maquinas en los procesos de manufactura de piezas, y saber recomendar el sistema de medida que mas se ajusta a las posibilidades del diseño

BIBLIOGRAFÍA

1. Manual de Torno Básico, especialidad Mecánica Industrial. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, 1999.
 2. V. Feschenko, R. Majmutov, El Torneado Editorial Mir Moscú. 1989.
 3. Avallone. Eugene A.. "Manual del ingeniero mecánico Marks". Editorial Mc.GrawHill. 9ª edición, 1995.
 4. Gerling Heinrich "Alrededor de las máquinas - herramientas", Editorial Reverte 2ª edición, 1964.
 5. Biblioteca de Consultas Microsoft Encarta 2006.
 6. Diccionario de Encarta. Definición tomada del DRAE.
 7. Albert Check Steve, Krar; TECNOLOGÍA DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS. Editorial AlfaOmega. 5ta. Ed. 2003.
Ing. Montes de Oca Morán; Ricardo, Ing. Pérez López; Isaac, "**Manual de Prácticas para la asignatura MANUFACTURA INDUSTRIAL II**" Ingeniería Industrial, Editorial: UPIICSA – IPN, Enero del 2002.
-
1. Boon, G.K.; Mercado, A.; Automatización Flexible en la Industria; Ed. LIMUSA-Noriega, México, 1991.

Referencias electronicas

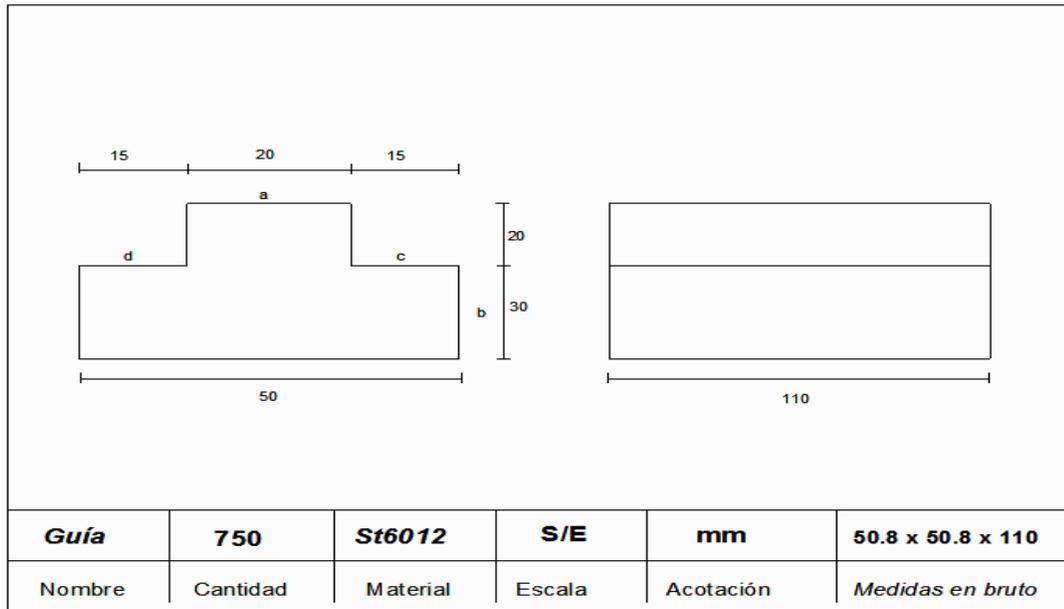
9. www.dovebid.com/auctions/seo/add/spanish/Torno.
10. <http://buscador.rincondelvago.com/torno>
11. www.em.pucrs.br/.../torno/Torneamento.htm
12. www.em.pucrs.br/.../torno/PartesDoTorno.gif
13. www.monografias/tornos.com
15. <http://materiales.eia.edu.co/ciencia%20de%20los%20torno>
16. Enciclopedia Encarta 2002. Microsoft Corporación, 2001.
17. Schärer, Urrich "Ing. de manufactura".Editorial Continental.
18. México, 1994, Pág. 290-300
19. www.geocities.com/hispacad/proceso_fresado.html
20. Museo de la Máquina-Herramienta
Azkue auzoa, 1 • 20870 ELGOIBAR • Gipuzkoa
Tel.: 943 74 84 56 • Fax: 943 74 41 53
GPS: long: -2.41054 Lat.: 43.21149 [e-posta,IMH](mailto:info@mh.euzkadi.es)
Página: www.museo-maquina-herramienta.com/historia/Le...

ANEXOS

Tabla de viruta admisible en una fresadora (cm³/kw.min)

| Tipo de fresa | Acero 35-60 kg/mm² | Acero 60-80 kg/mm² | Acero >80 kg/mm² | Fundición gris | Latón y bronce rojo | Metales ligeros |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| Fresa cilíndrica | 12 | 10 | 8 | 22 | 30 | 60 |
| Fresa frontal | 15 | 12 | 10 | 28 | 40 | 75 |

Se pretende elaborar el plan de trabajo y calcular el tiempo principal para fabricar la pieza que se indica en el siguiente plano de taller. Este trabajo se realizará con una fresa de 2.5 hp, y con un cortador de vástago de b=25 mm.



Para calcular la cantidad máxima de viruta que se puede desprender con esta máquina se convierten los 2.5HP a kw-min

$$N = 2.5 \text{ hp} \times 0.746 \text{ kw/hp} = 1.865 \text{ kw}$$

Para este material (STT6012) se selecciona de la tabla, la cantidad admisible de viruta que una fresa puede desprender.

$$V' = 12 \text{ cm}^3/\text{kw-min}$$

Con esta cantidad se calcula la cantidad máxima de viruta que se puede desprender con esta fresa.

$$V = V' \times N$$

$$V = (12 \text{ cm}^3/\text{kw-min})(1.865 \text{ kw}) = 22.38 \text{ cm}^3/\text{min}$$

Con la cantidad máxima de viruta que se puede desprender se puede calcular la velocidad del avance de la máquina que es recomendable utilizar.

$$S' = (V1000) / (a b)$$

$$S' = (22.38\text{cm}^3 \times 1000\text{mm}^3/\text{cm}^3)/(5 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}) = 179.04 \text{ mm/m}$$

Con los datos anteriores se puede construir un plan de trabajo en el que se obtengan los tiempos principales que serán necesarios para fabricar la guía del plano.

| # | Actividad | a | b | V | S' | l | la | lu | L | tp | Pas | #vuel | Tp |
|---|--------------|-----|----|------|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-------|------|
| 1 | Desbaste "a" | 0.8 | 25 | 22.4 | 179 | 110 | 15 | 15 | 140 | 0.8 | 1 | 4 | 3.2 |
| 2 | Desbaste "b" | 1.6 | 25 | 22.4 | 179 | 110 | 15 | 15 | 140 | 0.8 | 1 | 2 | 1.6 |
| 3 | Desbaste "c" | 5 | 25 | 22.4 | 179 | 110 | 15 | 15 | 140 | 0.8 | 4 | 2 | 6.4 |
| 4 | desbaste "d" | 5 | 25 | 22.4 | 179 | 110 | 15 | 15 | 140 | 0.8 | 4 | 2 | 6.4 |
| | Total | | | | | | | | | | | | 17.6 |

Notas sobre la tabla y sus cálculos.

No obstante que en las operaciones 1 y 2 se podría haber seleccionado una velocidad de avance mayor debido a que la penetración es sólo para emparejar, se decidió tomar la velocidad de avance S' máxima, como si se tuvieran 5 mm de profundidad.

Las longitudes anterior (la) y ulterior (lu.) se toman de 15 mm debido a que como el cortador de la fresa es circular, por lo menos debe haber salido del corte la mitad del mismo para que termine su trabajo. Así que se toma en ambos casos un poco más de la mitad del cortador.

Las pasadas (Pas) es el número de veces que se debe pasar la herramienta con la profundidad (a) indicada, para llegar hasta la dimensión de profundidad necesaria.

Número de vueltas (#Vuel) se refiere al número de veces que debe recorrer la longitud total (L) la fresa con la profundidad indicada, para cubrir la superficie a desbastar.

Como T_p es el 60% del tiempo total se debe obtener el 100% del tiempo necesario para la fabricación de la guía de la siguiente manera:

17.6 es a 60

X es a 100

$$X = (17.6 \times 100)/60 = 29.33 \text{ mi}$$

Como son 750 piezas con una sola máquina requeriríamos 29.33 min. x 750 piezas = 21,997.5 min. En días laborables de ocho horas son 45.83 días.

Se recomienda fabricar en el taller esta guía. Para evitar la ruptura de los cortadores use en lugar del acero recomendado un pedazo de aluminio o nylamine.

Fuente: Principios de Ingeniería de manufactura páginas 315, 370
de Stewart C. Black.vic compañía editorial mexicana

