

Temas Tecnológicos:

Mecanico Fresador

UNIVERSIDAD NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERIA Y CUNDINAMARCA  
COMPLUTACION DEL SUR  
BIBLIOTECA

# TEMAS TECNOLÓGICOS

## MECANICO FRESADOR

Instrucción 217 Sep. 1972

621.91  
S491t  
Ej. 3  
1972

7, 47  
47t

DIRECCION GENERAL DE OPERACIONES  
DIVISION DE INDUSTRIA

# TEMAS TECNOLOGICOS

MECANICO FRESADOR

INSTRUCCION 217 SEPT. 1972

**SENA**

MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

SEN 217  
CENTRO METALMECANICO  
REGIONAL BOGOTA  
BIBLIOTECA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

INDICE DE TEMAS TECNOLOGICOS PARA EL  
TORNERO FRESADOR

Ref SENA	TITULO DEL TEMA TECNOLÓGICO	Ref C BC
124	Roscas múltiples	107
125	Rosca sin fin (sistema módulo )	108
126	Indicador para roscas en (pulgadas)	Nueva
127	Fresadora (generalidades )	111
128	Fresadora Universal	112
129	Elementos de fijación (calzos, bridas, gatos)	113
130	Ejes para fresas	114
131	Finzas y portapinzas	115
132	Fresas (tipos y características )	116
133	Velocidad de corte en la fresadora	117
134	Avance-profundidad de corte y forma de trabajar las fresas )	118
135	Cabezal universal y cabezal vertical	119
136	Chavetas	121
137	Aparato divisor (generalidades )	120
138	Ranuras normalizadas (chaveteros y ranuras en T.)	122
139	Aparato divisor simple ( división directa)	123
140	Aparato divisor (división universal )	124
141	Aparato divisor (tipos de montaje de piezas )	125
142	Aparato divisor (div. directa y div. indirecta )	126
143	Mesa circular	127
144	Montaje de piezas sobre la mesa	128
145	Fresado en oposición y fresado en concordancia	129
146	Medición con rodillos ( cálculo )	130
147	Mandril descentrable y mandril fijo	131
148	Aparato mortajador (herramientas y portahatas.)	132
149	Engranajes (generalidades )	133
150	Engranaje cilíndrico recto	134
151	Medición de dientes de engranaje	135
152	Ruedas de cadena	136
153	Tren de engranajes (generalidades )	137
154	Aparato divisor ( división diferencial)	140
155	Divisor lineal	138
156	Cabezal para fresar cremallera	139
157	Helices	141
158	Engranaje cilíndrico helicoidal	142
159	Tornillo sin fin ( sistema módulo )	108
160	Corona para tornillo sin fin	144

INFORMACION TECNOLÓGICA:

ROSCAS MÚLTIPLES.

REFER.: HIT. 107 | 1/1

COD. LOCAL: / /

Son roscas que poseen dos o más entradas, a fin de realizar mayor avance axial en cada vuelta completa del tornillo.

Son utilizadas en todos los casos en que hay necesidad de un avance rápido en el desplazamiento de piezas u órganos de máquinas.

La ventaja de usar roscas múltiples, en vez de roscas simples con pasos largos, es que las dimensiones del filete son proporcionales al paso y ello ocasionaría roscas con filetes de gran profundidad (fig. 1).

En el caso de roscas con una entrada, el avance es igual al paso, es decir, el desplazamiento axial en una vuelta es igual al paso.

Para roscar de dos o más entradas, el avance será el producto del paso por el número de entradas.

Por ejemplo, en una rosca de 5 mm de paso con 4 entradas, su avance es de  $5 \times 4 = 20$  mm.

La figura 2 muestra una rosca de dos entradas con paso de 5 mm; como se puede observar, esta rosca tiene un avance de 10 mm con filetes de dimensiones reducidas.

La figura 3 ilustra una rosca de 4 entradas.

El avance, es decir, el paso de la hélice es el elemento básico para calcular el ángulo de inclinación del filete y el tren de engranajes para construirlo en el torno o la fresadora.

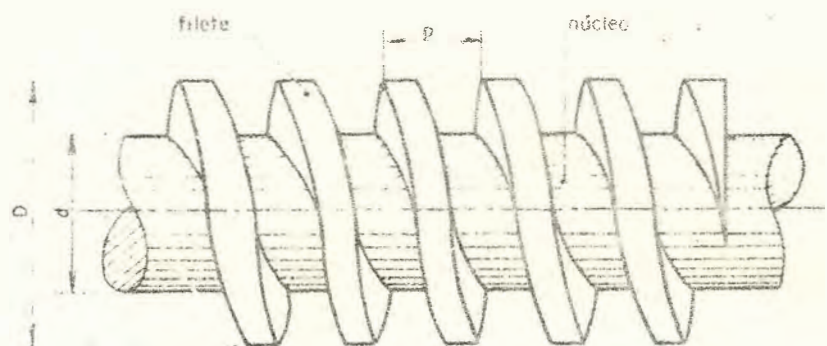


Fig. 1

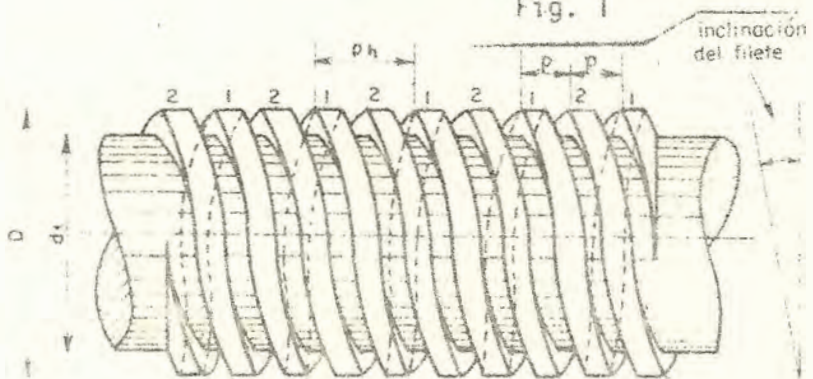


Fig. 2

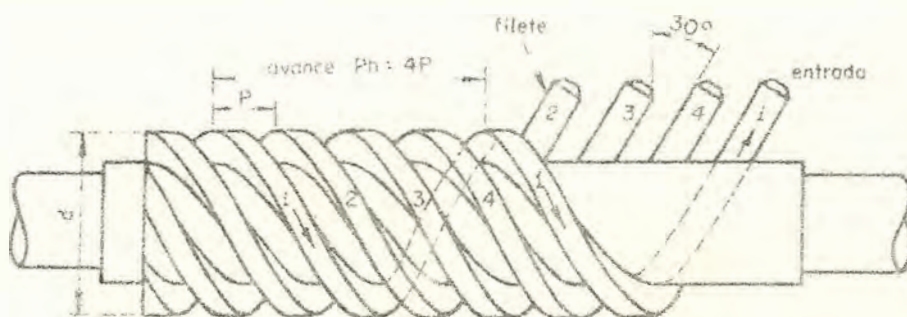


Fig. 3

Los tornillos de rosca sin fin son elementos que trabajan acoplados a engranajes fijados en ejes que se cruzan, en general a  $90^\circ$ , posibilitando gran reducción en la relación de transmisión de movimientos.

La rosca sin fin es hecha en la fresadora o en el torno.

Las figuras 1 y 2 muestran el montaje de un engranaje con un tornillo sin fin.

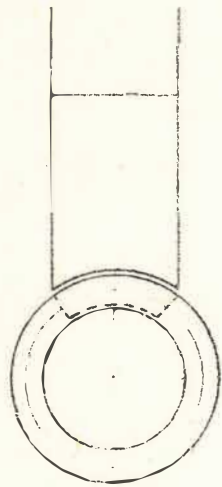


Fig. 1

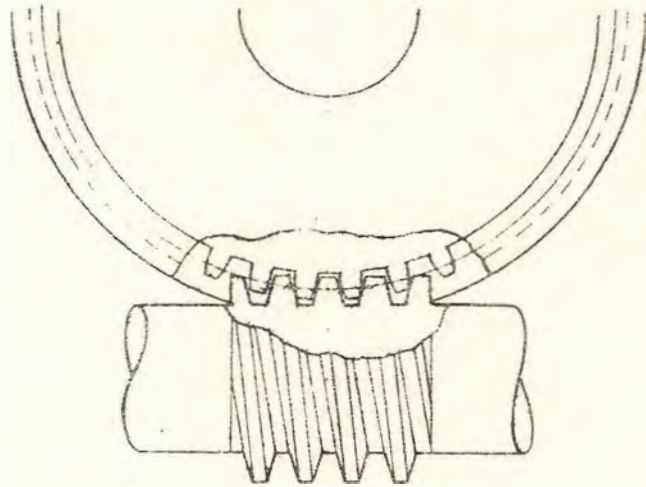


Fig. 2

*Módulo:* es la relación existente entre el diámetro primitivo ( $d_p$ ) y el número de dientes de la rueda.

Las dimensiones del tornillo sin fin son determinadas en función del módulo (fig. 3).

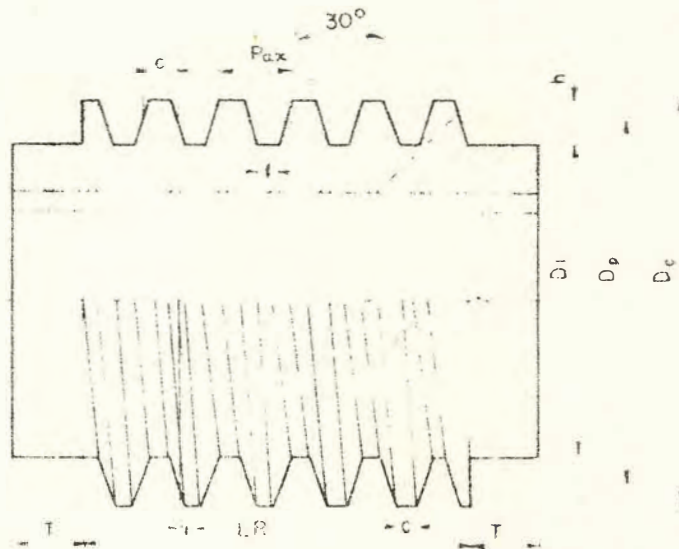


Fig. 3

INFORMACION TECNOLOGICA:  
ROSCAS SIN FIN (SISTEMA MÓDULO).

REFER.: HIT. 108 | 2/2

COD. LOCAL:

El ángulo del filete puede ser de 29°, 30° o 40°, variando de acuerdo con el ángulo de presión del engranaje.

Actualmente, los ángulos de presión 14° 30' y 15° están siendo abolidos, se utiliza el ángulo de 20° que da mayor resistencia a los dientes de los engranajes.

*Características y Fórmulas (Para ángulo de presión 15°)*

Ángulo del flanco del filete = 30°

P = paso normal =  $M \pi$

M = módulo

f = fondo del filete = 0,9403M

h = altura total del filete = 2,167 M

D<sub>e</sub> = diámetro externo = D<sub>p</sub> + 2 M

D<sub>p</sub> = diámetro primitivo = 8 a 16M

D<sub>i</sub> = diámetro interno o núcleo = D<sub>e</sub> - 2 h

e = espesor del filete en el D<sub>p</sub> =  $\frac{P}{2}$

i = ángulo de la hélice =  $\text{siendo } \text{tg } i = \frac{P}{D_p \pi} = \frac{M}{D_p}$

LR = longitud de la parte roscada = 4 a 6P

T = extremos sin rosca = P

Pax. = Paso axial, es la distancia entre dos filetes consecutivos medida sobre una generatriz del cilindro, tal como se considera el paso en los tornillos comunes.

$$\text{Pax.} = \frac{M \pi}{\text{sen } i}$$

SENA  
CENTRO METALMECANICO  
REGIONAL BOGOTA

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER: MIT. 111

1/4

## FRESADORA (GENERALIDADES)

COD. LOCAL:

La máquina de fresar o fresadora, como generalmente se le llama, es una máquina herramienta de movimiento continuo, destinada al mecanizado de materiales por medio de una herramienta de corte llamada fresa. Permite realizar operaciones de fresado de superficies de las más variadas formas: planas, cóncavas, convexas y combinadas.

*CONSTITUCION*

En las máquinas de fresar corrientemente usadas en los talleres de construcciones mecánicas, se distinguen las siguientes partes principales (fig. 1).

- A Bastidor
- B Husillo de trabajo
- C Mesa
- D Carro transversal
- E Consola
- F Caja de velocidades del husillo
- G Caja de velocidades de los avances

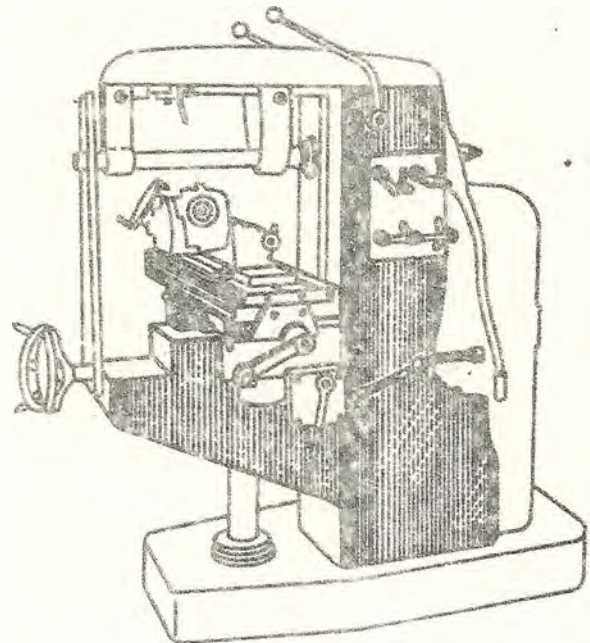


Fig. 1

El bastidor es una especie de cajón de fundición, de base reforzada y de forma generalmente rectangular, por medio del cual la máquina se apoya en el suelo. Es la parte que sirve de sostén a los demás órganos de la fresadora.

Husillo de trabajo es uno de los órganos esenciales de la máquina, puesto que es el que sirve de soporte a la herramienta y le dota de movimiento. Este eje recibe el movimiento a través de la caja de velocidades, como lo muestra la cadena cinemática de la fig. 2.

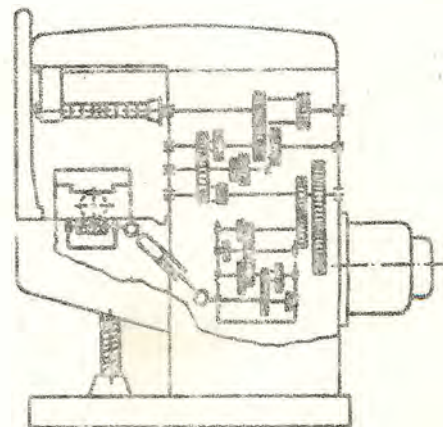


Fig. 2

## INFORMACION TECNOLOGICA:

REFER.: HIT.111

2/4

## FRESADORA (GENERALIDADES)

COD. LOCAL:

*La mesa* es el órgano que sirve de sostén a las piezas que han de ser trabajadas, directamente montadas sobre ella o a través de accesorios de fijación, para lo cual la mesa está provista de ranuras destinadas a alojar los tornillos de fijación.

*Carro transversal* es una estructura de fundición de forma rectangular, en cuya parte superior se desliza y gira la mesa en un plano horizontal; en la base inferior, por medio de unas guías, está ensamblado a la consola, sobre la cual se desliza accionado a mano por tornillo y tuerca, o automáticamente, por medio de la caja de avances. Un dispositivo adecuado permite su inmovilización.

*La consola* es el órgano que sirve de sostén a la mesa y sus mecanismos de accionamiento. Es un cuerpo de fundición que se desliza verticalmente en el bastidor a través de unas guías por medio de un tornillo telescópico y una tuerca fija. Cuando es necesario para algunos trabajos, se inmoviliza por medio de un dispositivo de bloqueo.

*Caja de velocidades del husillo* consta de una serie de engranajes que pueden acoplarse según diferentes relaciones de transmisiones, para permitir una extensa gama de velocidades del husillo. Generalmente se encuentra alojada interiormente en la parte superior del bastidor. El accionamiento es independiente del que efectúa la caja de avances, lo cual permite determinar más juiciosamente las mejores condiciones de corte.

*Caja de avances* de la fresadora es un mecanismo constituido por una serie de engranajes ubicados en el interior del bastidor, en su parte central, aproximadamente. Recibe el movimiento directamente del accionamiento principal de la máquina. Por medio de acoplamientos con ruedas correderas, pueden establecerse diversas velocidades de avances. El enlace del mecanismo con el husillo de la mesa o la consola se realiza a través de un eje extensible de articulaciones cardán.

En algunas fresadoras, la caja de velocidades de los avances está ubicada en la consola con un motor especial e independiente del accionamiento principal de la máquina.

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER. HIT-111

3/4

## FRESADORA (GENERALIDADES)

COD. LOCAL:

*CLASIFICACION*

La orientación del husillo de trabajo respecto a la superficie de la mesa, determina una clasificación o tipo de fresadoras. De allí que reciben la denominación de:

*Fresadora horizontal*

Si el husillo de trabajo está orientado paralelamente a la superficie de la mesa (fig. 3).

*Fresadora vertical*

Si el husillo de trabajo está orientado verticalmente a la superficie de la mesa (fig. 4).

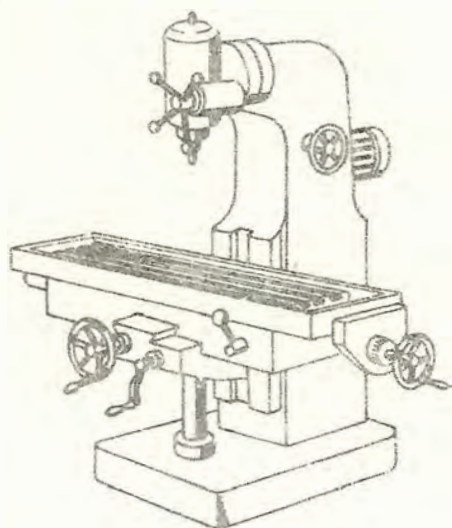


Fig. 4

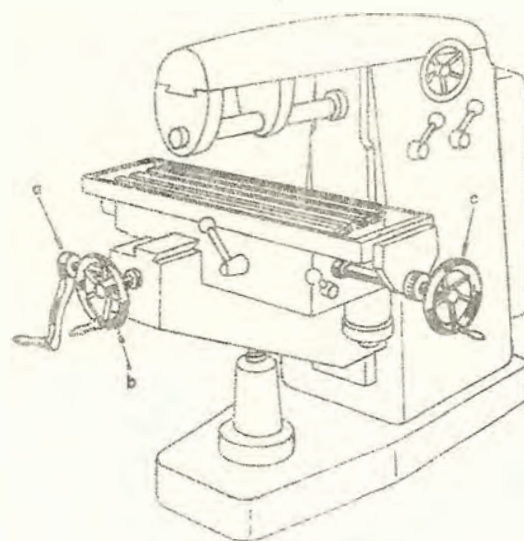


Fig. 3

*Fresadora mixta*

Cuando, auxiliándose con accesorios, el husillo puede orientarse en las dos posiciones precedentes (fig. 5).

*Fresadora universal*

Es la fresadora que por sus características es objeto de estudio en otra hoja.

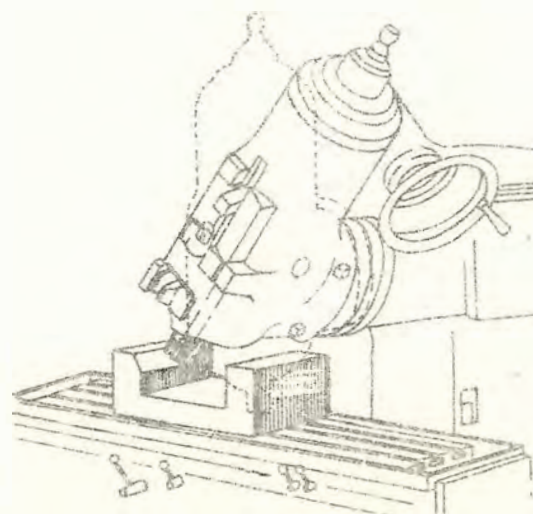


Fig. 5

<b>INFORMACION TECNOLOGICA:</b>  <b>FRESADORA (GENERALIDADES)</b>	REFER.: HIT. 111	4/4
	COD. LOCAL:	

### *Fresadoras especiales*

Existe una gran variedad de tipos especiales de fresadoras, como: fresadoras copiadoras, talladoras de engranajes y otras, que se destinan a trabajos muy específicos.

### *CARACTERISTICAS DE LA FRESADORA*

El hecho de que la herramienta de trabajo de la fresadora sea de filos múltiples, y que se puedan montar en el eje portafresa combinaciones de fresas de diferentes formas, le confiere a esta máquina características especiales y una ventaja sobre otras máquinas - herramientas, como lo es el poder realizar una gran variedad de trabajos en superficies situadas en planos paralelos, perpendiculares, o formando ángulos diversos; construir ranuras circulares, elípticas; mecanizados en formas esféricas, cóncavas y convexas, con rapidez y precisión.

### *FUNCIONAMIENTO*

El accionamiento principal lo produce un motor alojado en la parte posterior del bastidor, el cual transmite el movimiento al husillo de trabajo a través del sistema de engranajes de la caja de velocidades (fig. 2-c). El movimiento de avance automático lo produce la caja de avances, la cual transmite el movimiento a través de un eje con articulación cardán a un mecanismo de tornillo sin fin y corona. El desplazamiento vertical de la consola, el transversal del carro y el longitudinal de la mesa, pueden hacerse también manualmente por medio de manivelas acopladas a mecanismos de tornillo y tuerca (fig. 3-a, b y c).

El husillo de trabajo se prolonga con el eje portafresa, en el cual se monta la herramienta. Cuando este eje es largo, se apoya en un soporte que se monta en el brazo superior (fig. 2-h).

### *CONDICIONES DE USO*

Como la fresadora es una máquina concebida para realizar trabajos de precisión, su fabricación es hecha con mucho cuidado, lo cual motiva su elevado costo. De allí se deduce la necesidad de conservarla en condiciones óptimas de uso, lo que se logra manteniendo sus mecanismos bien acoplados, lubricación en forma adecuada y suficiente en las superficies de rotación y deslizamiento, y procurando mantenerla en buen estado de limpieza.

Para iniciar el estudio de esta máquina, se puede considerar como punto de partida la fresadora horizontal. En efecto, la fresadora universal, es en principio, una fresadora horizontal, pero además está provista de otros mecanismos y accesorios especiales, que le permiten ampliar considerablemente sus posibilidades de trabajo.

#### CARACTERISTICAS

Además de las características comunes a las fresadoras en general, la fresadora universal está dotada de un cabezal universal de doble articulación que le permite la inclinación del eje porta fresa, formando cualquier ángulo con la superficie de la mesa (fig. 1).

La mesa puede girar en un plano horizontal hasta un ángulo de  $45^\circ$  en ambos sentidos.

Otras características importantes y que nos dan idea de las posibilidades de la máquina son (fig. 2):

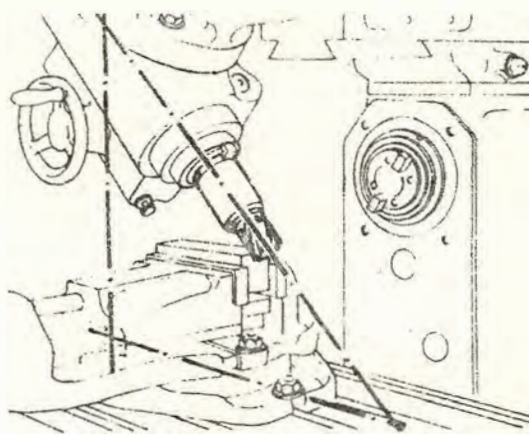


Fig. 1

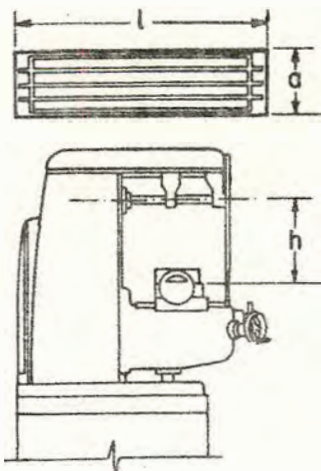


Fig. 2

- Largo y ancho de la mesa.
- Giro de la mesa en ambos sentidos ( $45^\circ$ ).
- Máximo desplazamiento longitudinal de la mesa.
- Máximo desplazamiento transversal de la mesa.
- Máximo desplazamiento vertical de la consola.
- Máxima altura de la superficie de la mesa al husillo principal.
- Máximo y mínimo número de rpm del husillo principal.
- Avances en m/minuto.
- Velocidad y potencia del motor.
- Peso de la máquina.

Estas características son las que permiten identificar la máquina en los catálogos comerciales, donde vienen explicadas en detalle.

## INFORMACION TECNOLOGICA:

REFER.: HIT.112

2/2

## FRESADORA UNIVERSAL

COD. LOCAL:

*ACCESORIOS*

Como ya se ha mencionado, la fresadora está provista de una serie de accesorios que le permiten realizar las más variadas operaciones de fresado, los cuales se indican a continuación:

- cabezal universal
- ejes portafresas
- aparato divisor y contrapunta
- mesa circular divisora
- divisor lineal
- aparato mortajador
- cabezal especial para fresar cremalleras
- mesa inclinable.

En otras hojas se estudiarán particularmente cada uno de estos accesorios.

La fresadora universal es la máquina de fresar de uso más generalizado en los talleres.

Son piezas generalmente de acero o hierro fundido. Sus formas varían según su aplicación y sirven para la fijación de piezas sobre las mesas o sobre accesorios de las máquinas herramientas.

Reciben diversos nombres, tales como: bridas, calces, gatos, escuadras.

#### BRIDAS

Son piezas de acero, forjadas o mecanizadas, de forma plana o acodada, con una ranura central para introducir el tornillo de fijación (figs. 1 y 2). Estas bridas también pueden tener un tornillo en uno de sus extremos para regular la altura de fijación (fig. 3).



Fig. 1

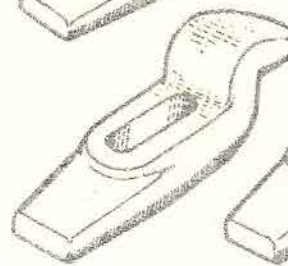


Fig. 2

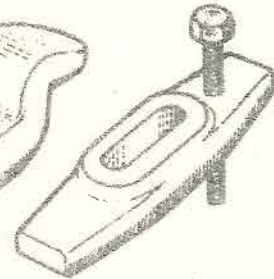


Fig. 3

#### CALCES

Los calces son elementos de apoyo, de acero o hierro fundido y mecanizados. Pueden ser planos, escalonados, en "V" y regulables (figs. 4, 5, 6 y 7).



Fig. 4

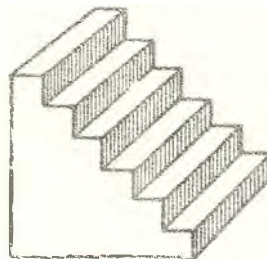


Fig. 5

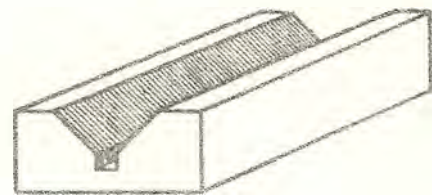


Fig. 6

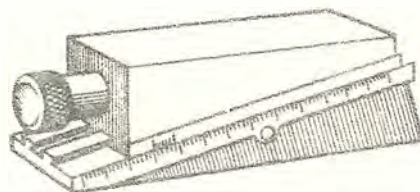


Fig. 7

#### GATOS

Son elementos de apoyo, generalmente de acero, compuestos de un cuerpo y un tornillo con una contra tuerca para bloquearlo. La parte superior puede ser articulada o fija (figs. 8 y 9).

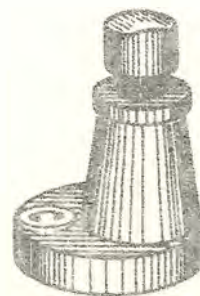


Fig. 8

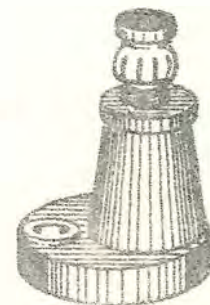


Fig. 9

*ESCUADRAS*

Son elementos generalmente contruidos de hierro fundido, sus caras son planas y mecanizadas formando un ángulo de 90° (fig. 10).

Las hay de diversos tamaños y tienen ranuras por donde se introducen los tornillos de fijación.

Se pueden fijar sobre mesas de máquinas o sobre platos planos y otros accesorios de las máquinas, para permitir su propio mecanizado o el de materiales que se vayan a montar en ellas.

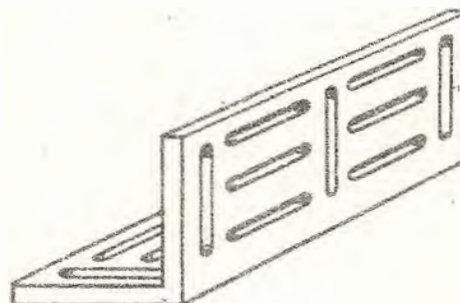


Fig. 10

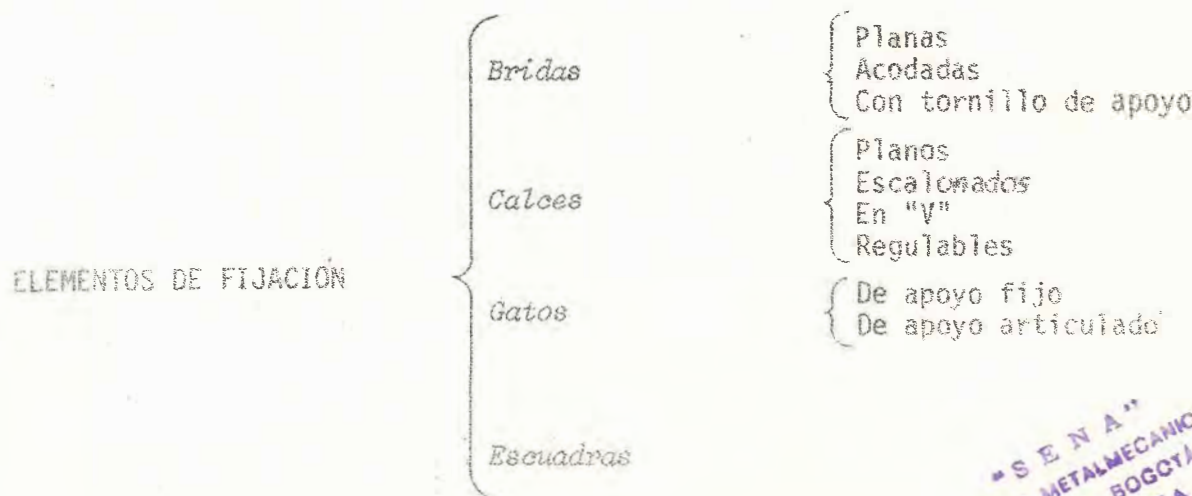
*CONDICIONES DE USO*

Estos elementos para ser usados deben tener sus caras lisas y sin deformaciones.

*CONSERVACION*

Para mantenerlos en buen estado, se deben limpiar y engrasar al terminar de usarlos.

RESUMEN



"SENA"  
CENTRO METALMECANICO  
REGIONAL BOGOTA  
BIBLIOTECA

## EJES PORTAFRESAS

COD. LOCAL:

Son accesorios de la fresadora que se usan para sujetar la fresa y a la vez para transmitirle el movimiento que recibe del husillo.

Se construyen de acero duro aleado (acero-cromo-niquel), bien tratado y con acabados muy lisos y precisos.

## TIPOS

Los ejes portafresas se seleccionan según el tipo de fresa que se debe montar y el tipo de trabajo que se va a efectuar. Para diferenciar estos portafresas se les agrupa dentro de una primera clasificación en:

- ejes portafresas largos
- ejes portafresas cortos

*Ejes portafresas largos (fig. 1).*

Las partes principales de un eje portafresas largo, por las funciones que cumplen, son:

- a) eje cilíndrico
- b) collar impulsor
- c) cuerpo cónico

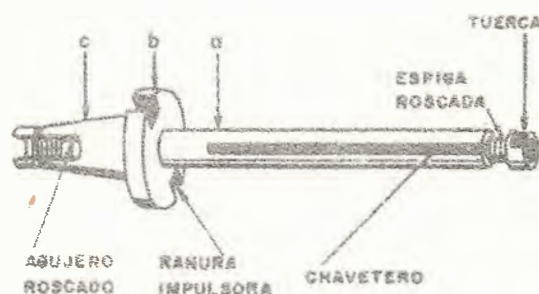


Fig. 1

En cada una de estas partes hay a su vez detalles constructivos que cumplen funciones específicas en el eje portafresas.

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

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

El *chavetero* que va a lo largo de todo el eje cilíndrico, en el cual se ubica y fija la fresa, permite, al colocarle la chaveta, que la herramienta pueda transmitir la potencia y giro del husillo, sin que resbale al entrar en contacto con la pieza y darle la profundidad de corte correspondiente.

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

Elementos que complementan el uso y montaje del eje portafresa:

*Tirante de fijación (fig. 2).* Es una barra de acero roscada en ambos extremos, que se introduce a través del husillo para atornillarlo en el agujero roscado del eje portafresa, lo que permite fijarlo por completo al husillo mediante la tuerca y contra-tuerca que lleva en el otro extremo.

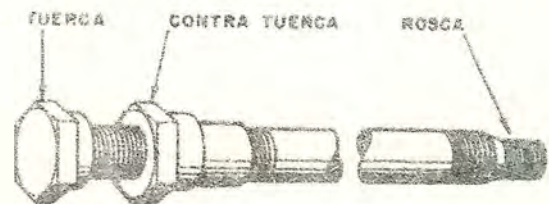


Fig. 2

*Anillos separadores (fig. 3).* Son unos con chaveteros ajustados al eje, que sirven de suplementos para la ubicación de las fresas en el eje cilíndrico. Sus largos son variables para permitir combinaciones de ubicación de las fresas, sus caras planas laterales son paralelas y están muy bien trabajadas.

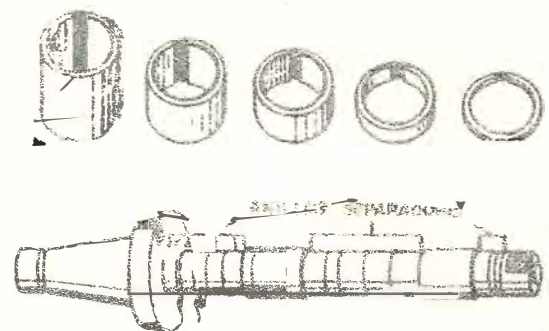


Fig. 3

*Buje guía (fig. 4).* Sirve de apoyo al eje portafresas y evita la flexión excesiva del eje debido al esfuerzo durante el trabajo.

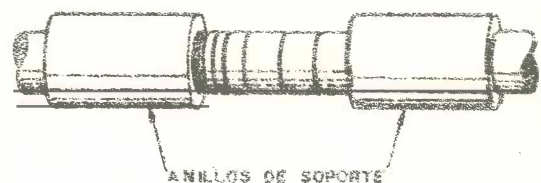


Fig. 4

#### Ejes portafresas cortos o mandriles portafresas

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

*Para fresas con agujero.*

*De agujero liso.*

Estos mandriles se sub-clasifican en dos tipos, de acuerdo al chavetero de fresas:

- Para fresas con chavetero transversal (fig. 5-a).
- Para fresas con chavetero longitudinal (fig. 5-b).

El apriete de la fresa se efectúa por medio de tuerca o tornillo, según sea el diseño del mandril.

El largo del vástago cilíndrico del mandril debe ser menor que el ancho de la fresa. En caso de ser mayor, se suplementa el ancho de la fresa con anillos separadores con chaveteros, a fin de poder apretar la fresa contra el mandril.

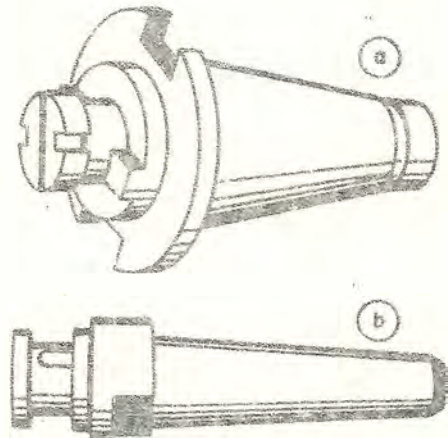


Fig. 5

*De agujero roscado (fig. 6).*

Estos portafresas tienen el vástago roscado, lo que permite tomar y fijar aquellas fresas que en lugar de chavetero llevan el agujero roscado.

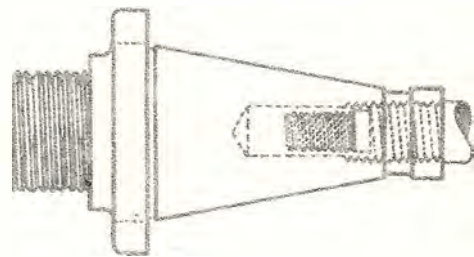


Fig. 6

*Para fresas con espigas.*

*Con espiga cónica (fig. 7).*

Cuando las fresas de espiga cónica no se pueden fijar directamente al husillo por diferencias en los diámetros y por diferencia de conicidades, se emplean estos mandriles que actúan como manguitos cónicos intermediarios entre la espiga de la fresa y el husillo. Debido a las combinaciones que resultan de tener que montar fresas con estas espigas, los mandriles portafresas, para hacer posible estas com-

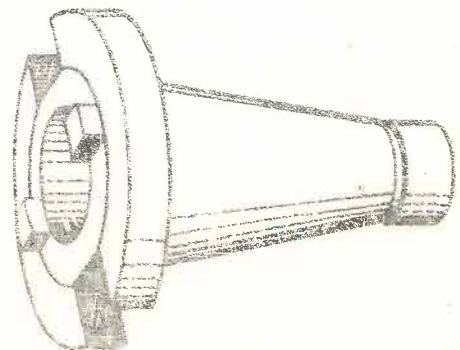


Fig. 7

binaciones, se construyen con diversas conicidades, por ejemplo: con conicidad interior Morse y conicidad exterior standard americana o viceversa.

*Con espiga cilíndrica.*

Para la sujeción y apriete de las fresas que tienen el mango cilíndrico se dispone de:

*Mandriles con agujero cilíndrico (fig. 8),* en cuyo agujero ajusta el diámetro de la espiga de la fresa; para fijarlo dispone de un prisionero que se aprieta contra una muesca plana que lleva la espiga de la fresa.

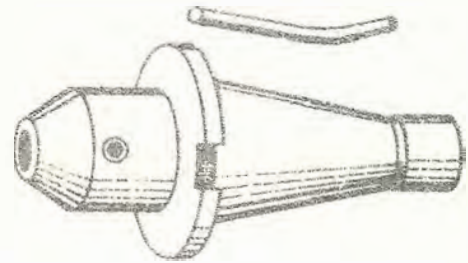


Fig. 8

*Portapinnas (fig. 9)* que por sus características particulares se tratan en tema aparte.

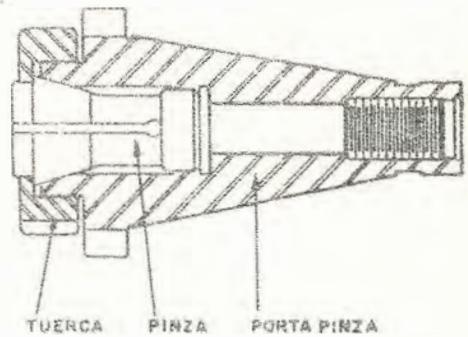


Fig. 9

**CONDICIONES DE USO Y PRECAUCIONES**

El cuidado y limpieza de estos accesorios son esenciales para su uso y conservación. Es importante verificar antes del montaje que la rosca de la barra de apriete corresponda a la del eje portafresa; una vez usados los portafresas deben ser cubiertos con una capa de vaselina y colocados en sitios en que no haya peligro de golpes.

**RESUMEN**

Ejes portafresas	{ -Ejes largos  - Ejes cortos             }	{ - Para fresas con agujero  - Para fresas con espiga             }	{ Agujero liso Agujero roscado             }
			{ Espiga cónica Espiga cilíndrica             }

**VOCABULARIO TECNICO**

- TIRANTE DE FIJACION* - Barra de apriete
- BUJE GUIA* - Bocina guía
- ANILLOS SEPARADORES* - Collares espaciadores
- CONO DE REDUCCION* - Casquillo cónico

Como algunas fresas de espiga cilíndrica y brocas no pueden fijarse directamente al husillo, se recurre a las pinzas. Debido a su forma permiten el alojamiento de este tipo de herramientas, fijándolas al husillo mediante un mandril especial llamado portapinzas.

**CONSTRUCCION**

Las pinzas (fig. 1) básicamente pueden definirse como un cuerpo cilíndrico hueco, ranurado a su largo en forma parcial y con una parte cónica, lo que permite el cierre de la pinza sobre la pieza. Su forma puede variar (fig. 2), pero el principio de funcionamiento es el mismo.



Fig. 1

**CARACTERISTICAS**

Se construyen de acero y su principal característica es la de utilizar la elasticidad del material de que están hechas para poder apretar la pieza que se necesita tomar en su alojamiento.

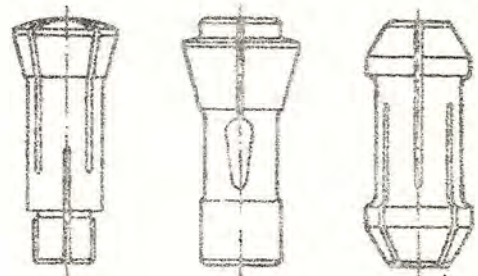


Fig. 2

**CLASIFICACION**

Según la forma de la pieza o herramienta que se desea tomar, se encuentra en el comercio una variedad de tipos de pinzas que pueden clasificarse en:

*Pinzas para barras (fig. 3).*

- a) cilíndricas
- b) cuadradas
- c) hexagonales
- d) otras

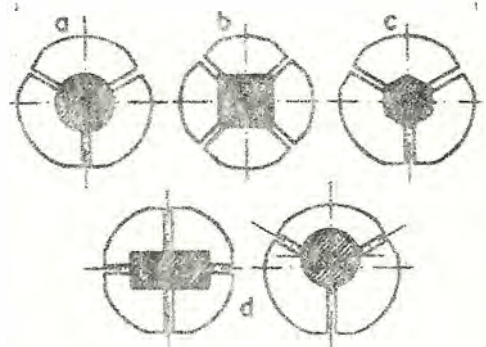


Fig. 3

*Pinzas para anillos (fig. 4).*

- a) de fijación exterior
- b) de fijación interior

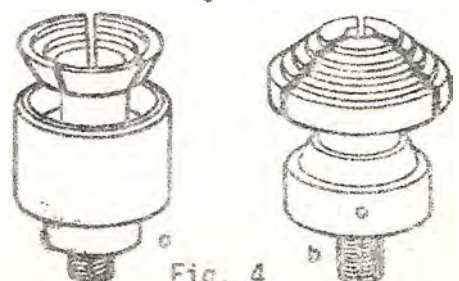


Fig. 4

Cada tipo de pinzas se fabrica en juegos de diferentes medidas, en milímetros y pulgadas, que permiten tomar piezas de la medida y forma correspondientes (fig. 5).

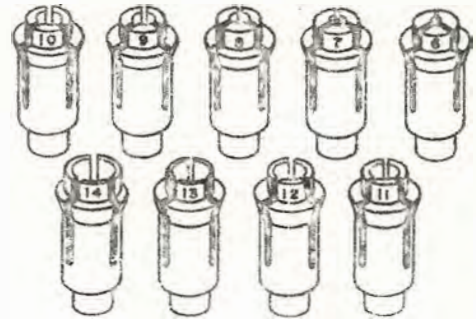


Fig. 5

#### CONDICIONES DE USO

El agujero de las pinzas se mecaniza con precisión para un tamaño específico; por eso debe tenerse cuidado al seleccionar el tamaño apropiado para sujetar en buena forma la pieza respectiva, cuya espiga ha de ser lisa y de medida uniforme.

De no hacerse una elección adecuada puede dañarse la pinza, además de no lograrse un buen apriete de la pieza (fig. 6).

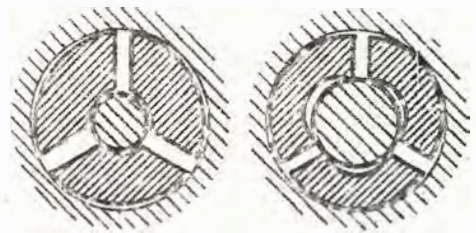


Fig. 6

#### Portapinzas

Son mandriles hechos para ser fijados directamente al husillo cuyo alojamiento permite tomar en forma centrada las pinzas, sujetándolas mediante una tuerca o un tirante (fig. 7).

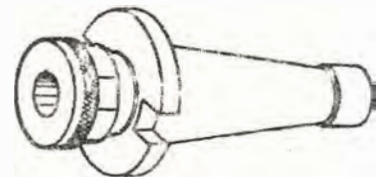


Fig. 7

#### FUNCIONAMIENTO

Según el tipo de pinza varía la forma del portapinzas, pero su principio de funcionamiento es el mismo (fig. 8).

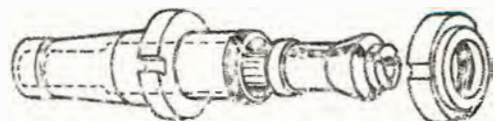


Fig. 8

El cuerpo cónico se fija en el husillo y, en el alojamiento del portapinza, se mete la pinza que es fijada por la tuerca. Al apretar la tuerca no sólo se fija la pinza sino también se aprieta la pieza al ser presionado el asiento cónico de la pinza.

Algunos tipos de portapinzas, por su diseño, traen también una contratuerca (fig. 9), la que permite fijar la posición definitiva de apriete de la pinza y de la pieza.

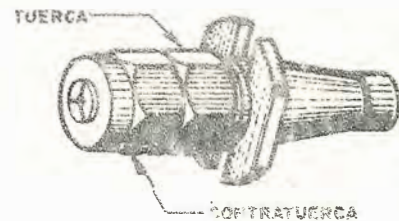


Fig. 9

La rosca interior de la parte cónica permite fijar el portapinzas al husillo de la máquina por medio de la barra de apriete.

Hay, además, cierto tipo de pinzas que no requieren portapinzas para fijar las fresas; en este caso, el apriete se logra al fijarlas en el husillo de la máquina (fig. 10).

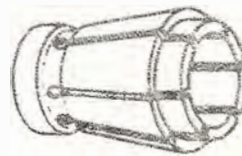


Fig. 10

## VOCABULARIO TÉCNICO

PINZA - Boquilla

PORTAPINZA - Portaboquilla

Las fresas son herramientas que cortan a través del filo de sus dientes, cuando están animadas de un movimiento de rotación.

Son características de la fresadora, aunque pueden utilizarse en otras máquinas herramientas, para realizar algunas operaciones especiales de fresado.

#### CONSTITUCIÓN Y TERMINOLOGÍA

Las fresas en general están constituidas por un cuerpo de revolución, en la periferia del cual se hallan los dientes tallados en el propio material o postizos. Destacaremos algunos aspectos formales.

El cuerpo, puede ser cilíndrico, cónico, esférico o combinaciones de ellos (figs. 1, 2 y 3). Se construye en aleaciones de acero, llamadas rápidas y, excepcionalmente, en acero al carbono.



Fig. 1

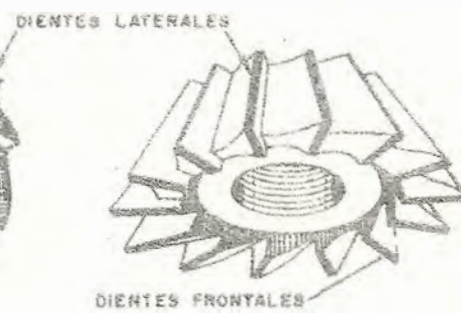


Fig. 2

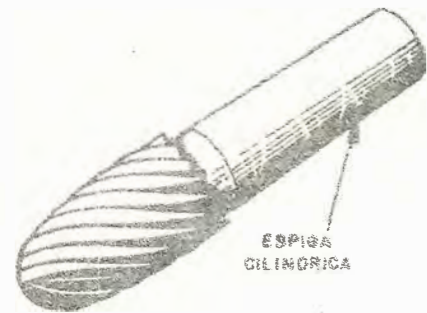


Fig. 3

Las fresas de gran diámetro suelen tener su cuerpo de acero al carbono y dientes postizos de acero rápido o carburos metálicos (fig. 4). En los cuerpos se distinguen las superficies laterales y las frontales.

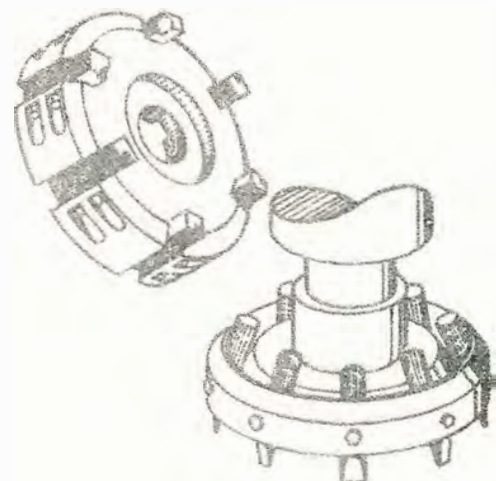


Fig. 4

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.116

2/4

## FRESAS (TIPOS Y CARACTERÍSTICAS)

COD. LOCAL:

Los *dientes*, están dispuestos sobre las superficies de la fresa; según se hallen ubicados, se llaman también laterales o frontales. Cada diente se puede considerar una herramienta de corte y por tanto debe reunir sus condiciones (fig. 5).

Sus filos pueden seguir líneas rectas o curvas que al girar constituyen el perfil de la fresa.

Hay fresas llamadas de dientes alternados, en las cuales la disposición de sus dientes es tal, que ofrecen siempre un ángulo de salida positivo (fig. 6).

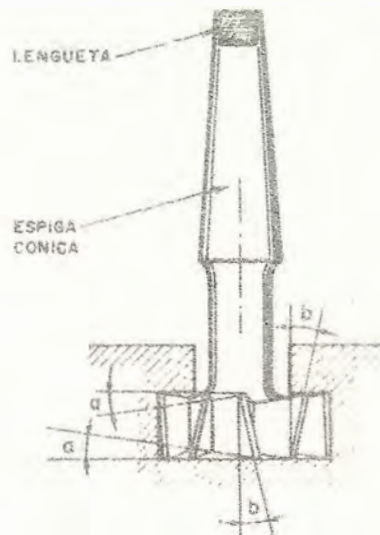


Fig. 6

Los dientes de perfil constante son los que al afilarse conservan su perfil, como en las fresas para tallar dientes de engranajes o las de fresar ranuras para machos y brocas helicoidales. En estas fresas las superficies de incidencia siguen una espiral de Arquímedes (fig. 7).

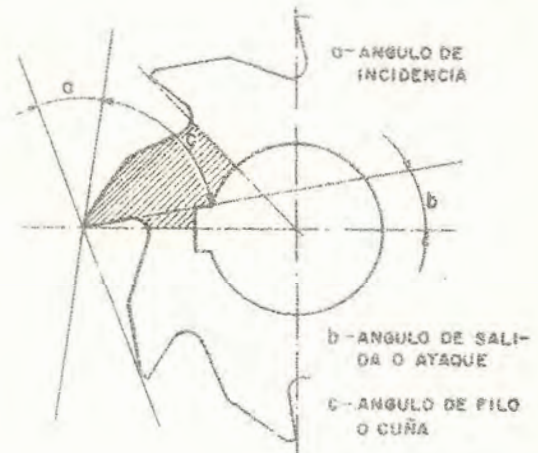


Fig. 5

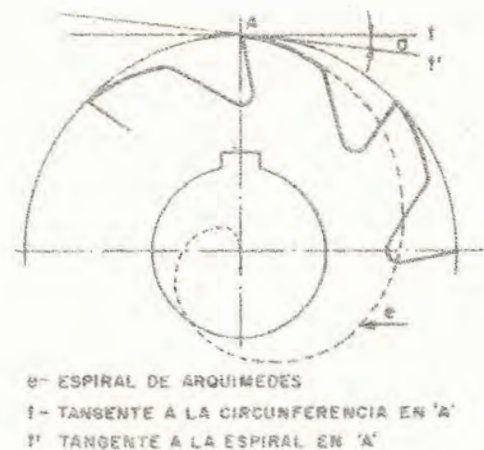


Fig. 7

*La espiga y el agujero.* Para su sujeción y conducción durante el corte las fresas tienen una espiga que puede ser cónica o cilíndrica, o un agujero. Las espigas tienen dimensiones proporcionales al esfuerzo máximo que la fresa realiza durante el corte, y las cónicas son normalizadas (fig. 6):

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.116

3/4

## FRESAS (TIPOS Y CARACTERÍSTICAS)

COD. LOCAL:

(cono Morse o americano). Los agujeros también están proporcionados y pueden tener chavetero para montarlas en el eje portaherramienta con chaveta de arrastre, a fin de evitar deslizamientos durante el corte.

*TIPOS Y CLASIFICACION*

Los tipos de fresa son muchos y la clasificación puede hacerse de acuerdo a diversos criterios. Para conocer los más comunes, en la página 4/4 se muestran varios tipos de fresas.

*CARACTERÍSTICAS*

En cuanto a la forma de pedir las se deben tener en cuenta:

- a) la forma de la fresa;
- b) las dimensiones (en mm o pulgadas);
- c) las dimensiones del agujero o de la espiga;
- d) el tipo de dientes;
- e) en caso de fresas especiales, se indicarán todas las características que ayuden a definir la fresa. Por ejemplo, para tallar engranajes se indicarán el módulo, el número de dientes y el ángulo de presión.

*CONDICIONES DE USO Y MANTENIMIENTO*

Las fresas son herramientas caras y delicadas, por lo cual deben extremarse las precauciones para evitar un rápido deterioro. Algunos aspectos que se deben considerar para tener mejores condiciones de uso y mantenimiento son los siguientes:

- a) elija la fresa para cada trabajo;
- b) trabaje en las condiciones adecuadas (velocidad de corte, profundidad de corte, refrigeración);
- c) una vez terminado el trabajo, verifique el buen estado de los filos, si es necesario hágala afilar;
- d) límpiela y cúbrala con una delgada película de aceite o grasa;
- e) guárdela en su lugar cuidando que sus filos no reciban golpes.

## VOCABULARIO TÉCNICO

*ESPIGA* - cabo, mango, cola.

*DIENTES FRONTALES* - dientes de cabeza.

*DIENTES LATERALES* - dientes periféricos.

SENA  
CENTRO METALMECÁNICO  
REGIONAL BOGOTÁ  
BIBLIOTECA

INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 116

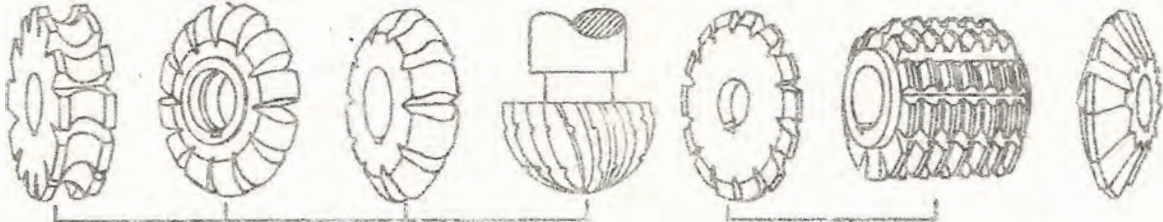
4/4

FRESAS (TIPOS Y CARACTERÍSTICAS)

COD. LOCAL:

TIPOS DE FRESAS

DE PERFIL CONSTANTE

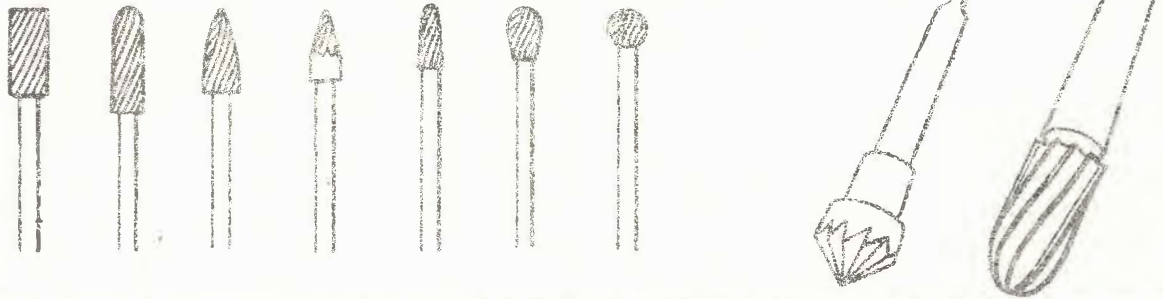


PARA TRABAJOS ESPECIALES

PARA ENGRANAJES

PARA FILETEADO

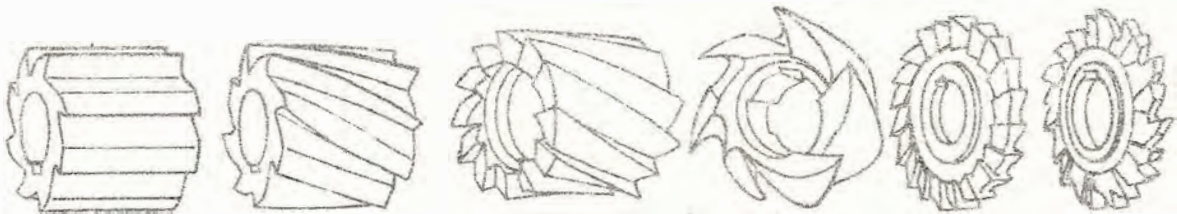
PARA MOLDES Y MATRICES



DE DIENTES POSTIZOS



DE PERFIL PARA PLANEAR



DENTADO RECTO

DENTADO HELICOIDAL

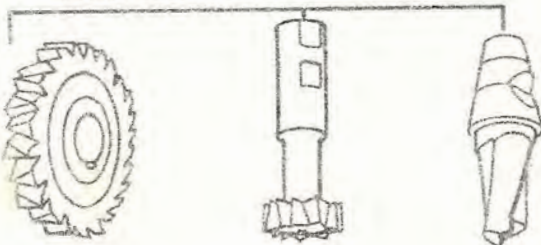
NORMAL

PARA METALES BLANDOS

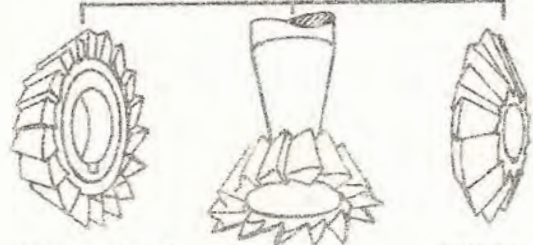
SIMPLE

ALTERNADO

PARA RANURAS Y CHAVETEROS



RANURAS ANGULARES Y COLA DE MILANO



PERPENDICULAR AL EJE

PARALELA AL EJE

BICÓNICA

## VELOCIDAD DE CORTE EN LA FRESADORA

COD. LOCAL:

Para definir la velocidad de corte en la fresadora, se toma como referencia un punto situado en un filo de la fresa.

En las fresas cilíndricas todos los puntos de su filo tendrán la misma velocidad en cualquier punto que se considere. Pero en las fresas cónicas o de perfiles combinados, cada punto de uno de sus filos tendrá una velocidad diferente. En estos casos se considera la velocidad que tendrá el punto que dista más del eje de la fresa; dicha distancia será igual a la mitad del diámetro mayor de la fresa. En consecuencia, se puede definir la velocidad de corte en las fresas, diciendo que es la velocidad lineal en metros por minuto de un punto situado sobre un filo de la fresa; en las fresas cónicas o de perfiles combinados se toma como referencia el punto de un filo situado sobre el diámetro mayor de la fresa.

Varios factores influyen para determinar la velocidad de corte en cada caso; entre los más importantes están:

- el tipo de fresa y sus dimensiones
- el material a cortar
- el avance y la profundidad de corte
- el uso de fluidos de corte
- el tipo de montaje del material

La velocidad de corte viene establecida en tablas, elaboradas después de numerosas experiencias e investigaciones.

La velocidad de corte ( $V_c$ ) se mide en metros por minuto y se puede calcular de la siguiente manera:

$$V_c = \frac{d \cdot \pi \cdot N}{1.000}$$

siendo  $d$  = Diámetro de la fresa en mm.

$N$  = Número de revoluciones por minuto (rpm)

INFORMACION TECNOLÓGICA: VELOCIDAD DE CORTE EN LA FRESADORA	REFER.: HIT. 117	2/3
	COD. LOCAL:	

*Ejemplo:*

Calcular la velocidad de corte de una fresa de 75 mm de diámetro que gira a 120 rpm.

$$V_c = \frac{d \cdot \pi \cdot N}{1.000} = \frac{75 \times 3,14 \times 120}{1.000} = 28,26 \text{ m/min.}$$

Lo que se debe hacer en cada caso, es elegir la velocidad de corte de acuerdo a las condiciones del trabajo y calcular el número (N) de rpm, para fijarlas en la máquina, con el fin de que la fresa trabaje con la velocidad seleccionada.

Para obtener el número de revoluciones por minuto (rpm) se buscan los valores en la tabla de velocidad de corte correspondiente, tomando en cuenta los factores antes mencionados y se aplica la fórmula siguiente:

$$N = \frac{V_c \times 1.000}{d \cdot \pi} \cdot \text{rpm}$$

*Ejemplo*

Calcular el número de revoluciones por minuto (rpm) que debe girar una fresa de 80 mm de diámetro con la velocidad de corte de 20 m/min.

$$N = \frac{V_c \times 1.000}{d \cdot \pi} = \frac{20 \times 1.000}{80 \times 3,14} = 79,6 \approx 79 \text{ rpm}$$

En caso de no existir en la fresadora el número calculado, se elige el inmediato inferior.

La tabla adjunta indica las velocidades de corte recomendadas, según el material y el tipo de fresa.

INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER: HIT.117

3/3

VELOCIDAD DE CORTE EN LA FRESADORA

COD. LOCAL:

VELOCIDAD DE CORTE EN m/mín.

NOTA: Para fresas de carburo metálico la velocidad de corte se debe hacer tres (3) veces mayor.

Operación Fresas y materiales	DESBASTAR		ACABAR	
	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
<b>FRESAS CILINDRICAS</b>				
Ac. duro	8	10	10	14
Ac. semiduro	10	12	14	18
Ac. suave	12	14	18	22
Hierro fundido	10	12	14	18
Metales blandos	150	200	200	300
Bronce	30	40	40	60
<b>FRESAS CON MANGO</b>				
Ac. duro	12	14	16	18
Ac. semiduro	14	16	18	20
Ac. suave	16	18	20	24
Hierro fundido	14	16	18	20
Metales blandos	140	180	150	180
Bronce	30	40	50	60
<b>FRESAS CILINDRICAS FRONTALES</b>				
Ac. duro	8	10	12	40
Ac. semiduro	10	12	16	18
Ac. suave	12	14	20	22
Hierro fundido	10	12	16	18
Metales blandos	150	250	200	300
Bronce	30	40	40	60
<b>FRESAS CON DIENTES POSTIZOS</b>				
Ac. duro	10	12	15	20
Ac. semiduro	12	15	20	25
Ac. suave	15	20	25	30
Hierro fundido	12	18	20	25
Metales blandos	200	300	200	400
Bronce	40	60	50	80
<b>FRESAS DE DISCO</b>				
Ac. duro	8	10	10	14
Ac. semiduro	10	18	14	18
Ac. suave	12	14	18	22
Hierro fundido	10	12	14	18
Metales blandos	150	200	200	300
Bronce	30	40	40	60
<b>FRESAS DE ASERRAR</b>				
Ac. duro	15	20	25	30
Ac. semiduro	25	30	35	40
Ac. suave	35	40	45	50
Hierro fundido	20	30	30	40
Metales blandos	200	300	300	400
Bronce	40	60	30	40

El corte de los materiales por medio de las fresas se hace combinando su movimiento de rotación ( $M_r$ ) con el de avance del material ( $M_a$ ).

Para trabajar correctamente, consideraremos en forma muy simplificada lo que acontece durante el corte con los dientes laterales de una fresa.

En un momento dado, el diente (1) estará en contacto con el material (fig. 1) en el punto (A) y continuará hasta el punto (B) debido al giro de la fresa.

El diente (2) que le sigue, entrará en contacto en el punto (C) del material, cuando llegue a la posición que tiene el (1) en la figura, y dejará de cortar en el punto (D). Para ese entonces habrá cortado el material que corresponde al área rayada (BCD), en forma de coma, que se denomina "Sección de viruta".

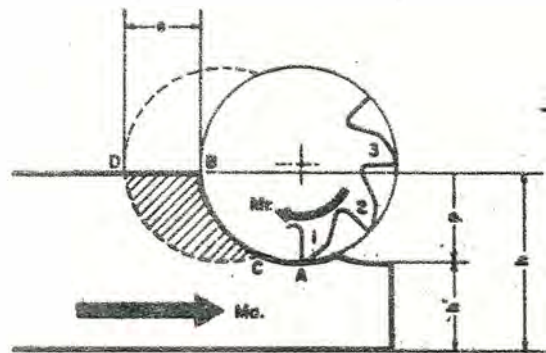


Fig. 1

**AVANCE POR DIENTE (e).**

La distancia (e) que hay entre las trayectorias de dos dientes consecutivos, como lo son el (1) y el (2), se denomina avance por diente y se expresa en milímetros. Por ejemplo  $e = 1 \text{ mm}$ .

**AVANCE POR VUELTA (a).**

Cuando el diente haya dado una vuelta completa volverá a ponerse en contacto con el material, pero entre tanto cada diente de la fresa habrá cortado una viruta.

Si la fresa tiene (Z) dientes, el material se habrá desplazado una distancia.

$$Z \cdot e = a \quad (\text{Avance por vuelta})$$

Por ejemplo, si la fresa tiene ocho dientes ( $Z = 8$ ) y el material avanza 1 mm por cada diente ( $e = 1 \text{ mm}$ ), el avance por vuelta será:  $a = Z \cdot e = 8 \times 1 = 8 \text{ mm}$ .

**REVOLUCIONES POR MINUTO (N).**

Se llama así la cantidad de vueltas completas que da la fresa en un minuto. Se designa con la letra (N). Por ejemplo  $N = 800 \text{ rpm}$  significa que hace 800 vueltas por minuto.

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

MATERIA: MIT. 118

2/3

## AVANCES, PROFUNDIDAD DE CORTE Y FORMAS DE TRABAJAR DE LAS FRESAS

COD. LOCAL:

**AVANCE POR MINUTO (A).**

Si sabemos cuánto avanza el material cada vuelta de la fresa (avance  $a$ ), y conocemos el número de revoluciones por minuto ( $N$ ), podemos calcular el avance del material por minuto. Este dato es importante, ya que es lo que se fija en la caja de avances de la fresadora.

Por ejemplo si  $e = 1 \text{ mm}$ ;  $Z = 8$ ;  $N = 200$

El avance por minuto  $a = e \cdot Z \cdot N = 1 \times 8 \times 200 = 1.600 \text{ m/minuto}$ .

## TABLA

## AVANCES POR DIENTE EN mm

MATERIAL	FRESAS DE DIENTES TALLADOS	FRESAS DE DIENTES POSTIZOS
Acero	0,05 a 0,2	0,05 a 1
Hierro fundido	0,1 a 0,5	0,1 a 2
Bronce	0,1 a 0,3	0,1 a 1,5
Aluminio	0,05 a 0,15	0,05 a 0,6

Veamos ahora un ejemplo real de cálculo de avance por minuto.

Número de dientes de la fresa  $Z = 10$

Número de revoluciones por minuto (rpm)  $N = 100$

Avance por diente  $e = 0,1 \text{ mm}$ .

Avance por minuto del material

$A = e \cdot Z \cdot N = 0,1 \times 10 \times 100 = 100 \text{ mm/minuto}$ .

Con este resultado vamos a la máquina y observamos cuáles son los avances disponibles. Si no hay de  $A = 100 \text{ m/minuto}$ , elegimos el menor inmediato, por ejemplo,  $A = 96 \text{ mm/minuto}$ .

**PROFUNDIDAD DE CORTE ( $P_r$ ).**

La diferencia entre la altura ( $h$ ) del material antes del corte y la altura ( $h'$ ) después del corte, se llama profundidad de corte ( $P_r$ ). Es lo que la fresa penetró en la pieza para quitar la capa de material, comúnmente conocida con el nombre de pasada (fig. 1).

**FRESADO TANGENCIAL**

Cuando la fresa corta con los dientes laterales, como se muestra en la fig. 2, se le denomina fresado tangencial. Se puede deducir que cada diente al cortar deja sobre el material una curva y que la trayectoria de dos dientes consecutivos determinan una cresta (P).

Esta cresta se repite para cada corte de cada diente, dejando una ondulación sobre el material característico en esta forma de fresar.

Cuando esas crestas tienen una altura (b) que se desea disminuir para tener un mejor estado superficial, una forma es disminuyendo el avance (e) y aumentando el diámetro de la fresa (fig. 3)

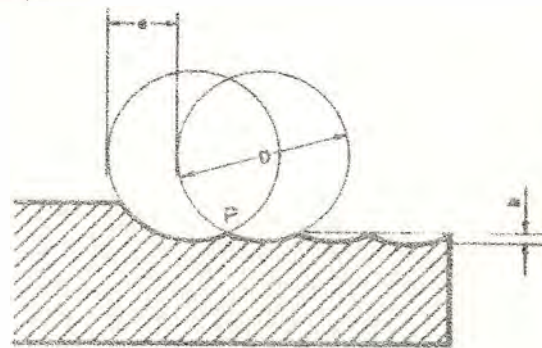


Fig. 2

**FRESADO FRONTAL**

Se llama fresado frontal aquel en que la superficie perpendicular al eje de la fresa tiene una terminación producida por los dientes frontales, mientras los laterales trabajan tangencialmente (fig. 4).

Los dientes frontales tienen su filo coincidiendo con el plano de la superficie trabajada; por tanto, la rotación de la fresa y la traslación simultánea del material permiten obtener una superficie plana sin las crestas características del fresado tangencial.

Esto haría preferible, de ser posible, trabajar con fresado frontal. Sin embargo, conviene advertir que cualquier descentrado de la fresa o su afilado incorrecto hace que un diente esté más bajo que los otros y entonces su trayectoria queda marcada en el material, perjudicando el acabado.

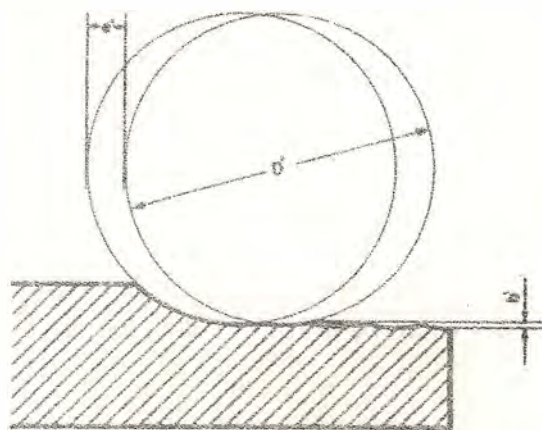


Fig. 3

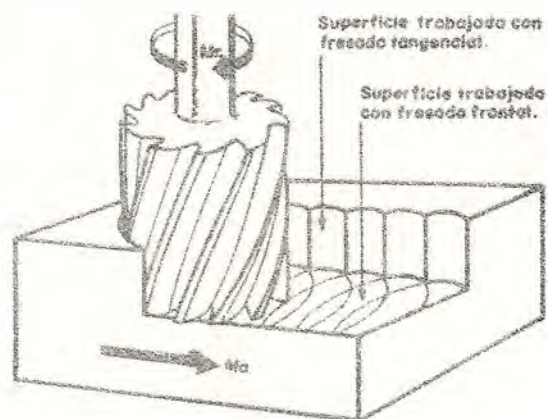


Fig. 4

**VOCABULARIO TÉCNICO**

**ESPIGA** - cabo, mango.

**FRESADO TANGENCIAL** - fresado periférico.

**FRESADO FRONTAL** - fresado de cabeza.

## INFORMACION TECNOLOGICA:

REFER.: HIT.118

2/3

AVANCES, PROFUNDIDAD DE CORTE Y FORMAS DE TRABAJAR DE LAS FRESAS

COD. LOCAL:

*AVANCE POR MINUTO (A).*

Si sabemos cuanto avanza el material cada vuelta de la fresa (avance  $a$ ), y conocemos el número de revoluciones por minuto ( $N$ ), podemos calcular el avance del material por minuto. Este dato es importante, ya que es lo que se fija en la caja de avances de la fresadora.

Por ejemplo si  $e = 1 \text{ mm}$ ;  $Z = 8$ ;  $N = 200$

El avance por minuto  $a = e \cdot Z \cdot N = 1 \times 8 \times 200 = 1.600 \text{ m/minuto}$ .

## TABLA

## AVANCES POR DIENTE EN mm

MATERIAL	FRESAS DE DIENTES TALLADOS	FRESAS DE DIENTES POSTIZOS
Acero	0,05 a 0,2	0,05 a 1
Hierro fundido	0,1 a 0,5	0,1 a 2
Bronce	0,1 a 0,3	0,1 a 1,5
Aluminio	0,05 a 0,15	0,05 a 0,6

Veamos ahora un ejemplo real de cálculo de avance por minuto.

Número de dientes de la fresa  $Z = 10$

Número de revoluciones por minuto (rpm)  $N = 100$

Avance por diente  $e = 0,1 \text{ mm}$ .

Avance por minuto del material

$A = e \cdot Z \cdot N = 0,1 \times 10 \times 100 = 100 \text{ mm/minuto}$ .

Con este resultado vamos a la máquina y observamos cuáles son los avances disponibles. Si no hay de  $A = 100 \text{ m/minuto}$ , elegimos el menor inmediato, por ejemplo,  $A = 96 \text{ mm/minuto}$ .

*PROFUNDIDAD DE CORTE (Pr).*

La diferencia entre la altura ( $h$ ) del material antes del corte y la altura ( $h'$ ) después del corte, se llama profundidad de corte ( $Pr$ ). Es lo que la fresa penetró en la pieza para quitar la capa de material, comúnmente conocida con el nombre de pasada (fig. 1).

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

## CABEZAL UNIVERSAL Y CABEZAL VERTICAL

REFER.: HIT. 119

1/2

COD. LOCAL:

*I - CABEZAL UNIVERSAL*

El cabezal universal es un accesorio de la máquina de fresar. El husillo de trabajo que posee el cabezal se coloca formando cualquier ángulo con la superficie de la mesa.

Este accesorio se acopla al husillo principal de la máquina. Por sus especiales características le da a la fresadora una de sus principales condiciones de universalidad, permitiéndole realizar las más variadas operaciones de fresado.

*CONSTITUCION*

Está compuesto por tres (3) cuerpos A, B y C (fig. 1):

*Cuerpo A* que se fija en el bastidor, presenta una colisa circular (1-A) en la que puede girar el resto del cabezal en un plano vertical. Una escala graduada permite leer el ángulo que se desea fijar.

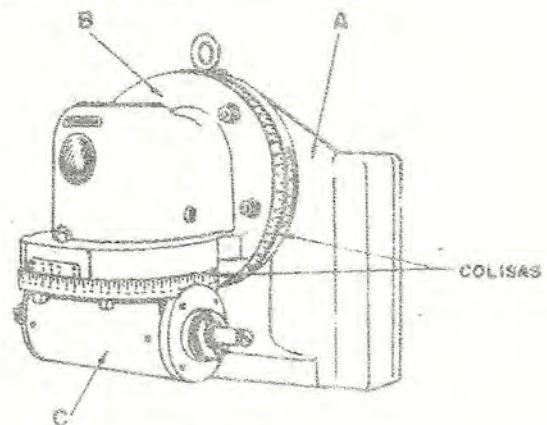


Fig. 1

*Cuerpo B* que se adapta a la base apoyada en el bastidor. Presenta otra colisa circular en la cual se apoya el tercer cuerpo (1-B).

*Cuerpo C.* Es el cuerpo que contiene el husillo secundario de trabajo. Este cuerpo se fija al cuerpo B a través de la colisa circular de éste, en el que puede girar en un plano perpendicular al de la colisa del cuerpo A. (1-C).

*FUNCIONAMIENTO*

El movimiento de rotación llega al husillo secundario en el cabezal universal, a través del eje intermedio (fig. 2) que se monta en el husillo principal, en el cual se acopla el sistema de engranajes del mecanismo interior del aparato.

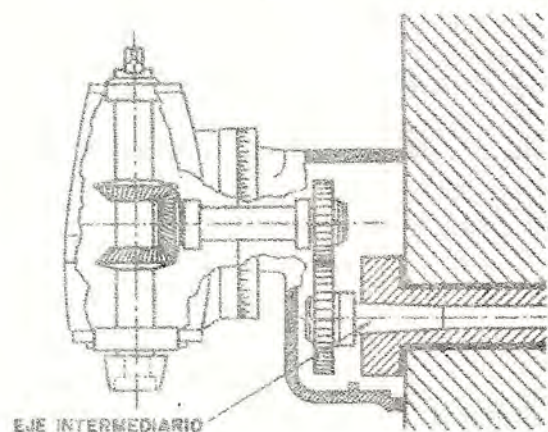


Fig. 2

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 119

2/2

## CABEZAL UNIVERSAL Y CABEZAL VERTICAL

COD. LOCAL:

*II - CABEZAL VERTICAL*

Este es un aparato similar al cabezal universal que se monta en la fresadora horizontal (fig. 3). Sus posibilidades son más limitadas que las del cabezal universal, ya que sólo puede girar en un plano vertical. El sistema de engranajes del mecanismo interior está en una relación tal, que le permite tener en el husillo secundario de trabajo, velocidades mayores que las del husillo principal de la máquina y del cabezal universal.

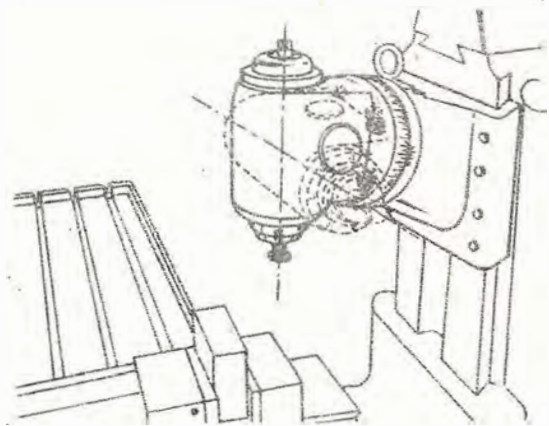


Fig. 3

*CONDICIONES DE USO*

En estos accesorios deben tenerse las siguientes precauciones para conservarlos en condiciones óptimas de funcionamiento:

- Al manipularlos, evitar golpes, que puedan deteriorar las superficies de apoyo.
- Conservar un ajuste correcto en los órganos móviles de su mecanismo.
- Mantenerlos lubricados de acuerdo a las instrucciones del Manual.
- Limpiar bien el cono del husillo antes del montaje de cualquier portaherramienta.
- Antes de poner a funcionar la máquina, es conveniente hacerlo girar manualmente para verificar si el montaje se ha hecho correctamente.
- Cuando se tenga que apretar o soltar el portaherramienta con el tirante se debe fijar la mínima velocidad de rotación en la máquina.

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.121

1/8

## CHAVETAS

COD. LOCAL:

La chaveta es un cuerpo prismático que puede o no llevar caras inclinadas, lo que depende de la magnitud del esfuerzo y tipo de movimiento que debe transmitir. Se construyen de acero. La unión por chaveta es un tipo de unión desmontable, que permite a los ejes transmitir su movimiento a otros órganos tales como engranajes y poleas.

## CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS

*CHAVETAS DE CUÑA (fig. 1).*

Las chavetas toman este nombre cuando una o dos de sus caras son inclinadas, permitiendo la unión de los órganos por efecto de dicha inclinación.

Se dividen en dos grupos:

- Chavetas longitudinales
- Chavetas transversales



Fig. 1

*Chavetas longitudinales*

Se emplean para unir elementos de máquina que deben girar. Pueden o no llevar un resalte, llamado cabeza, para facilitar su montaje y desmontaje (fig. 2).

Su inclinación es de 1:100 y sus medidas principales están definidas por:

- la altura (h)
- el largo (l)
- el ancho (b)

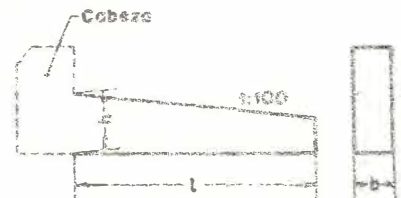


Fig. 2.

Estas chavetas se subdividen en:

*Chavetas encajadas (fig. 3)* es la chaveta de mayor uso y su forma corresponde al tipo más simple de chaveta de cuña. Para su montaje, la ranura que lleva el eje siempre es más larga que la chaveta. Pueden llevar cabeza o no llevarla.

Sus dimensiones están definidas en las normas DIN 141, DIN 490 y DIN 6883. (Ver tabla).



Fig. 3

*Chavetas embutidas (fig. 4)* este tipo de chaveta lleva sus extremos redondeados. La ranura para su alojamiento en el eje es de su mismo largo. Nunca llevan cabeza las chavetas embutidas. Sus dimensiones están definidas en las normas DIN 269.

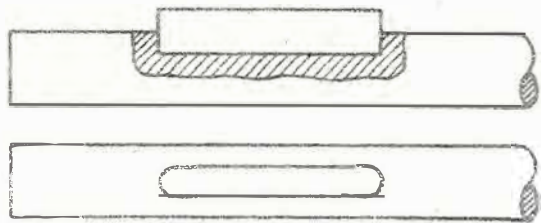


Fig. 4

*Chavetas media caña (fig. 5)* Su designación deriva de la forma de su base que es cóncava. Pueden o no llevar cabeza. Para su montaje no se requiere de ranura en el eje, pues transmiten el movimiento por efecto de roce, de manera que cuando la resistencia del órgano conducido es muy grande la chaveta resbala sobre el eje. Sus dimensiones están definidas en las normas DIN 143, DIN 492 y DIN 6881.

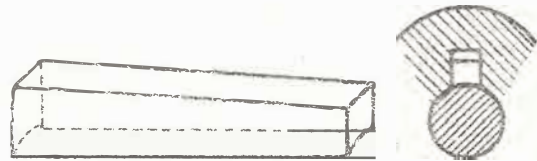


Fig. 5

*Chavetas planas (fig. 6)* en su forma son similares a las chavetas encajadas, sin embargo para su montaje no se ranura el eje sino que se le hace un rebaje plano. Pueden llevar cabeza o no. Las normas DIN 142 y DIN 491 señalan las dimensiones correspondientes.

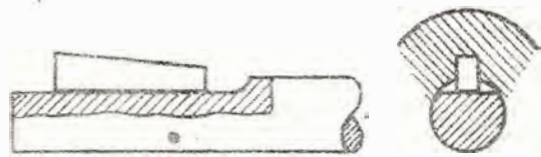


Fig. 6

*Chavetas tangenciales (fig. 7)* a diferencia de las anteriores, van montadas de a par en cada ranura. Además, en el eje se efectúan dos ranuras a 120° para alojar dos pares de cuñas tangenciales. Su designación de tangencial corresponde a la posición relativa que llevan en el eje. Nunca llevan cabeza y sus dimensiones están especificadas en normas DIN 268 y DIN 271. (Ver tabla).

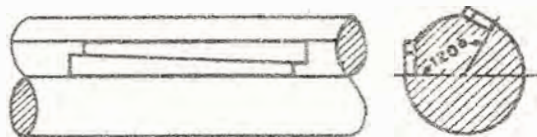


Fig. 7

*Chavetas transversales.*

Se emplea este tipo de chavetas, para uniones de cuerpos que transmiten movimiento rectilíneo alternativo. Sólo hay dos variedades:

Chaveta transversal sencilla (fig. 8) que lleva inclinación en uno de sus lados, y

Chaveta transversal doble (fig. 9) que lleva inclinación en dos lados.

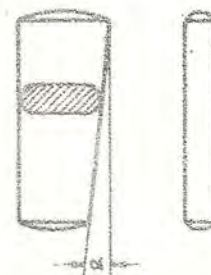


Fig. 8

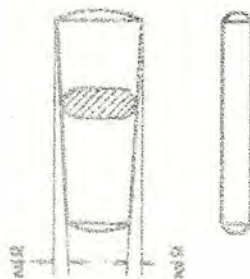


Fig. 9

Cuando se emplean para uniones permanentes su inclinación varía entre 1:25 y 1:50. Si la unión requiere de montaje y desmontaje frecuente, la inclinación puede ser de 1:6 hasta 1:16, en cuyo caso se emplean pasadores de seguridad (fig. 10), para impedir su salida.

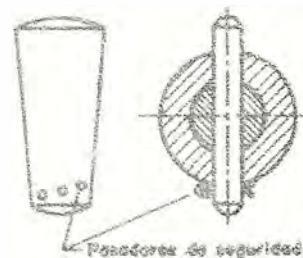


Fig. 10

**CHAVETAS PARALELAS O LENGÜETAS**

Las chavetas se designan por este nombre cuando sus caras son paralelas y por lo tanto no llevan inclinación alguna (fig. 11). Hacen posible la transmisión del movimiento por el ajuste de sus caras laterales con las del chavetero. Las variedades que hay de ellas (fig. 12) dependen de:

- a - forma de sus extremos, que pueden ser rectos o redondeados, y
- b - cantidad de elementos de fijación de la chaveta al eje.



Fig. 11



Fig. 12

Las lengüetas no llevan cabeza. Las dimensiones para las lengüetas están especificadas en las normas DIN 144, DIN 269, DIN 270 y DIN 6885. (Ver tabla)

Si las lengüetas deben permitir el deslizamiento axial del cubo sobre el eje, se identifican como lengüetas o chavetas de deslizamiento. En caso contrario se las designa como chavetas de fijación.

*CHAVETAS DE DISCO O LENGÜETAS REDONDAS*

Son una variedad de las chavetas paralelas, pero reciben este nombre porque su forma corresponde a la de un segmento circular (fig. 13). Transmiten el movimiento por arrastre de sus caras laterales. También se les conoce con el nombre de chavetas Woodruff. Aunque su forma normalizada es la de segmento circular (fig. 14) también se usa una variedad de segmento truncado (fig. 15). Sus dimensiones están especificadas en las normas DIN 496 y DIN 6888. (Ver tabla).



Fig. 13

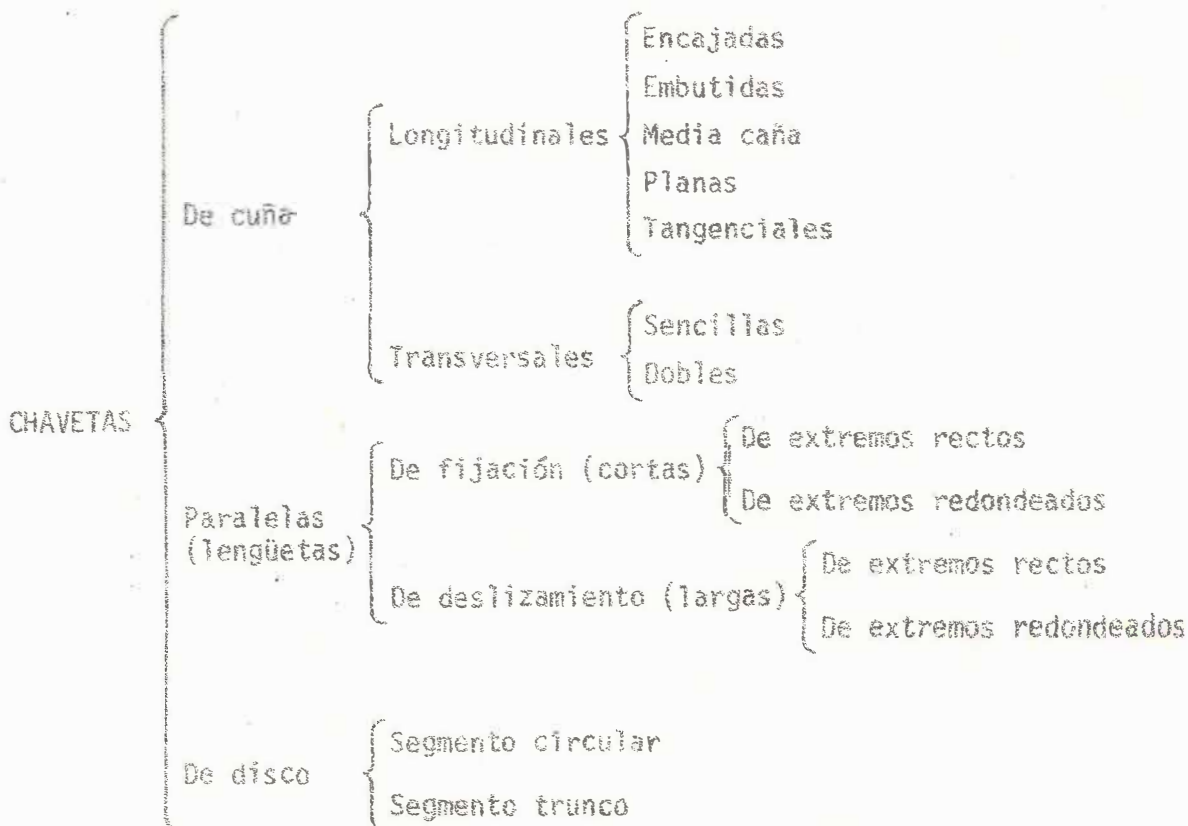


Fig. 14



Fig. 15

RESUMEN



INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: NIT. 121

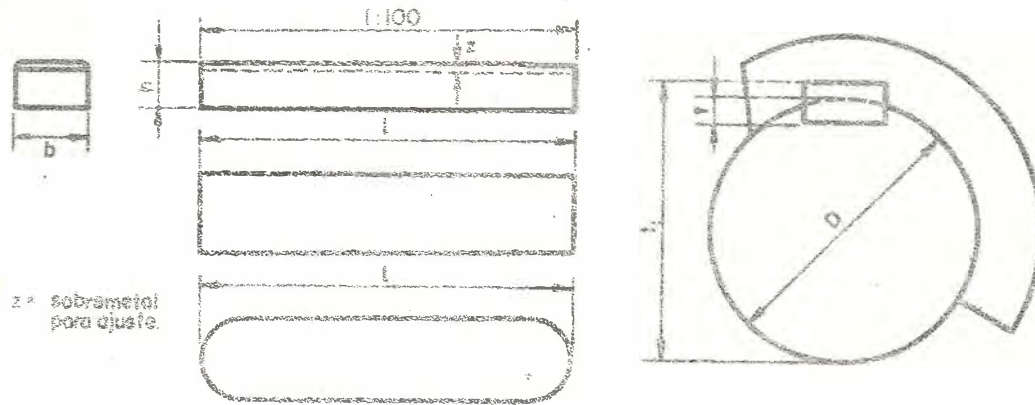
5/8

CHAVETAS

COD. LOCAL:

CHAVETAS ENCAJADAS (sin cabeza)

DIN 141



z\* sobremetal para ajuste.

D	b	h	z			t	t <sub>1</sub>
				desde	hasta		
10 a 12	4	4	0,3	10	30	2,5	D + 1,5
12 a 17	5	5	0,3	10	40	3	2
17 a 22	6	6	0,3	12	50	3,5	2,5
22 a 30	8	7	0,3	20	70	4	3
30 a 38	10	8	0,3	25	90	4,5	3,5
38 a 44	12	8	0,3	30	120	4,5	3,5
44 a 50	14	9	0,4	35	140	5	4
50 a 58	16	10	0,4	45	180	5	5
58 a 68	18	11	0,4	50	220	6	5
68 a 78	20	12	0,4	60	200	6	6
78 a 92	24	14	0,4	70	280	7	7
92 a 110	28	16	0,5	80	300	8	8
110 a 130	32	18	0,5	90	350	9	9
130 a 150	36	20	0,5	100	400	10	10
150 a 170	40	22	0,5	120	400	11	11
170 a 200	45	25	0,5	160	400	13	12
200 a 230	50	28	0,5	180	400	14	14
230 a 260	55	30	0,5	-	-	15	15
260 a 290	60	32	0,5	-	-	16	16
290 a 330	70	36	0,5	-	-	18	18
330 a 380	80	40	0,5	-	-	20	20
380 a 440	90	45	0,5	-	-	23	22
440 a 500	100	50	0,5	-	-	25	25

INFORMACION TECNOLÓGICA:

CHAVETAS

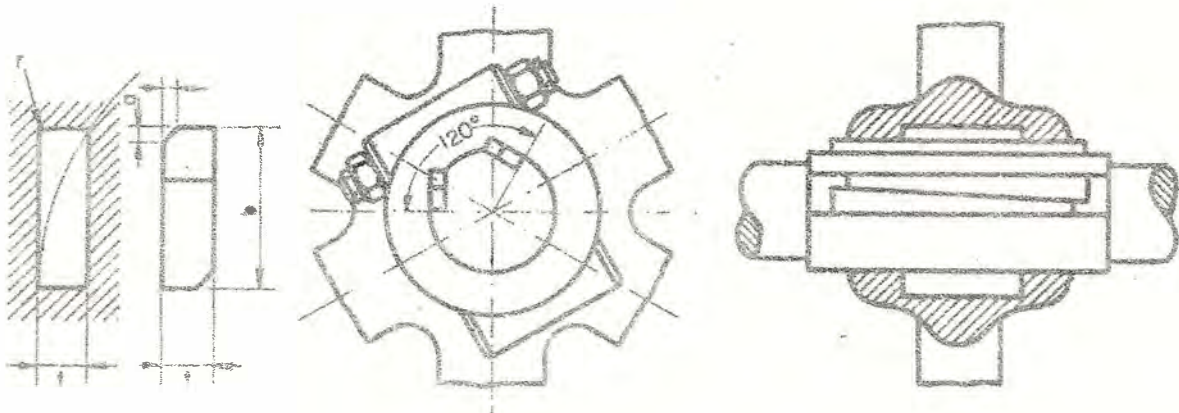
REFER.: HIT. 121

6/8

COD. LOCAL:

CHAVETAS TANGENCIALES

(DIN 268)



D	Chavetero			Chaveta	D	Chavetero			Chaveta
	t	b	r	a		t	b	r	a
100	10	30	2	3	460	46	138	4	5
110	11	33	2	3	480	48	144	5	6
120	12	36	2	3	500	50	150	5	6
130	13	39	2	3	520	52	156	5	6
140	14	42	2	3	540	54	162	5	6
150	15	45	2	3	560	56	168	5	6
160	16	48	2	3	580	58	174	5	6
170	17	51	2	3	600	60	180	6	7
180	18	54	2	3	620	62	186	6	7
190	19	57	2	3	640	64	192	6	7
200	20	60	2	3	660	66	198	6	7
210	21	63	2	3	680	68	204	6	7
220	22	66	2	3	700	72	216	6	7
230	23	69	3	4	720	72	216	6	7
240	24	72	3	4	740	74	222	6	7
250	25	75	3	4	760	76	228	6	7
260	26	78	3	4	780	78	234	6	7
270	27	81	3	4	800	80	240	6	7
280	28	84	3	4	820	82	246	6	7
290	29	87	3	4	840	84	252	6	7
300	30	90	3	4	860	86	258	6	7
320	32	96	3	4	880	88	264	8	9
340	34	102	3	4	900	90	270	8	9
360	36	108	3	4	920	92	276	8	9
380	38	114	4	5	940	94	282	8	9
400	40	120	4	5	960	96	288	8	9
420	42	126	4	5	980	98	294	8	9
440	44	132	4	5	1000	100	300	8	9

INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.121

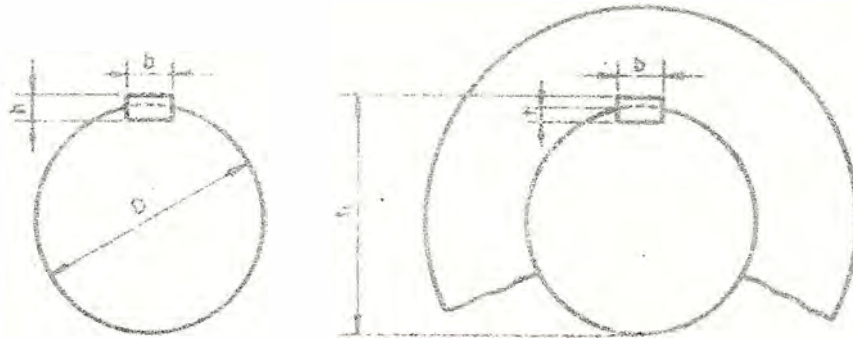
7/8

CHAVETAS

COD. LOCAL:

CHAVETAS PARALELAS O LENGÜETAS

(DIN 269)



Eje		Lengüeta		Chavetero		
D		b x h		b	t	t <sub>1</sub>
10	a 12	4	x 4	4	2,5	D + 1,7
12	a 17	5	x 5	5	3	2,2
17	a 22	6	x 6	6	3,5	2,7
22	a 30	8	x 7	8	4	3,2
30	a 38	10	x 8	10	4,5	3,7
38	a 44	12	x 8	12	4,5	3,7
44	a 50	14	x 9	14	5	4,2
50	a 58	16	x 10	16	5	5,2
58	a 68	18	x 11	18	6	5,3
68	a 78	20	x 12	20	6	6,3
78	a 92	24	x 14	24	7	7,3
92	a 110	28	x 16	28	8	8,3
110	a 130	32	x 18	32	9	9,3
130	a 150	36	x 20	35	10	10,3
150	a 170	40	x 22	40	11	11,3
170	a 200	45	x 26	45	13	12,3
200	a 230	50	x 28	50	14	14,3
230	a 260	55	x 30	55	16	15,3
260	a 290	60	x 32	60	18	16,4
290	a 330	70	x 36	70	19	18,4
330	a 380	80	x 40	80	20	20,4
380	a 440	90	x 45	90	23	22,4
440	a 500	100	x 50	100	25	25,4

INFORMACION TECNOLOGICA:

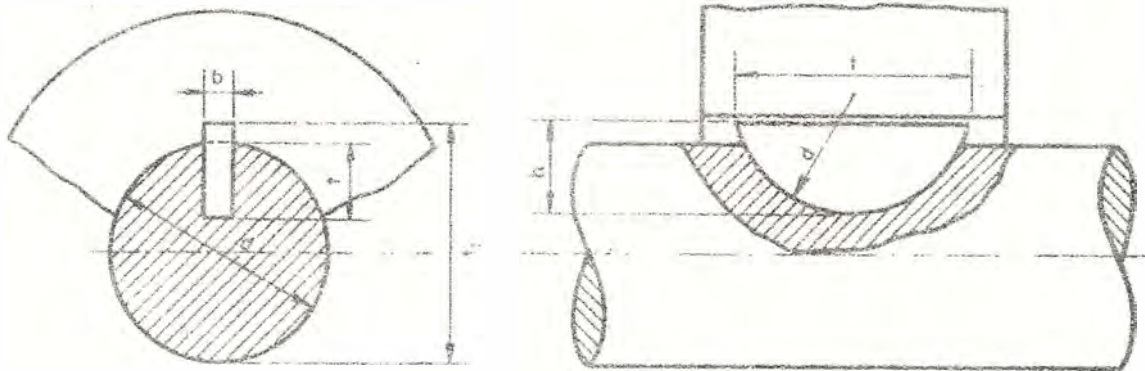
CHAVETAS

REFER.: HIT. 121 8/8

COD. LOCAL:

CHAVETAS DE DISCO

(DIN 122)



D	b x h	Chavetero		D	b x h	Chavetero	
		t	t <sub>1</sub>			t	t <sub>1</sub>
3 a 4	1 x 1,4	0,9	D + 0,6	22 a 28	6 x 9	7,4	D + 1,8
4 a 5	1,5 x 1,4	0,9	D + 0,6		6 x 10	8,4	
	1,5 x 2,6	2,1			6 x 11	9,4	
5 a 7	2 x 2,6	1,8	D + 0,9		6 x 13	11,4	
	2 x 3,7	2,9		28 a 38	8 x 11	9,5	
7 a 9	2,5 x 3,7	2,9	D + 0,9		8 x 13	11,5	
	9 a 13	3 x 3,7			2,5	D + 1,3	8 x 15
3 x 5		3,8	8 x 16		14,5		
3 x 6,5		5,3	8 x 17	15,5			
13 a 17	4 x 5	3,8	D + 1,4	38 a 48	10 x 16	14	D + 2,2
	4 x 6,5	5,3			10 x 17	15	
	4 x 7,5	6,3			10 x 19	17	
17 a 22	5 x 6,5	4,9	D + 1,8		10 x 24	22	
	5 x 7,5	5,9		48 a 58	12 x 19	16,5	
	5 x 9	7,4			12 x 24	21,5	
	5 x 10	8,4					

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.120

1/4

## APARATO DIVISOR (GENERALIDADES)

COD. LOCAL:

Es un conjunto de accesorios que, montados sobre la mesa de la fresadora, tienen como función principal producir giros controlados en la pieza, con los cuales se pueden obtener divisiones exactas.

La disposición de estos aparatos, de acuerdo con las necesidades del trabajo, permiten fijar y ubicar el material y ejecutar ranuras helicoidales a lo largo de una superficie cilíndrica.

## COMPOSICIÓN

Los accesorios que en conjunto (fig. 1) dan cumplimiento a los objetivos señalados son:

*Cabezal divisor*

*Gato*

*Contrapunta*

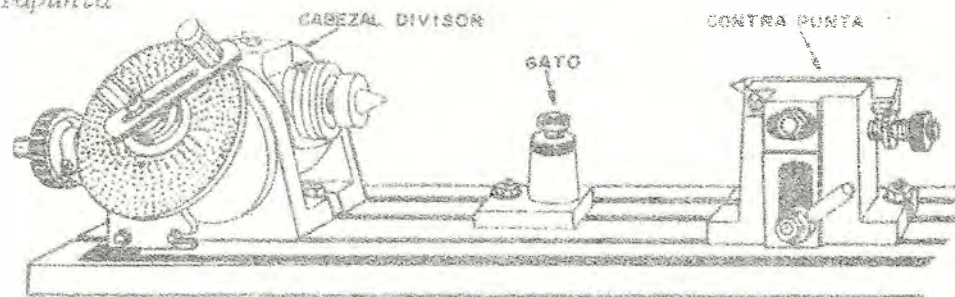


Fig. 1

*Cabezal divisor*

Es uno de los accesorios más importantes, diseñado para ser usado en la mesa de la fresadora. Tiene como objetivo principal hacer la división de la trayectoria circular del trabajo y sujetar el material que se trabaja. Dos son los tipos de cabezales divisores más comúnmente usados en la industria.

*cabezal divisor simple*

*cabezal divisor universal*

Por su importancia, tanto por su funcionamiento como su constitución interna, serán tratados en temas separados.

Estos accesorios complementan su acción con un conjunto de órganos (fig. 2) que se describen a continuación.

- *plato divisor*
- *sopORTE de engranajes*
- *ruedas dentadas*
- *punto de centrado*
- *bridas de arrastre*
- *plato universal*

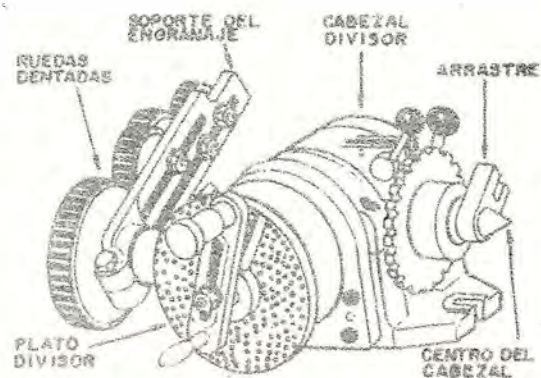


Fig. 2

## APARATO DIVISOR (GENERALIDADES)

COD. LOCAL:

El plato divisor es un disco de acero provisto de una serie de circunferencias concéntricas, en que van agujeros distribuidos proporcionalmente (fig. 3).

En algunos casos, en ambas caras del disco vienen circunferencias diferentes, con agujeros. Estas circunferencias vienen enumeradas, indicando la cantidad de agujeros contenidos, que facilita su selección con rapidez y sin equivocaciones.

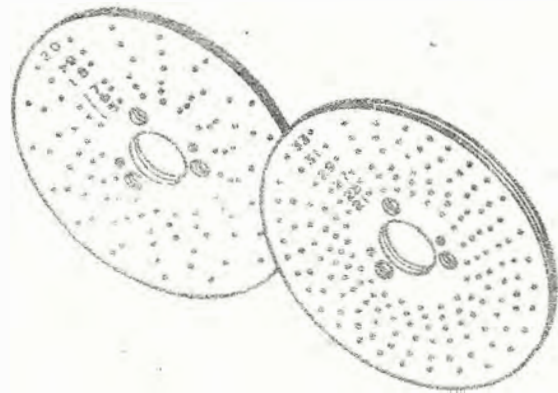


Fig. 3

El soporte de engranajes (fig. 4) es el conjunto de elementos que sujeta y fija los engranajes. Componen este conjunto: el soporte (a), los ejes de fijación (b) y los bujes (c), que de acuerdo a las necesidades permiten ubicar las ruedas dentadas para lograr el engrane entre sí y la transmisión de la relación del movimiento deseado.

Las ruedas dentadas (fig. 5) son ruedas que difieren unas de otras en dimensiones y en número de dientes. Estas ruedas formarán el tren de engranajes que montado en el cabezal divisor permiten cierto número de divisiones, y montadas entre el cabezal divisor y el husillo de la mesa, permiten los movimientos necesarios para fresar hélices o espirales.

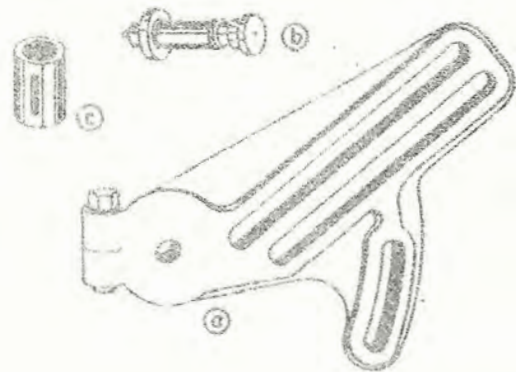


Fig. 4



Fig. 5

Los puntos de centrado (fig. 6) constan de:

- una punta cónica de  $60^\circ$ , en la que se apoya el agujero de centro hecho en el extremo de la pieza.
- una zona cilíndrica que ajusta en el agujero de arrastre.
- en el extremo opuesto presenta una superficie cónica igual a la conicidad del agujero del husillo.

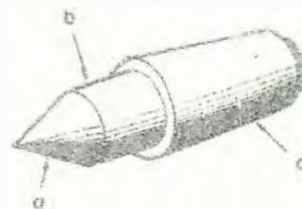


Fig. 6

El plato de arrastre y la brida son órganos necesarios para el montaje de las piezas largas que deben ser trabajadas entre puntos. Aseguran el montaje y le transmiten el movimiento que reciben del cabezal divisor. Los tornillos de estos órganos (fig. 7) fijan respectivamente la pieza en el agujero de la brida, y la pata de la brida en la ranura de arrastre. El propósito de la segunda fijación es quitarle el juego que pueda quedar entre el momento de arranque y el momento de arrastre de la pieza.

El gato (fig. 8) es un dispositivo montado sobre la mesa de la fresadora, sirve de apoyo a la superficie de las piezas largas y delgadas, o en las piezas de material ligero que presentan riesgos de flexión bajo el esfuerzo de corte de la herramienta de trabajo.

Está constituido por:

- a) Tornillo
- b) Tuerca
- c) Cuerpo
- d) Base

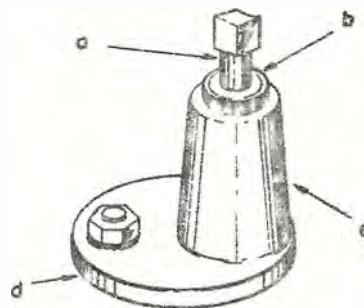


Fig. 8

Cada elemento cumple funciones específicas en la fijación y regulación de la altura deseada del material.

La contrapunta es usada para sostener el extremo de las piezas que por sus dimensiones requieran el apoyo (fig. 9). Para lograr este efecto los extremos de la pieza deben llevar agujeros de centro.

Está constituido por un cuerpo fundido (A) en cuya base hay dos lengüetas que sirven para su ubicación en la ranura de la mesa. Sobre el cuerpo van montadas las barras deslizantes (B y C) que permitirán deslizamientos longitudinales y verticales según sean las necesidades del centraje de la pieza.

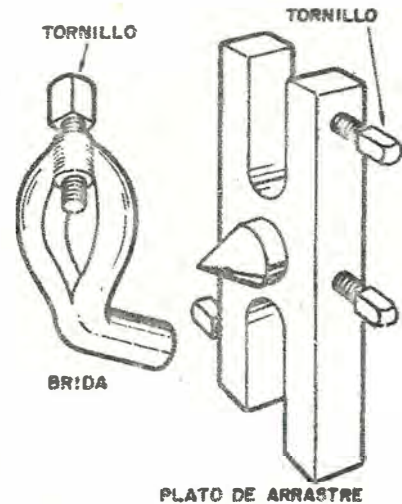


Fig. 7

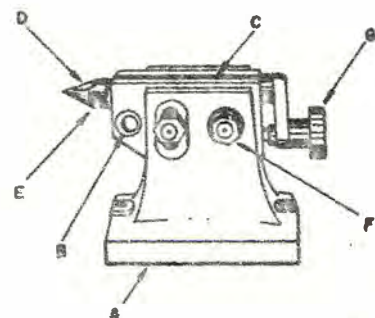


Fig. 9

## INFORMACION TECNOLOGICA:

REFER.: HIT.120

4/4

## APARATO DIVISOR (GENERALIDADES)

COD. LOCAL:

La barra (C) para deslizamiento longitudinal lleva en el extremo un punto de centraje (E) que presenta un plano (D) ligeramente por encima del eje horizontal que permite la salida de la fresa al realizar su trabajo.

La tuerca (F) y el volante (G) facilitan el impulso y fijación de las barras en las posiciones de trabajo requeridas.

*CONDICIONES DE USO*

Las partes movibles deben estar lubricadas para facilitar su movimiento.

*CONSERVACION*

Todos los accesorios anteriormente enumerados serán objeto de mucha atención durante su uso, cuidando que su ubicación sea correcta y segura.

## RESUMEN

*Aparato divisor*, conjunto de accesorios destinados a:

1. obtener divisiones
2. fijar y ubicar el material
3. ejecutar ranuras helicoidales y especiales

*Constitución.*

- cabezal universal
- gato
- contrapunta

*Organos del cabezal divisor.*

- plato divisor
- soporte de engranaje
- engranajes
- puntos de centraje
- plato de arrastre
- brida
- plato universal

## VOCABULARIO TECNICO

*GATO* - descanso fijo.

*CONTRAPUNTA* - cabezal móvil, contrapunta.

*BRIDA DE ARRASTRE* - perros.

INFORMACION TECNOLÓGICA:  
 RANURAS NORMALIZADAS  
 (CHAVETEROS Y RANURAS EN "T")

REFÉR.: HIT. 122 1/5

COD. LOCAL:

## I - CHAVETEROS

Se llaman chaveteros las ranuras que permiten el alojamiento de las chavetas. Estas ranuras se ejecutan tanto en el eje como en el cubo del órgano que debe girar solidario con él (fig. 1).

Las dimensiones de los chaveteros, por estar estrictamente ligadas a las dimensiones de las chavetas, están normalizadas y se incluyen en las normas DIN dentro de las tablas correspondientes a cada tipo de chaveta.

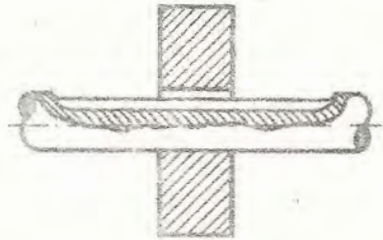


Fig. 1

*Chaveteros en los ejes.*

Para las chavetas de cuña longitudinales como para las lengüetas, los chaveteros que se hacen en los ejes siempre son paralelos a la generatriz de la zona del eje en que va la chaveta (fig. 2).



Fig. 2

Para la ejecución de los chaveteros correspondientes a las chavetas de disco (lengüetas redondas), se emplean fresas especiales.

Estas fresas se encuentran normalizadas y sus dimensiones se especifican en las normas DIN 850 (ver tabla), según el chavetero correspondiente.

*Chavetero de las piezas que giran solidarias al eje.*

La característica general de estos chaveteros es que van a todo el largo de la pieza (fig. 3). En el caso de chavetero para lengüetas, la ranura es paralela al eje de giro de la pieza (fig. 3). Sin embargo, en los chaveteros para las chavetas de cuña longitudinales, el fondo de la ranura lleva la misma inclinación (1:100) que las chavetas (fig. 4).



Fig. 3

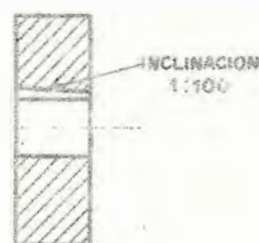


Fig. 4

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

RANURAS NORMALIZADAS  
(CHAVETEROS Y RANURAS EN "T")

REFER.: HIT.122

2/5

COD. LOCAL:

## II - RANURAS EN "T"

Son ranuras cuyo perfil tiene forma de "T" (fig. 5).

Se construyen en órganos de máquinas, como mesas y platos, para servir de alojamiento y guía de las tuercas y tornillos empleados en la sujeción de piezas (fig. 6).

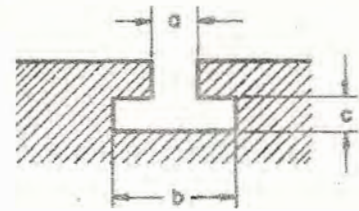


Fig. 5

Estas ranuras se construyen tanto rectas como circulares, según sea la trayectoria de desplazamiento del órgano que guía (ejemplo, base de morsa giratoria) o la versatilidad prevista para el montaje de piezas (ejemplo, mesas ranuradas) (figs. 7 y 8).

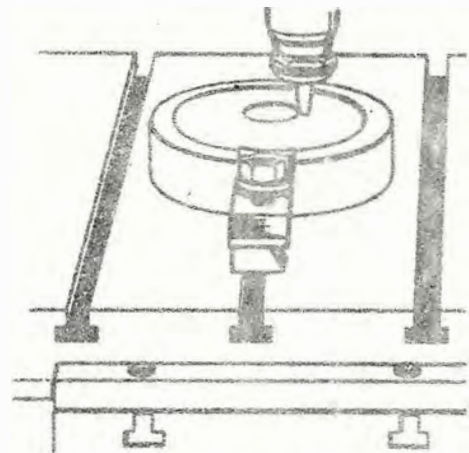


Fig. 6

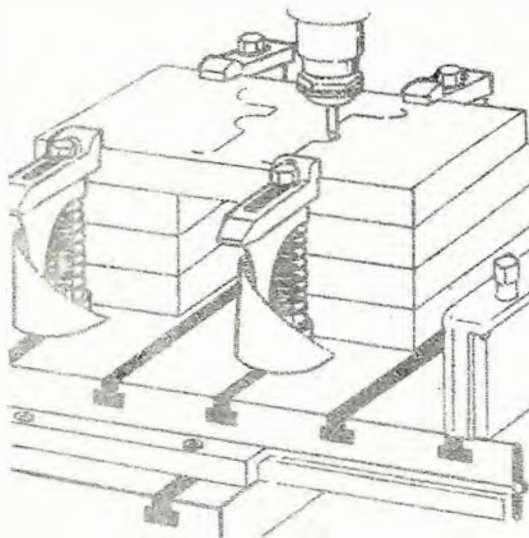


Fig. 7

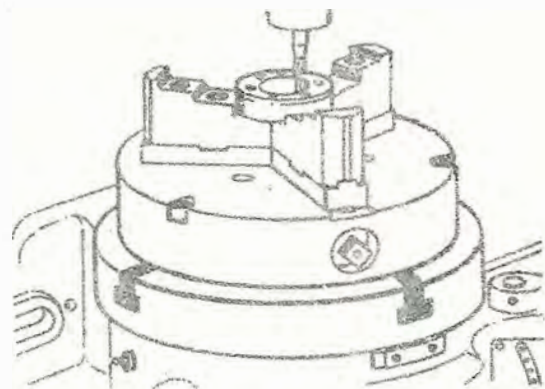


Fig. 8

Este tipo de ranuras se encuentra normalizado (ver tabla); sus medidas se especifican en normas tales como DIN 650 y NF E 21301 (ver tabla). (NF = Normas Francesas).

Las fresas para dar la forma definitiva a las ranuras en "T" están normalizadas; sus especificaciones se encuentran en DIN 851 (ver tabla).

VOCABULARIO TÉCNICO

CHAVETERO - Cuñero.

"S E N A"  
CENTRO METALMECÁNICO  
REGIONAL BOGOTÁ  
BIBLIOTECA

INFORMACION TECNOLOGICA:

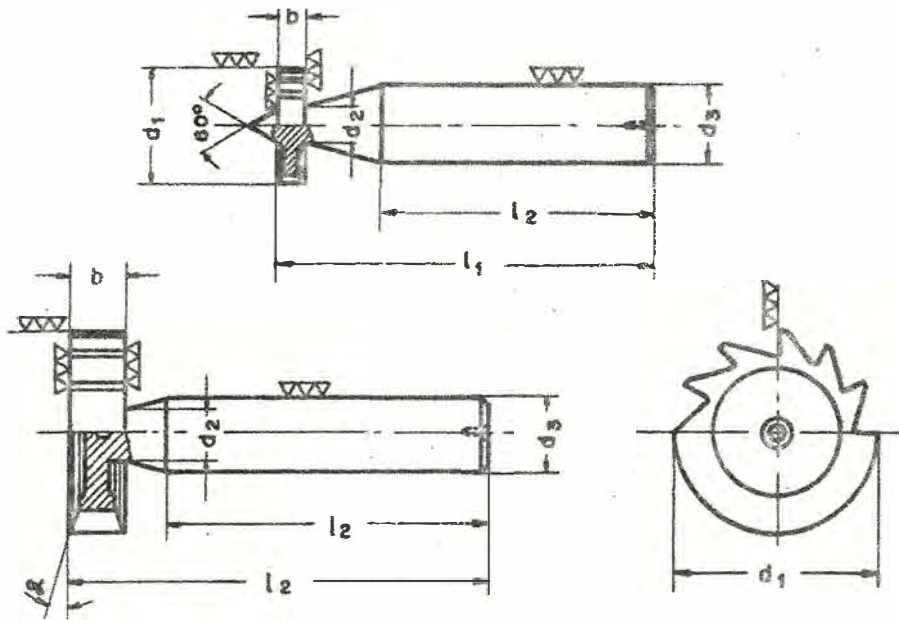
RANURAS NORMALIZADAS  
(CHAVETEROS Y RANURAS EN "T")

REFER.: HIT.122

3/5

COD. LOCAL:

FRESAS PARA ASIENTO DE CHAVETAS DE DISCO  
(DIN 850)



b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	b	1	2	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	b	1	2
1	x 1,4	4	1,8	6	1	50	40	5 x 7,5	19	6	10	5	55	40	
1,5	x 2,6	7	2,8	6	1,5	50	40	5 x 9	22	6	10	5	60	46	
2	x 2,6	7	3,2	6	2	50	40	6 x 7,5	19	6,5	10	6	60	46	
2	x 3,7	10	4	6	2	50	40	6 x 9	22	6,5	10	6	60	46	
2,5	x 3,7	10	4	6	2,5	50	40	6 x 10	25	7,5	10	6	60	46	
3	x 3,7	10	4,2	6	3	50	40	6 x 11	28	8,5	10	5	60	46	
3	x 5	13	4,6	10	3	55	40	8 x 9	22	6,5	10	8	60	46	
3	x 6,5	16	4,6	10	3	55	40	8 x 11	28	8,5	10	8	60	46	
4	x 5	13	4,6	10	4	55	40	8 x 13	32	8,5	10	8	60	46	
4	x 6,5	16	4,6	10	4	55	40	10 x 11	28	9,3	12	10	65	50	
4	x 7,5	19	5,6	10	4	55	40	10 x 13	32	9,3	12	10	65	50	
5	x 6,5	16	5	10	5	55	40	10 x 16	45	11,8	12	10	65	50	

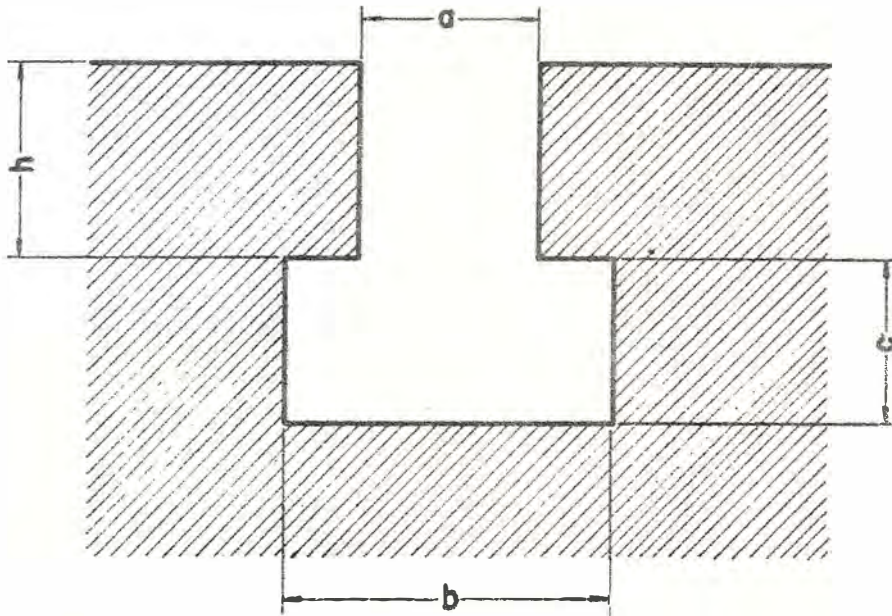
INFORMACION TECNOLÓGICA:  
 RANURAS NORMALIZADAS  
 (CHAVETEROS Y RANURAS EN "T")

REFER.: HIT.122

4/5

COD. LOCAL: \*

RANURAS EN "T"  
 (NF E 21.301)



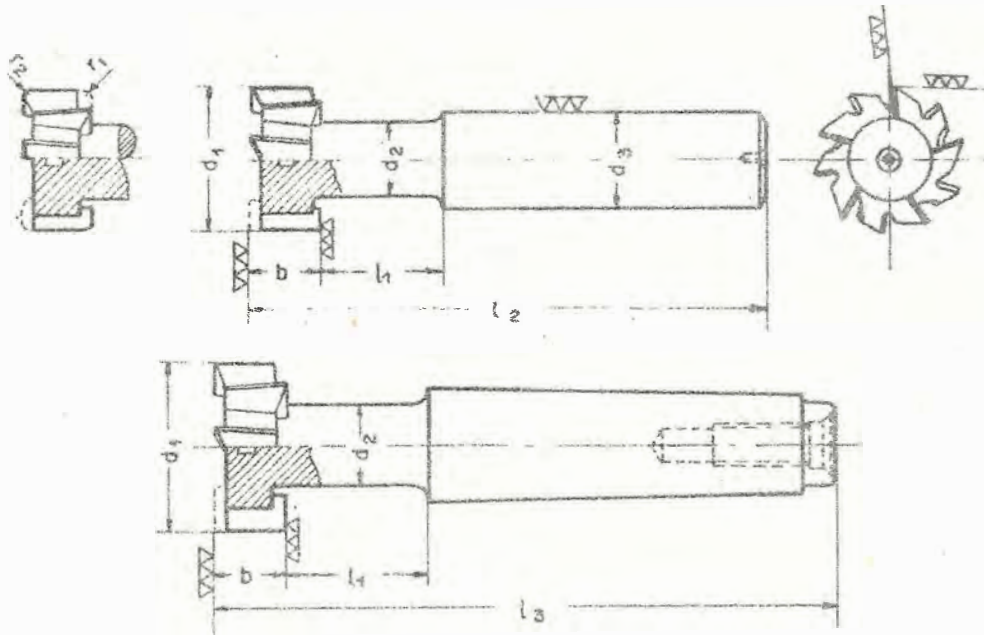
a	b	c	h	
			máx.	mín.
6	11'	6	9	6,5
8	15	7	12	9
10	18	8	15	11
12	22	11	18	13
16	27	14	24	18
20	33	16	30	22

INFORMACION TECNOLÓGICA:  
 RANURAS NORMALIZADAS  
 (CHAVETEROS Y RANURAS EN "T")

REFER.: HIT. 122 5/5

COD. LOCAL:

FRESAS PARA RANURAS EN "T"  
 (DIN 851)



$d_1$	$b$	Para ranuras en T, DIN 650	$d_2$	$d_3$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	Cono Morse n.º	$r_1$	$r_2$
12,5	6	6	5	10	9	56				
16	8	8	6,5	10	12	63				1,6
19	9	10	8	12,5	15	71				
22	10	12	10	12,5	18	71				
25	11	14	12	16	20	90			0,6	
28	12	16	13	16	23	90				
32	14	18	15	20	26	110				2,5
36	16	20	17		29		131			
40	18	22	19		32		136	3		
45	20	24	20		35		141			
50	22	28	23		39		147		1,0	4,0
56	24	32	27		46		179	4		
63	28	36	32		51		188		1,6	
75	32	42	36		61		229			
85	36	48	40		67		239	5	2,0	6,0
95	40	54	44		74		250			

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.123

1/2

## APARATO DIVISOR SIMPLE (DIVISION DIRECTA)

COD. LOCAL:

*CABEZAL DIVISOR SIMPLE*

Es un accesorio usado en la fresadora para lograr divisiones que no requieran ser muy precisas. Su accionamiento es directo entre el árbol que mueve la pieza y la placa que contiene las muescas. Es usado en la construcción de hexágonos, cuadrados que van sobre piezas, tales como cabezas de tornillos y tuercas.

*CONSTITUCION*

Consiste en un volante conectado directamente al árbol que contiene el cabezal, el cual gira formando un solo cuerpo (fig. 1). Las divisiones que puedan obtenerse y que son las del método de división directa están limitadas al número de muescas o dientes que posee una placa divisora.

La placa divisora es intercambiable, contando cada divisor simple con un juego de ellas en las cuales el número de divisiones es diferente.

Esta variedad en el número de divisiones de las placas permite seleccionar la adecuada en el momento de operar, ya que debe de tener un número de divisiones múltiplo de las divisiones por efectuar.

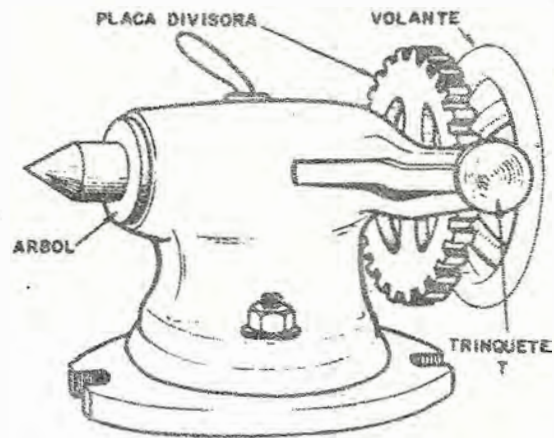


Fig. 1

*FUNCIONAMIENTO*

Se levanta el trinquete "T", (ver figura), en algunos casos percutor, y se hace girar el husillo accionando el volante de manera que abarque tantas muescas como se hayan determinado en el cálculo aritmético.

*División directa.*

En este sistema, para obtener el número de divisiones por desplazar, se procede aplicando la siguiente fórmula:

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

D = Número de muescas en la placa.

N = Divisiones por efectuar.

E = Número de muescas por desplazar.

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 123

2/2

## APARATO DIVISOR SIMPLE (DIVISION DIRECTA)

COD. LOCAL:

## Ejemplo N° 1

Sobre un cilindro se quiere efectuar un octógono usando el cabezal simple y la placa a seleccionar tiene 32 muescas.

$$\text{Aplicación} \quad E = \frac{D}{H} \quad E = \frac{32}{8} = 4 \quad E = 4$$

que será el número de muescas por desplazar cada vez que se haya mecanizado una cara del cilindro. Al completarse el giro en la placa se habrá obtenido el octógono en el eje.

## Ejemplo N° 2

$$D = 60; \quad N = 12$$

$$\text{Aplicación} \quad E = \frac{D}{N} \quad E = \frac{60}{12} = 5 \quad E = 5$$

## RESUMEN

Cabezal divisor simple es un accesorio utilizado en hacer divisiones directas.

## CONSTITUCION:

Volante

Arbol

Placa divisora

El número de divisiones en la placa divisora será múltiplo de las divisiones por efectuar.

## Fórmula:

$$\text{Número de muescas por desplazar} = \frac{\text{Número de muescas en la placa}}{\text{Divisiones por efectuar}}$$

INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 124

1/3

APARATO DIVISOR (DIVISOR UNIVERSAL)

COD. LOCAL:

*CARPEAL DIVISOR UNIVERSAL (fig. 1).*

Es usado para ejecutar todas las formas posibles de divisiones. Es un accesorio sumamente preciso y versátil. Sujeta la pieza en uno de sus extremos, bien sea en plato de garras o entre puntos, y es posible por medio de un tren adecuado de engranajes dividir y hacer girar la pieza en conexión con el movimiento de la mesa, que permite producir cortes helicoidales o en espiral.

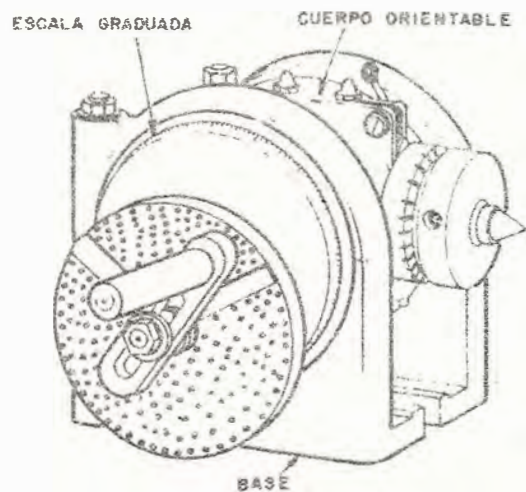


Fig. 1

*CONSTITUCION*

El divisor universal puede variar en su diseño y forma, pero su principio de funcionamiento es el mismo y por lo tanto, al igual que en todos los divisores universales, puede considerarse estructuralmente constituido en dos partes:

- base,
- cuerpo orientable.

*Base.*

Es una caja de hierro fundido que se fija en la mesa de la fresadora. Su objetivo principal es servir de cuna al cuerpo orientable. Lleva una escala de referencia que permite controlar la inclinación que se quiera dar al cuerpo orientable.

*Cuerpo orientable.*

Es una carcasa que tiene dos extremos salientes cilíndricos; estos se apoyan en la base del divisor, y permiten orientar e inclinar el eje del husillo en un determinado ángulo con relación a la superficie de la mesa. En su interior contiene el conjunto de órganos (fig. 1), que es la parte más importante del divisor y que permite dar a la pieza los movimientos necesarios para hacer cualquier número de divisiones, pudiendo aplicarse a su vez los siguientes métodos:

INFORMACION TECNOLÓGICA:  
 APARATO DIVISOR (DIVISOR UNIVERSAL)

REFER.: HIT. 124

2/3

COD. LOCAL:

- división directa
- división indirecta
- división angular
- división diferencial

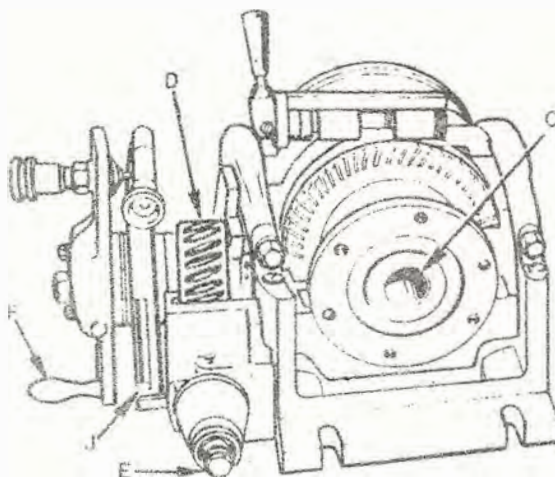


Fig. 2

*Cadena cinemática.* Como principio universal en la figura 2 se indica el mecanismo que pone en movimiento al material para obtener las divisiones o las curvas por construir.

**FUNCIONAMIENTO (fig. 2).**

El husillo (C) que sujeta la pieza está unido con la corona (D) cuyo dentado es helicoidal y puede tener 40 ó 60 dientes. Esta corona a su vez es accionada por el tornillo sin fin (E). El movimiento se obtiene haciendo girar la manivela (F), cuyo extremo termina en un pitón que penetra en uno de los agujeros del plato divisor (J).

La relación más común de los divisores es  $\frac{1}{40}$ . Esto significa que cada 40 vueltas de la manivela corresponde a una de la pieza.

**VENTAJAS**

El cabezal divisor universal, además de servir como accesorio para el montaje de la pieza, inclinarse para facilitar el fresado en ángulo y permitir hacer cualquier número de divisiones, puede comportarse como divisor simple. Para lograr esto tiene montado sobre el husillo un plato divisor que permite operar directamente, si previamente se ha desconectado el tornillo sin fin de la corona.

## INFORMACION TECNOLOGICA:

REFER.: HIT. 124

3/3

APARATO DIVISOR (DIVISOR UNIVERSAL)

COD. LOCAL:

*CONSERVACION*

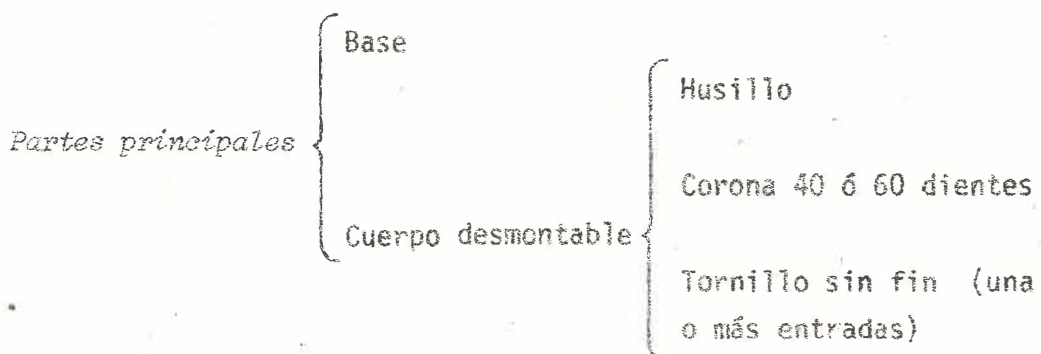
Siendo el cabezal divisor universal uno de los accesorios más delicados e importantes de la fresadora, merece un cuidado especial durante su uso, y atención preferente una vez concluido el trabajo. Esto significa que debe de trasladarse y montarse con precaución evitando golpearlo, como también preocuparse de mantenerlo permanentemente limpio y lubricado.

## RESUMEN

En el cabezal universal se puede hacer cualquier número de divisiones aplicando, según el caso, cualquiera de los siguientes métodos:

- Directo
- Indirecto
- Angular
- Diferencial

Puede girar conectado al tornillo de la mesa para permitir cortes helicoidales y en espiral.



El montaje de piezas sobre el aparato divisor permite hacer en la fresadora ciertas operaciones que de otro modo no sería posible ejecutarlas, o cuando menos resultarían muy complejas.

Algunos de estos casos son:

- conseguir que la pieza gire a una velocidad relacionada y en forma simultánea con el desplazamiento de la mesa (para hacer engranajes helicoidales, brocas, tornillos sinfín, levas en espiral),
- hacer divisiones distribuidas regularmente en la periferia de una pieza (anillos graduados, ruedas dentadas),
- fresado de piezas en ángulo (engranajes cónicos).

#### CLASIFICACION

Los montajes que permiten mecanizar piezas en el aparato divisor pueden agruparse básicamente en tres:

- montaje al aire
- montaje entre puntos
- montaje entre plato y punto,

los cuales corresponden a montajes típicos en torno.

La misma disposición de la nariz del husillo del aparato divisor y del torno (fig. 1) como también los mismos elementos empleados (platos, puntos centros, contrapunta, bridas de agarre) permiten efectuar los montajes en forma similar.

#### CARACTERISTICAS Y EMPLEO

##### Montaje al aire.

Es el que se hace usando sólo el cabezal divisor, en el que se ha montado el plato universal (fig. 2) o un man-

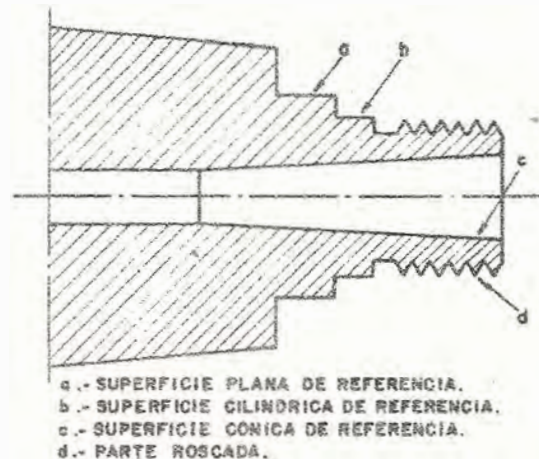


Fig. 1

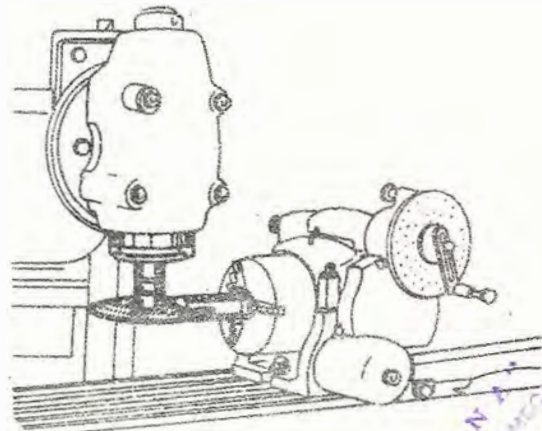


Fig. 2

INFORMACION TECNOLÓGICA:  
 APARATO DIVISOR  
 (TIPOS DE MONTAJE DE PIEZAS)

REFER.: HIT.125

2/4

COD. LOCAL:

dril con espiga cónica (fig. 3). Se recurre a estos montajes cuando por las condiciones de trabajo o por la forma y dimensiones de la pieza, es la manera más conveniente de fijarla y de permitir la acción de la herramienta (fig. 4).

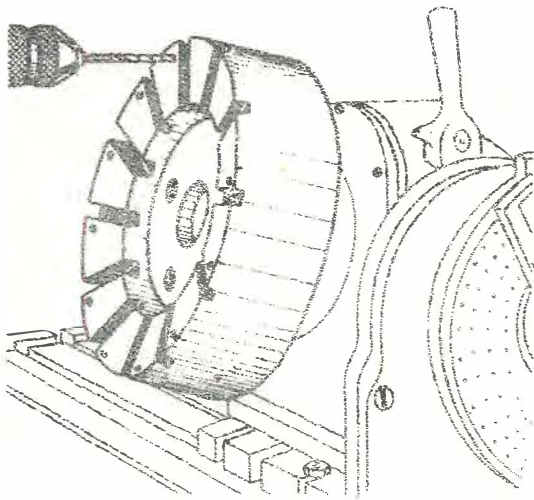


Fig. 4

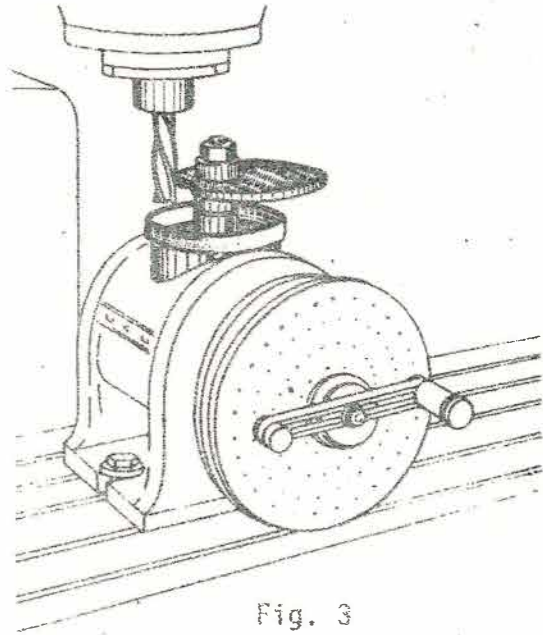


Fig. 3

## PRECAUCIONES

Cuando se va a trabajar una pieza montada en el plato universal se debe verificar su centrado, porque las mordazas, al igual que el mecanismo que las acciona, están expuestas a desgaste y no siempre centran bien la pieza. Además, el apriete debe darse de acuerdo al tipo de pieza y superficie de agarre para no dañarla y al tipo de trabajo para evitar que se suelte o que la herramienta dañe el plato.

Un apriete excesivo podría dañar el mecanismo del plato.

En este tipo de montaje se debe tener presente la relación:  $l \geq 1,5d$  para el largo de la pieza que queda al aire (fig. 5). Si no se cumple esta relación, la pieza debe montarse con apoyo en ambos extremos.

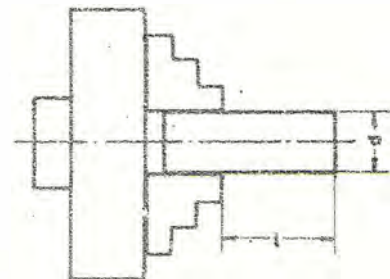


Fig. 5

INFORMACION TECNOLÓGICA:  
 APARATO DIVISOR  
 (TIPOS DE MONTAJE DE PIEZAS)

REFERR.: HIT. 125

3/4

COD. LOCAL:

*Montaje entre puntos.*

Para estos montajes se usa la contrapunta y el cabezal, en cuyo husillo se ha ubicado un punto centro.

Hay que diferenciar dos formas de montaje entre puntos:

- el montaje directo de la pieza entre puntos (fig. 6) y
- el montaje de piezas sobre mandriles ubicados entre puntos (fig. 7).

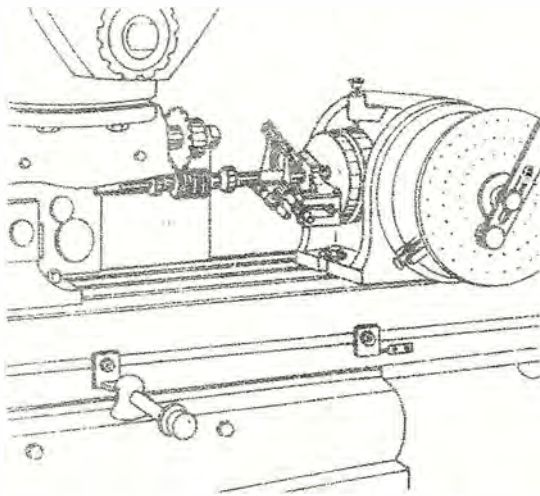


Fig. 6

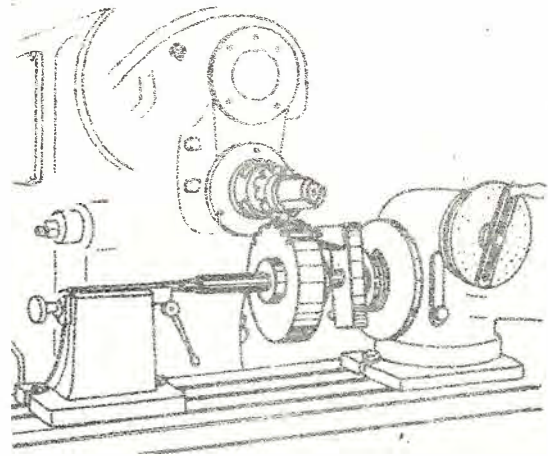


Fig. 7

Ambos montajes permiten un centrado rápido y seguro de piezas, las que pueden sacarse y volverse a poner sin perder por ello su concentricidad.

Las piezas que se montan sobre mandriles son aquellas que llevan un agujero central mecanizado, como engranajes y anillos, los cuales posteriormente irán colocadas en ejes, razón por la que es importante conservar la concentricidad entre el agujero central y la superficie exterior.

El giro de las piezas, en ambos casos, se hace posible mediante el montaje de los elementos de arrastre.

*Montaje entre plato y punto (fig. 8).*

Este tipo de montaje es el que resulta más indicado cuando hay que dar pasadas fuertes a la pieza; sin embargo, el centrado que se obtiene no es tan preciso como el que se consigue montando la pieza entre puntos.

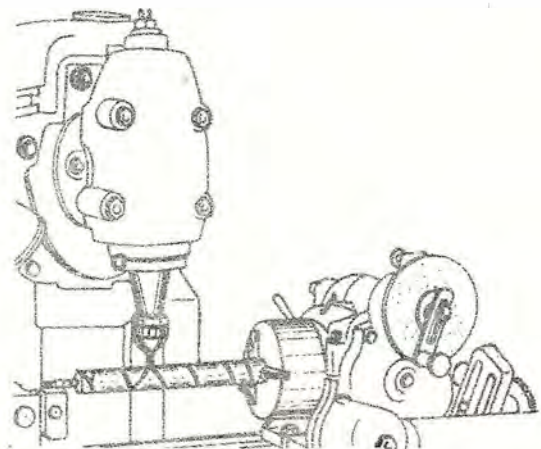


Fig. 8

INFORMACION TECNOLÓGICA:  
APARATO DIVISOR  
(TIPOS DE MONTAJE DE PIEZAS)

REFER.: HIT.125 4/4

COD. LOCAL:

Hay ocasiones en que es la solución más conveniente, ya que por no haber espacio suficiente no se podría colocar la brida de arrastre, además de resultar más cómodo tomar la pieza en el plato.

PRECAUCIONES

Cuando la pieza que se toma entre puntos o entre plato y punto es muy larga o muy delgada conviene darle un tercer apoyo (fig. 9), para evitar que flexione. Incluso en ciertas oportunidades cuando la pieza es larga y delgada se usa un doble apoyo adicional (fig. 10). En ambos casos se recomienda el uso de gatos.

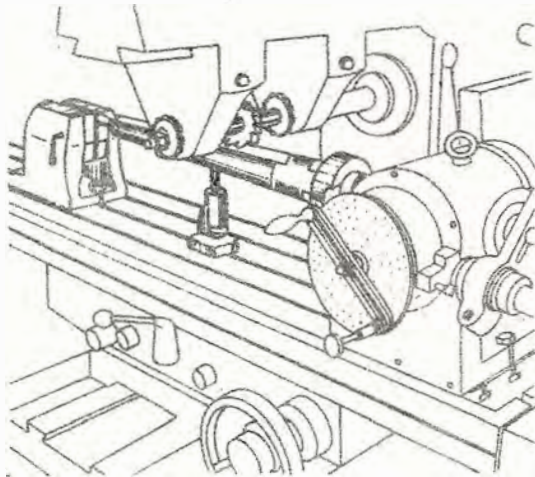


Fig. 9

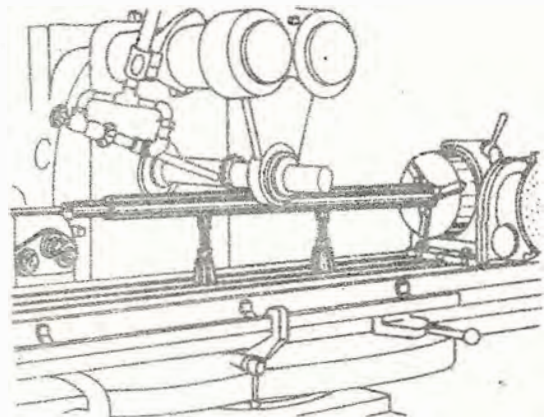


Fig. 10

**INFORMACION TECNOLOGICA:**  
**APARATO DIVISOR**  
 (DIVISION INDIRECTA Y DIVISION ANGULAR)

REFER.: HIT.126

1/3

COD. LOCAL:

Es uno de los sistemas de división que permite obtener con el cabezal divisor universal, un determinado número de divisiones, los cuales no pueden lograrse por la división directa. Es aplicable en la fresadora considerando los dos casos en que haya que operar con ellos, los cuales son:

- I - Cuando viene expresado en número de divisiones por efectuar (división indirecta).
- II - Cuando viene dado en un número de grados (división angular).

En ambos casos la disposición del cabezal divisor universal es el mismo si dispone la máquina de platos divisores para divisiones angulares; de lo contrario variarán las operaciones de cálculo, las cuales se ejecutan tomando como base la relación existente entre el tornillo sinfín y el número de dientes de la corona (ver mecanismos, fig. 1).

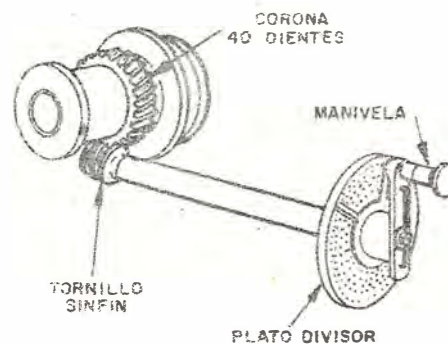


Fig. 1

### CALCULO

#### CASO I - DIVISION INDIRECTA

La regla para determinar el número de vueltas, el número de agujeros y la circunferencia de agujeros, es procediendo de la manera siguiente:

Se considera la relación  $1/40$  ó sea que la corona tiene 40 dientes y el tornillo sinfín una entrada, cuando hayamos dado una vuelta en el tornillo sinfín se habrá desplazado un diente de la corona, lo cual quiere decir que el husillo donde va montada la corona y que es donde se sujeta la pieza se habrá desplazado  $1/40$  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  $1/2$  vuelta; asimismo, si queremos desplazar el husillo una vuelta completa será necesario dar con la manivela 40 vueltas.

INFORMACION TECNOLÓGICA:  
 APARATO DIVISOR  
 (DIVISION INDIRECTA Y DIVISION ANGULAR)

REFER.: HIT.126

2/3

COD. LOCAL:

*Conclusión.*

Para saber el número de vueltas a dar en la manivela con objeto de lograr un número determinado de divisiones en el husillo, operamos con la fórmula:

$$\frac{K}{N} = F$$

K = número de dientes en la corona.  
 N = número de divisiones por efectuar.  
 F = número de vueltas en la manivela.

*Ejemplo:*

Se quiere dar 3 divisiones equidistantes en una pieza montada en un divisor universal cuya corona tiene 40 dientes.

Desarrollo:  $\frac{K}{N} = F \quad \frac{40}{3} = 13 \frac{1}{3} \quad F = 13 \frac{1}{3}$

Como vemos, tendremos que dar en la manivela 13 vueltas más una fracción de  $\frac{1}{3}$  de vuelta, las vueltas enteras se darán partiendo de un agujero cualquiera en el círculo del plato divisor y volviendo al mismo agujero, pero para la fracción de vuelta se necesita disponer de un círculo cuyo número de agujeros sea múltiplo de la fracción, en este caso  $\frac{1}{3}$ ; se amplía la fracción multiplicando ambos términos por un mismo número hasta lograr que en el denominador se logre un número tal que sea igual al número de agujeros disponibles en el círculo del plato divisor.

*Ejemplo*

$$\frac{1}{3} \times \frac{11}{11} = \frac{11}{33}$$

Este resultado se dispone en la circunferencia del plato divisor de 33 agujeros. Encerrando dentro del compás o sector un arco que abarque 11 arcos de los 33 agujeros en que está dividida la circunferencia (fig. 2).

*CASO II - DIVISION ANGULAR*

Con este método se hace girar el husillo del cabezal divisor universal un número determinado de grados; se determina el círculo y el número de divisiones operando con el resultado obtenido de dividir el número de grados que tiene la circunferencia entre el número de dientes de la corona (40 ó 60):

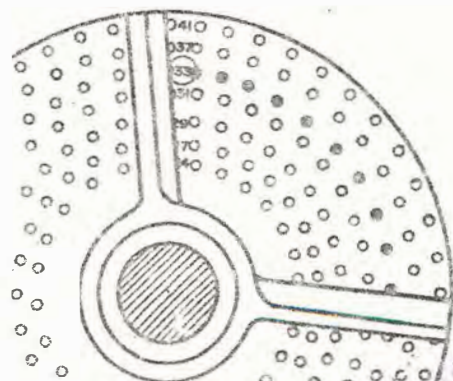


Fig. 2

SENA S. A.  
 CENTRO TECNOLÓGICO  
 REGIONAL INDUSTRIA  
 BARRANCO

INFORMACION TECNOLÓGICA:  
 APARATO DIVISOR  
 (DIVISION INDIRECTA Y DIVISION ANGULAR)

REFER.: HIT. 126

3/3

COD. LOCAL:

$$\frac{360}{40} \quad \delta \quad \frac{360}{60}$$

Este resultado sería el ángulo de desplazamiento en una vuelta del tornillo sinfín. Por lo tanto, si se quiere desplazar un número determinado de grados se hará aplicando la fórmula:

$$F = \frac{G}{A}$$

G = valor angular de la división

A = desplazamiento angular de la corona en una vuelta del sinfín

F = desplazamiento de la manivela o del sinfín para que la pieza gire un número de grados determinado.

#### Ejemplo

En una pieza se necesitan hacer tres ranuras equidistantes a  $23^\circ$  (fig. 3);

la corona del divisor tiene 60 dientes.

¿Cuántas vueltas habrá que dar en la ma-

nivela para lograr que la pieza gire el

ángulo indicado?

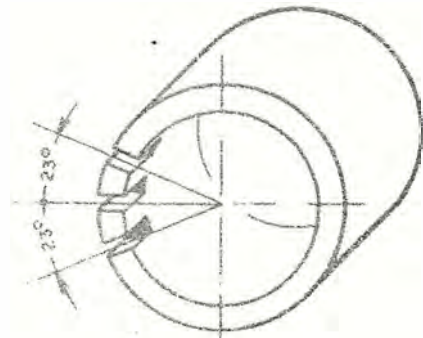


Fig. 3

Desarrollo:

$$A = \frac{360}{60} = 6 \quad A = 6^\circ$$

$$F = \frac{G}{A} = \frac{23}{6} = 3 \frac{5}{6}$$

Aplicando el mismo procedimiento del caso I, tenemos:

$$\frac{5}{6} \times \frac{7}{7} = \frac{35}{42}$$

Resultado:

3 vueltas y 35 agujeros en un plato con circunferencia de 42 agujeros.

Hay casos en que la dimensión angular viene dada en minutos o en segundos; cuando eso sucede, opere con el resultado obtenido de reducir a minutos o a segundos el desplazamiento angular por vueltas del sinfín.

## INFORMACION TECNOLOGICA:

REFER.: HIT.127 3/5

## MESA CIRCULAR

COD. LOCAL:

Es un accesorio que consiste básicamente en un plato que puede girar, dispuesto sobre una base fija la cual permite su montaje en la mesa de la fresadora. Su movimiento puede ser independiente o relacionado con otro movimiento, el de la mesa por ejemplo, según sea la conexión que se haga con otros órganos de la máquina. Esta variedad de posibilidades permite hacer, sobre la mesa circular, distintos tipos de contorneados ranurados y divisiones (fig. 1).

*CONSTITUCION Y CARACTERISTICAS.*

En la mesa circular (fig. 1) se distinguen principalmente las siguientes partes:

*Plato circular.*

En su centro presenta un agujero cilíndrico o cónico rectificad para mandril o eje portapiezas. En su superficie lleva ranuras en "T" para permitir la fijación de piezas. En la parte interior lleva tallada una corona la cual engrana con el tornillo sinfín del eje de accionamiento que hace girar el plato (fig. 2).

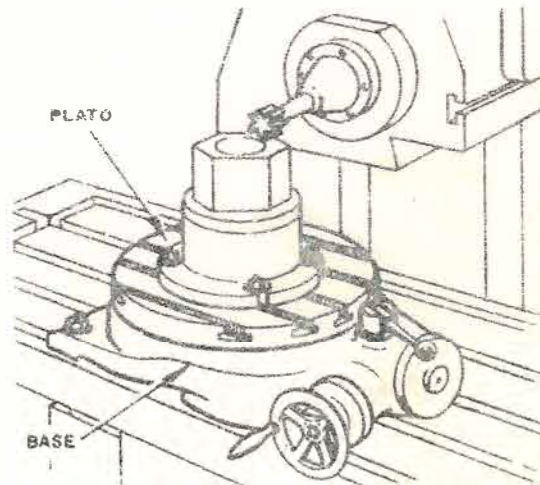


Fig. 1

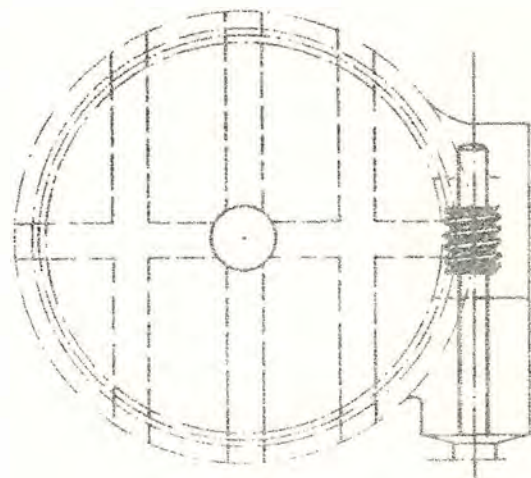


Fig. 2

*Base.*

Sirve de soporte al plato y permite la fijación de la mesa circular a la mesa de la fresadora. En su contorno lleva una escala graduada de 0° a 360°, la cual permite controlar el ángulo en que se puede girar el plato (fig. 1). Hay mesas circulares que traen la escala graduada en el plato.

*Palancas:*

Comúnmente se encuentran en la mesa circular las siguientes palancas (fig. 3):

- a. palanca de bloqueo del eje del plato,
- b. palanca de bloqueo del plato,
- c. palanca para desconectar el plato del eje del tornillo sinfín,
- d. palanca de desembrague del volante.

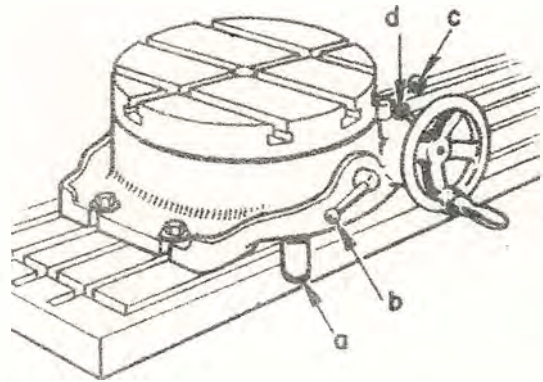


Fig. 3

*Eje de accionamiento de giro del plato.*

Como el nombre lo indica, es mediante este eje que se da el movimiento al plato ya que va provisto de un tornillo sinfín, el que engrana con la corona del plato (fig. 2). Este accionamiento provoca una reducción que varía según el tipo de accesorio. Las relaciones más corrientes son: 1:60, 1:80, 1:90, 1:100, 1:120.

Junto al volante o manivela, montado en el extremo del eje para accionar manualmente el plato, muchos modelos suelen llevar un tambor graduado que permite controlar, con precisión de hasta un minuto, el ángulo de rotación del plato (fig. 4).

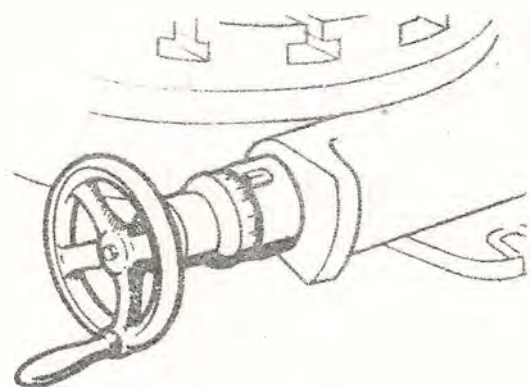


Fig. 4

*Funcionamiento.*

Ciertos tipos de mesas son fabricados de manera que puedan ser accionadas tanto manual como automáticamente. Según sea la fresadora en que se monte la mesa, el movimiento automático puede obtenerse de diferentes maneras.

*1 - Accionamiento automático.*

Por conexión al tornillo patrón de la mesa de la fresadora (fig. 5).

Mediante un tren de engranajes, montado en la lira del extremo de la mesa, se transmite el movimiento del tornillo patrón de la mesa de la fresadora a un árbol de mando del plato circular.

La utilización de este dispositivo exige la posibilidad de desembragar el movimiento de avance longitudinal.

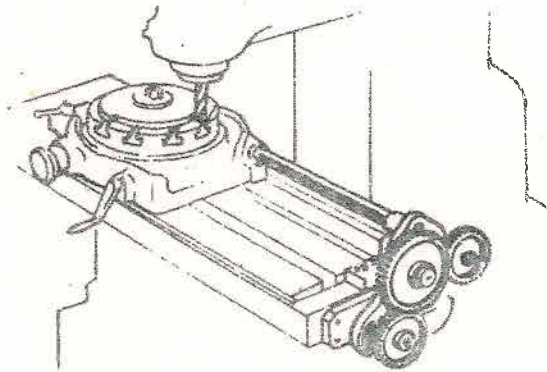


Fig. 5

Por conexión a la caja de avances (fig. 6).

Por intermedio de un árbol con unión cardán se transmite el movimiento directamente de la caja de avances al plato circular. Un dispositivo permite cambiar el sentido de giro.

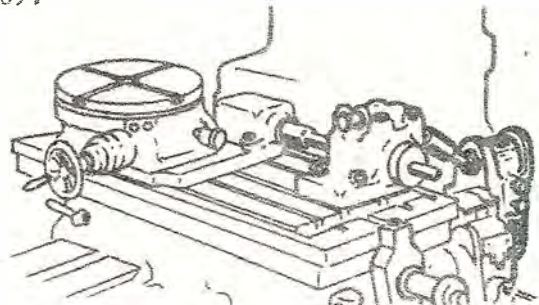


Fig. 6

Por conexión al dispositivo de avance de los carros (fig. 7).

A través de un árbol auxiliar, paralelo al tornillo patrón de la mesa de la fresadora y conectado a un tren de engranajes, el plato circular recibe el movimiento del dispositivo de avance de los carros.

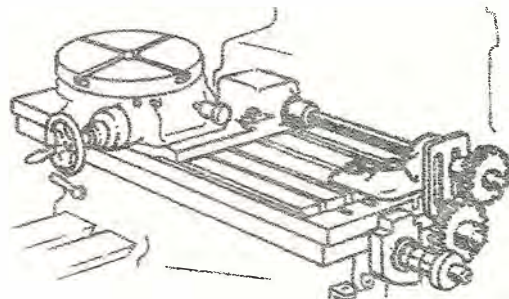


Fig. 7

*2 - Uso como aparato divisor vertical.*

Si en el eje de accionamiento de giro del plato se cambia el volante por el conjunto para división (fig. 8) que comprende:

- disco perforado (a)
- compás (b)
- manivela (c) y
- perno retráctil (d)

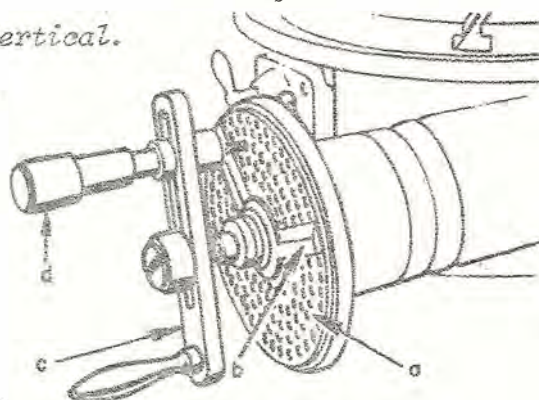


Fig. 8

La mesa circular se convierte en un aparato divisor vertical.

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.127

4/5

## MESA CIRCULAR

COD. LOCAL:

*FORMA DE CALCULAR EL NUMERO DE DIVISIONES*

Para obtener el número de divisiones requerido se procede de la misma manera que con el aparato divisor universal para la división indirecta. Al aplicar la fórmula para obtener el número de vueltas y fracción de vuelta se debe tener presente que la constante de reducción (K) de la mesa circular no es la misma para todas y que varía según su tipo.

*Ejemplo de cálculo:*

Se desea hacer 13 divisiones en una pieza montada en un plato circular cuya constante de reducción es  $K = 90$ . ¿Cuántas vueltas de la manivela y fracción de vuelta se deben dar para hacer cada división?

## Desarrollo

*Aplicando la fórmula:*

$$\frac{K}{N} = V + \frac{A}{C}$$

*en la que:*

K = constante de reducción

N = número de divisiones

V = número de vueltas completas de la manivela

A = cantidad de agujeros que debe abarcar el compás

C = número de agujeros de la circunferencia elegida

*Al reemplazar los valores en la fórmula se obtiene:*

$$\frac{90}{13} = V + \frac{A}{C}$$

*al hacer la división resulta,*

$$\frac{90}{13} = 6 + \frac{12}{13}$$

Como no se dispone de disco de 13 agujeros se elige el de 39, que es múltiplo de 13, para lo cual se multiplican ambos términos de la fracción

$\frac{12}{13}$  por 3,

quedando en definitiva:  $\frac{90}{13} = 6 + \frac{36}{39}$ ,

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.127

5/5

## MESA CIRCULAR

COD. LOCAL:

Lo que significa que para hacer 13 divisiones en un plato circular que tiene una constante de reducción  $K = 90$  hay que dar, para cada división, 6 vueltas completas a la manivela y avanzar 36 agujeros en la circunferencia de 39.

*PROCEDIMIENTO PARA HACER DIVISIONES ANGULARES*

A diferencia del divisor universal, para lograr giros de la pieza en un determinado ángulo no es necesario hacer cálculos, ya que la escala graduada del accesorio permite apreciar directamente el giro en grados de la mesa y la pieza.

Para conseguir una mayor precisión en el giro del plato se puede emplear:

- un cursor o nonio adaptable a la base de la mesa circular o
- el tambor graduado del eje de accionamiento.

En estos casos se pueden lograr divisiones angulares con una precisión mayor o menor de  $1/60$  de grado (1 minuto), dependiendo de las divisiones que tenga el cursor o el tambor graduado.

*CONSERVACION*

La mesa circular, al igual que los otros accesorios de la fresadora, debe ser trasladada con cuidado para evitar golpearla, y en forma especial al montarla y desmontarla por ser muy pesada para una sola persona.

Durante su uso ha de procurarse mantenerla constantemente limpia y lubricada. Al sacarla de la máquina debe guardarse en un lugar en que esté libre de golpes y polvo, cuidando de cubrirla previamente con una película de aceite.

## INFORMACION TECNOLOGICA:

REFER.: HIT. 128

1/2

## MONTAJES DE PIEZAS SOBRE LA MESA

COD. LOCAL:

El montaje y fijación de piezas sobre la mesa ranurada de las máquinas herramientas en posición de mecanizarse, consiste en un conjunto de operaciones de nivelación, colocación de calces, alineación e inmovilización de la pieza por mecanizar.

Una buena fijación debe cumplir las siguientes condiciones:

- evitar las deformaciones de la mesa;
- evitar las deformaciones de la pieza al embriarla o mecanizarla;
- soportar el corte sin vibraciones;
- facilitar el cambio de piezas en caso de ser necesario.

#### *Nivelación y bloqueo de la pieza.*

Es necesario reducir al mínimo la distancia entre la pieza y la mesa, y evitar el contacto directo de la mesa con la superficie bruta de piezas de fundición o forjadas, intercalando una lámina de metal blando para cortar el deterioro de la superficie de la mesa.

Dos casos deben ser considerados:

- a) La pieza tiene una superficie de referencia mecanizada.

Esta puede ser apoyada sobre la mesa, directamente o por intermedio de calces con dimensiones convenientes (fig. 1).

- b) La pieza no tiene ninguna superficie de referencia mecanizada.

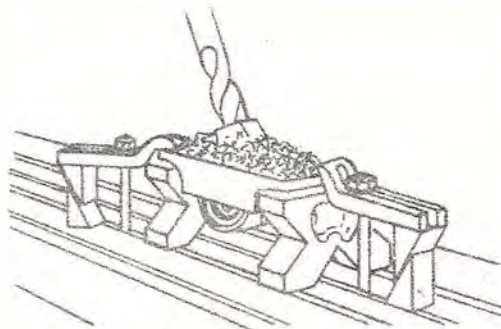


Fig. 1

En este caso deberá conseguir tres puntos de apoyo para facilitar su nivelación. Esto se logra por medio de calces escalonados, suplementos y gatos.

*Principios de apriete.*

En un montaje, el apriete se debe hacer sobre los topes de apoyo y debe mantener la pieza contra éstos, a fin de no producir deformaciones en ella.

El apriete debe ser necesario para inmovilizar la pieza y soportar el esfuerzo de corte. Se debe evitar el apriete exagerado a fin de no deformar las piezas ni los elementos de montaje.

*Tipos de fijación.*

Las figuras 2 a 6 muestran diversos tipos de montajes, sobre la mesa de una máquina, empleados en el mecanizado de piezas que por su forma y tamaño no podrían fijarse con accesorios comunes.

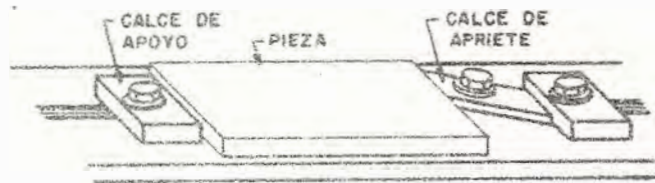


Fig. 2

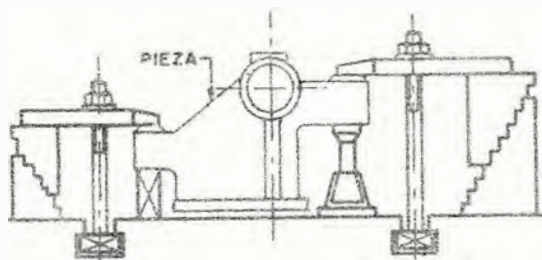


Fig. 3

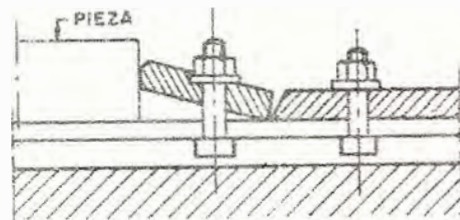


Fig. 4

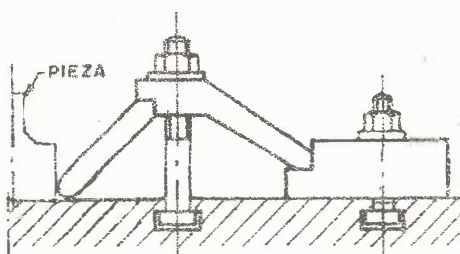


Fig. 5

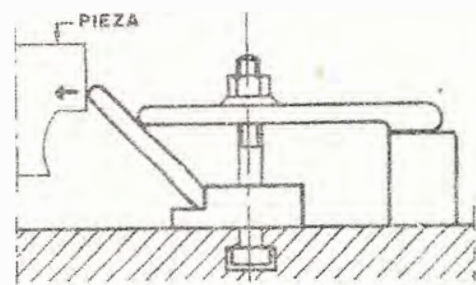


Fig. 6

Estas dos formas de fresar se estudian a través de la relación entre los movimientos de giro de la fresa, del avance del material y de su influencia en el perfil de la viruta.

#### FRESADO EN OPOSICION

Es cuando el sentido de giro de la fresa y el de avance del material *se oponen* (fig. 1).

En cada vuelta de la fresa, cada diente llega a un punto como el (A), donde toma contacto con el material y penetra en él con su filo, en un instante dado.

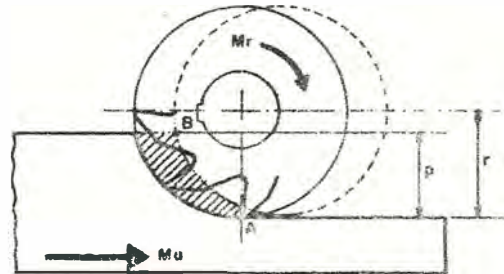


Fig. 1

A partir de allí y siempre que la profundidad de corte sea menor que el radio de la fresa, aumenta progresivamente el espesor de la viruta, la que al llegar al punto (B), disminuye rápidamente hasta que el diente pierde contacto con el material.

#### FRESADO EN CONCORDANCIA

Es cuando el sentido de giro de la fresa y el avance del material *conducen* (fig. 2).

En cada vuelta de la fresa, cada diente llega a la posición donde comienza a cortar y alcanza rápidamente el máximo espesor de viruta en un punto como el (C). A partir de él como la fresa gira más rápido de lo que avanza el material, el espesor de la viruta decrece hasta que se anula en el punto (D).

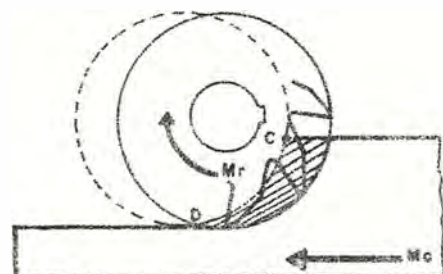


Fig. 2

FORMA DE LA VIRUTA

Consideremos ahora una fresa con dientes laterales y frontales abriendo una ranura, como muestra la fig. 3; se puede ver que la fresa construye un flanco de la ranura (el del punto A), fresando en oposición y el otro (el del punto D), fresando en concordancia.

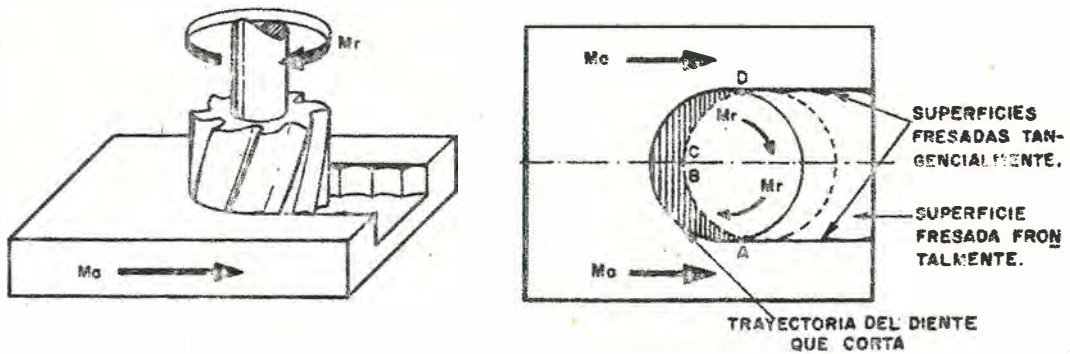


Fig. 3

Si realmente la huella resultante de los movimientos (de rotación de la fresa y avance del material) fueran circunferencias, como hemos venido considerando hasta ahora, el acabado de esos dos flancos sería el mismo. Pero debido a la oposición de movimientos desde (A) hasta (B), la curva de la traza que deja el diente se hace más amplia (fig. 4) y por el contrario, se hace más cerrada debido a la concordancia de los movimientos, desde (C) hasta (D). Esa curva, trayectoria del diente, desde (A) hasta (D) es una curva de género cicloidal. Debido a su forma los cortes sobre el flanco del punto (A), fresado en oposición, dejan unas crestas de altura (h), bastante menores que (h'), altura de las crestas que quedan en el flanco del punto (D), fresado en concordancia (fig. 4).

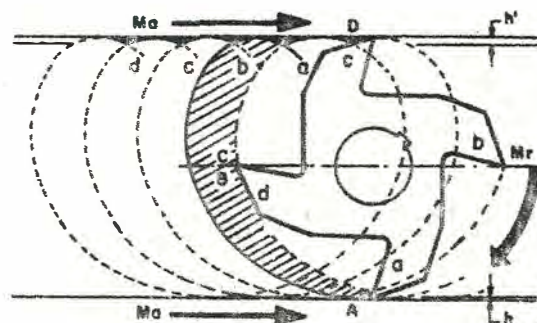


Fig. 4

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 129

3/5

FRESADO EN OPOSICION Y FRESADO EN CONCORDANCIA

COD. LOCAL:

*DIFERENCIAS ENTRE LOS DOS FRESADOS**1ra. diferencia.*

Fresado en oposición, el diente comienza a cortar y el espesor de la viruta va en aumento progresivamente; si se fresa en concordancia el diente comienza cortando con el máximo espesor, luego disminuye.

*2da. diferencia.*

La segunda diferencia consiste en que, a igualdad de condiciones para el corte (avance, velocidad y profundidad de corte), resulta una mejor terminación en la superficie cuando se fresa en oposición.

*3ra. diferencia.*

En el fresado en oposición cuando el diente se pone en contacto con el material, para poder cortar necesita alcanzar una profundidad mínima de corte. Antes de que eso ocurra hay un roce intenso entre el material y el filo, que es perjudicial para éste, cosa que no ocurre en el fresado en concordancia, donde el diente comienza cortando sin rozamiento inicial.

*4ta. diferencia.*

Fresando en oposición, el aumento progresivo del espesor de viruta hace que el esfuerzo aumente también progresivamente. Eso permite a los órganos de la máquina absorber las holguras existentes sin saltos.

En cambio, fresando en concordancia, el diente se enfrenta al material en su máximo espesor y se produce el máximo esfuerzo en forma súbita. Eso exige una acomodación tan rápida de los órganos de la máquina, que si las holguras son grandes pueden hacer que la fresa se monte sobre el material, pudiendo provocar un accidente (fig. 5).

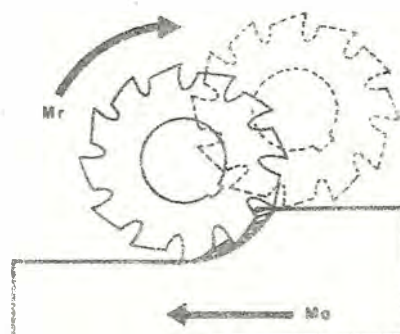


Fig. 5

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.129

4/5

FRESADO EN OPOSICION Y FRESADO EN CONCORDANCIA

COD. LOCAL:

*Sta. diferencia.*

A iguales condiciones de corte el arco de trayectoria del diente AB (fig. 6) cortando en oposición, es mayor que el arco (CD) cortando en concordancia. Esto nos indica que fresado en concordancia, el filo de la herramienta tiene menor contacto con el material y por consiguiente puede durar más.

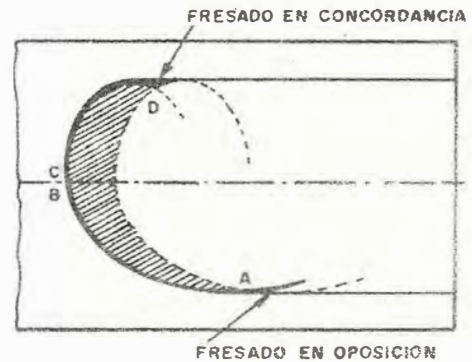


Fig. 6

**CONCLUSIONES**

Conocidas las diferencias más importantes entre el fresado en concordancia y el fresado en oposición, puede decirse que para pasadas de grandes dimensiones es preferible el fresado en concordancia, siempre que se disponga de una fresadora con regulación especial de los juegos, para fresar en esa forma. Si en cambio se trabaja en fresadoras corrientes, sobre todo con bastante uso y en períodos de aprendizaje, es conveniente fresar en oposición.

En aquellos casos cuando se hace inevitable fresar en concordancia como cuando se fresa la ranura indicada en la fig. 7, se deben tomar las siguientes precauciones:

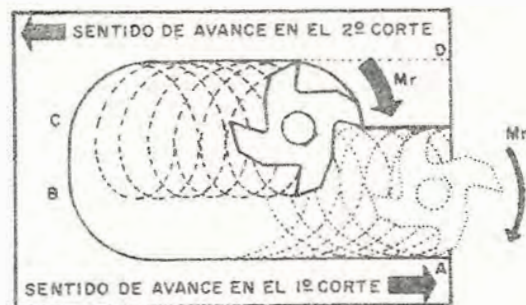


Fig. 7

- fijar fuertemente el material;
- eliminar lo más posible el juego en las guías y tornillo de la mesa, y en el portaherramienta y sus apoyos;
- utilizar un avance menor que el recomendado.

Para dar buena terminación y medida precisa es conveniente además:

- usar una fresa de menor diámetro que el ancho de la ranura;
- dar una pasada desde (A) hasta (B);
- invertir el sentido de avance del material y dar una pasada cortando sólo sobre el flanco desde (C) hasta (D).

INFORMACION TECNOLOGICA: FRESADO EN OPOSICION Y FRESADO EN CONCORDANCIA	REFER.: HIT.129	5/5
	COD. LOCAL:	

RESUMEN

Elemento de comparación	Fresado en oposición	Fresado en concordancia
Espesor de viruta.	Aumenta progresivamente luego de iniciado el corte.	Disminuye progresivamente luego de iniciado el corte.
Esfuerzo durante el corte.	Luego que el diente está cortando, el esfuerzo aumenta progresivamente, y permite a los órganos de la máquina absorber los juegos.	Al comenzar cortando en la sección máxima, hay un súbito aumento del esfuerzo. Si los órganos tienen juego, la herramienta puede montarse en el material.
La máquina.	Puede hacerse en cualquier fresadora.	Puede hacerse sólo en fresadora especial.
Contacto del filo con el material a igualdad de condiciones para el corte.	Roce intenso al iniciar el corte.	Comienza cortando sin roce inicial, pero con impacto.
	Fresado en oposición el contacto es mayor que fresado en concordancia.	
Acabado de la superficie a igualdad de condiciones para el corte.	Mejor estado superficial fresado en oposición que fresado en concordancia.	

VOCABULARIO TECNICO

JUEGO - huelgo, holgura.

FRESADO EN OPOSICION - fresado en contrasentido.

INFORMACIÓN TECNOLÓGICA:

MEDICIÓN CON RODILLOS (CALCULOS)

REFER.: HI 1.130

1/3

COD. LOCAL:

Este es un tipo de medición indirecta que se utiliza para medir con precisión algunas dimensiones de las ranuras en forma de cola de milano y ranuras en "V". Este tipo de medición resulta ser más cómodo, ya que permite determinar mediante el cálculo, además de las dimensiones lineales, los valores angulares con más exactitud.

*Principio de la medición con rodillos.*

El procedimiento consiste en tomar unas medidas de cotas previamente calculadas, para deducir a través del cálculo, otras de difícil verificación por los procedimientos de medición directa.

La medición con rodillos se funda en las tres relaciones trigonométricas elementales de un triángulo rectángulo (triángulo BAC en la figura 1) en el que se considera el ángulo para los efectos de los cálculos correspondientes.

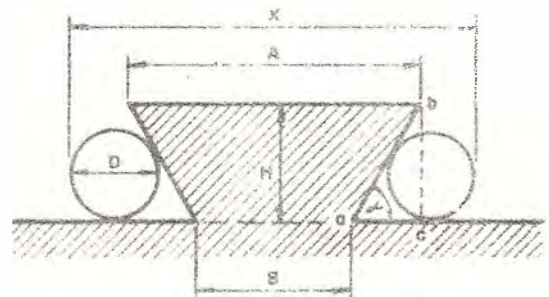


Fig. 1

*MANERA EN COLA DE MILANO MACHO (Fig. 1)*

FORMULAS:

Cálculo de ( X )

I - Conociendo (A)

$$X = A + D + \frac{D}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - \frac{2H}{\operatorname{tg} \alpha}$$

II - Conociendo (B)

$$X = B + D + \frac{D}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

*Ejemplo 1.*

DATOS

D = 12 mm

A = 38 mm

H = 15 mm

$\alpha = 60^\circ$

$\frac{\alpha}{2} = 30^\circ$

$\operatorname{tg} 60^\circ = 1,73205$

$\operatorname{tg} 30^\circ = 0,57735$

sustituyendo en la fórmula las letras por sus valores correspondientes, se tiene:

INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 130

273

MEDICIÓN DE RODILLOS (CALCULOS)

COD. LOCAL:

$$x = 38 + 12 + \frac{12}{0,57735} = \frac{30}{1,75205}$$

$$x = 50 + 20,784 - 17,32$$

$$x = 53,56 \text{ mm}$$

MANIPULADOR DE COLO DE MILANO TIEMBRA (fig. 2)

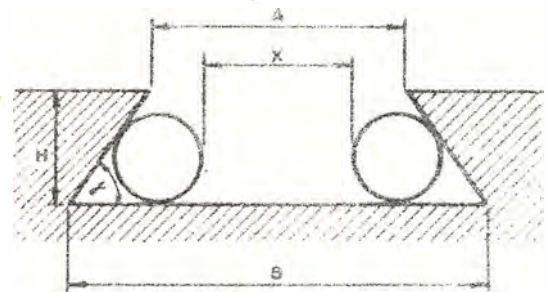


Fig. 2

Cálculo de ( x )

I - Conociendo (A)

$$x = A + \frac{2 H}{\text{tg } \alpha} - D - \frac{D}{\text{tg } \frac{\alpha}{2}}$$

II - Conociendo (B)

$$x = B - \frac{D}{\text{tg } \frac{\alpha}{2}} - D$$

Ejemplo 2.

Datos

A = 68 mm

D = 25 mm

H = 30 mm

alpha = 55°

$$\frac{\alpha}{2} = 27^{\circ} 30'$$

$$\text{tg } \alpha = 1,42815$$

$$\text{tg } \frac{\alpha}{2} = 0,52057$$

Sustituyendo en la fórmula las letras por sus valores respectivos, se tiene:

$$x = 68 - 25 - \left( \frac{25}{0,52057} - \frac{2 \times 30}{1,42815} \right) = 43 - \left( \frac{25}{0,52057} - \frac{60}{1,42815} \right)$$

Eliminando el paréntesis

$$x = 43 - \frac{25}{0,52057} + \frac{60}{1,42815}$$

INFORMACION TECNOLOGICA:

REFER.: HIT.130

3/3

MEDICION DE RODILLOS (CALCULOS)

COD. LOCAL:

Resolviendo las operaciones indicadas:

$$X = 43 - 47,64 + 42$$

$$X = 43 + 42 - 47,64$$

$$X = 85 - 47,64$$

$$X = 37,36 \text{ mm}$$

FORMULAS PARA MEDICIONES CON UN SOLO RODILLO (fig. 3)

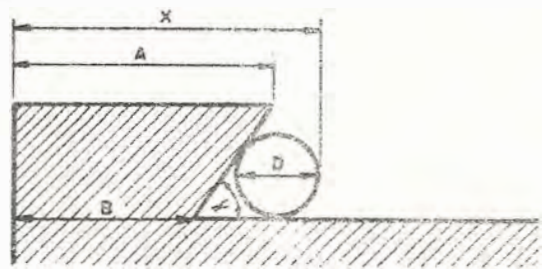


Fig. 3

I - Conociendo (A)

$$X = A + r + \frac{r}{\text{tg} \frac{\alpha}{2}} - \frac{H}{\text{tg} \alpha}$$

II - Conociendo (B)

$$X = B + \frac{r}{\text{tg} \frac{\alpha}{2}} + r$$

RANURAS DE UNA SOLA COLISA (fig. 4)

I - Conociendo (A)

$$X = A + \frac{H}{\text{tg} \alpha} - \frac{r}{\text{tg} \frac{\alpha}{2}} - r$$

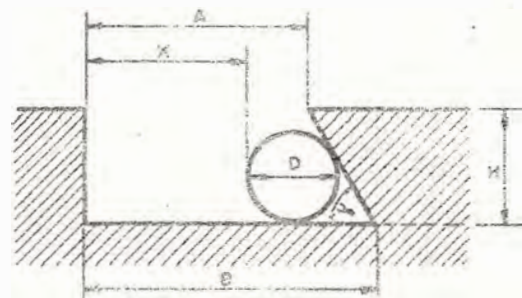


Fig. 4

II - Conociendo (B)

$$X = B - \frac{r}{\text{tg} \frac{\alpha}{2}} - r$$

RANURA EN "V" (fig. 5)

$$X = (H - h) + r + \frac{r}{\text{sen} \frac{\alpha}{2}}$$

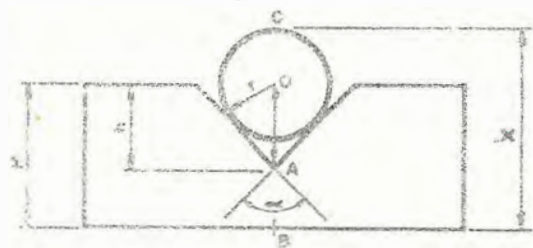


Fig. 5

*1 - MANDRIL DESCENTRABLE.*

Es un dispositivo usado en la fresadora para la sujeción y control de la herramienta de corte (cuchilla). Se utiliza fundamentalmente en operaciones de alisado, pero dada su característica también permite la ejecución de operaciones de refrentado, escalonado y ranurados. Estos dispositivos se construyen en acero y su comportamiento es de un portaherramienta graduable y preciso (fig. 1). Consta de las siguientes partes:

- cuerpo fijo
- cuerpo portaherramienta
- barra portacuchilla

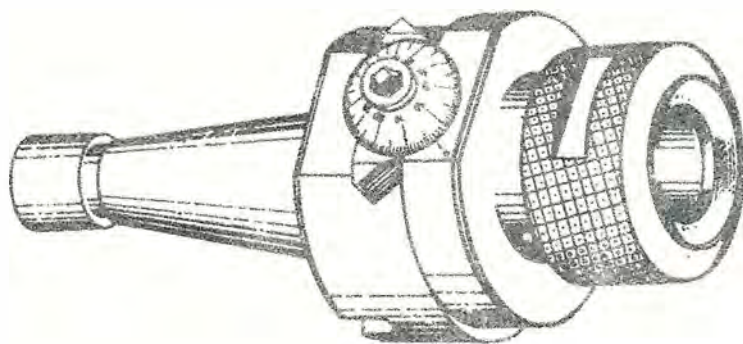


Fig. 1

*El cuerpo fijo.*

Es la parte del mandril que se acopla al husillo de la fresadora. Lleva en uno de sus extremos una espiga cónica agujereada y roscada para recibir el tirante que la fija al husillo.

En el otro extremo lleva ranuras en cola de milano que sirven de guía a la colisa.

*El cuerpo portaherramienta.*

Es la parte que se desplaza sobre la cola de milano. Tiene un tornillo con anillo graduado que produce y regula esos desplazamientos y además un agujero donde se ubica la herramienta o la barra que sujeta la herramienta.

*La barra portacuchilla.*

Por uno de sus extremos se ubica en el agujero del cuerpo portaherramienta, en el otro extremo lleva un agujero cuadrado o redondo donde se aloja la cuchilla.

*TIPOS.*

Existen varios tipos, pero en general se pueden clasificar en:

- de avance manual (como el de la fig. 1)
- de avance automático (fig. 2)

**FUNCIONAMIENTO.**

La regulación del corte se logra haciendo girar el tornillo con anillo graduado, quien hace que se deslice la colisa acercando o alejando la herramienta del eje de giro. En los mandriles descentrables de avance automático, el desplazamiento radial de la herramienta puede ser dado automáticamente por medio de la tuerca de avance (fig. 2).

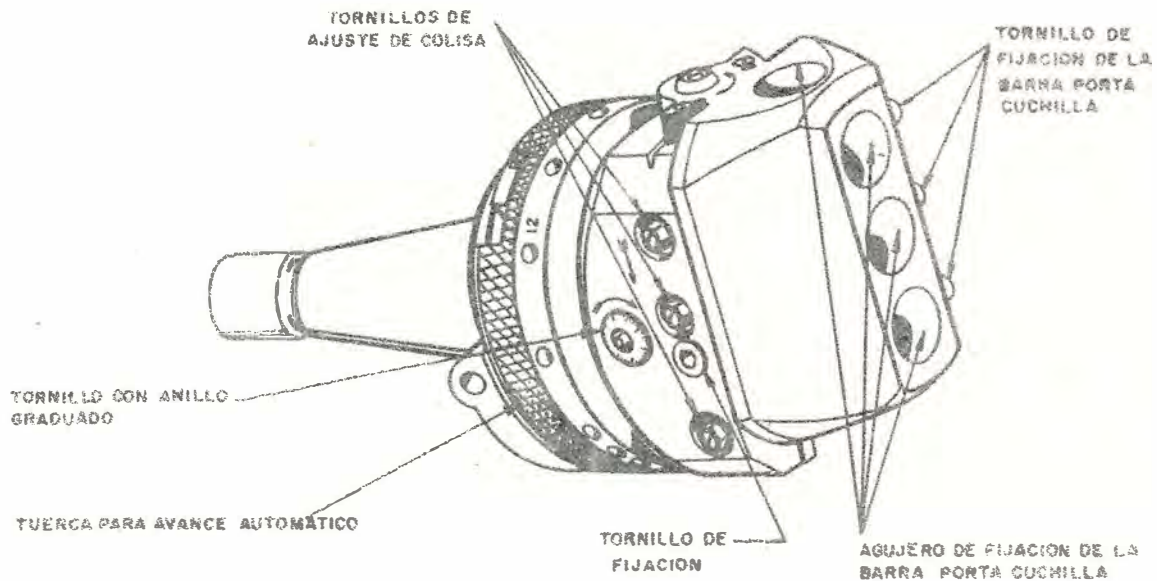


Fig. 2

**CONDICIONES DE USO.**

Para obtener un buen alisado el mandril debe de tener un buen ajuste con la colisa y el tornillo. La barra portaherramienta o la herramienta deben ajustar bien en su alojamiento.

**MANTENIMIENTO.**

Para que el mandril se conserve en buen estado, al terminar de usarlo debe de limpiarse, lubricarse y guardarse en lugar seguro.

**II - MANDRIL FIJO.**

Consiste este útil en una barra cilíndrica construída en acero (fig. 3). En uno de sus extremos lleva un agujero de sección cuadrada o cilíndrica, que aloja la cuchilla. Estos mandriles, que son de uso muy frecuente en los talleres, presentan en uno de sus extremos una variedad de formas para sujeción y regulación de la cuchilla. Suelen construirse en el mismo taller.



Fig. 3

**CLASIFICACION Y TIPOS.**

- 1- De sujeción que permite controlar y regularizar los deslizamientos de la cuchilla (fig. 4).
- 2- De sujeción sencilla en los cuales la regulación está sujeta a la habilidad del operador (fig. 5).
- 3- Para agujeros ciegos (fig. 6), los cuales llevan el alojamiento de la cuchilla inclinada.

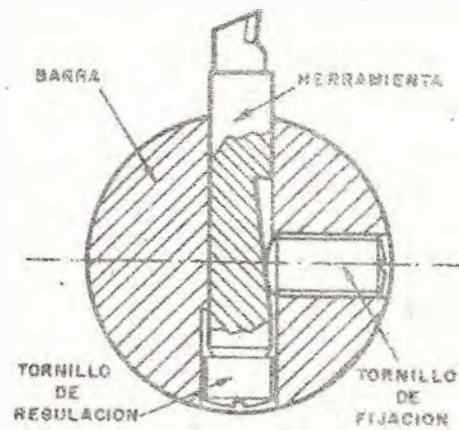


Fig. 4

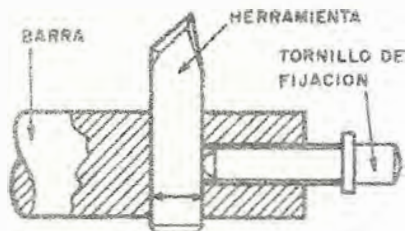


Fig. 5

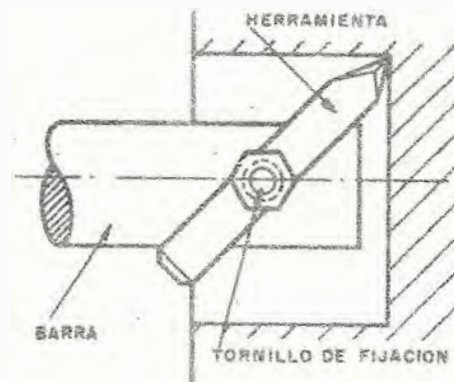


Fig. 6

Los mandriles fijos pueden ser sujetados al husillo de la fresadora si viene dispuesto en uno de sus extremos un cono de acoplamiento (fig. 7); de lo contrario, se fijarán en dispositivos sujetadores como mandriles descentrables, porta pinzas u otros elementos de fijación.

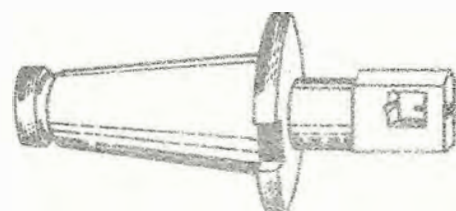


Fig. 7

**CONDICIONES DE USO.**

Las barras deben ser seleccionadas considerando:

- El diámetro del agujero por mecanizar.
- El esfuerzo de corte a que será sometido.
- La longitud de la superficie por trabajar.

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

APARATO MORTAJADOR  
SUS HERRAMIENTAS Y PORTAHERRAMIENTAS

REFER.: HIT. 132 1/3

COD. LOCAL:

Es un accesorio de la fresadora universal. Consta de un cuerpo de hierro fundido que se monta en el bastidor y se acopla, por medio de un eje intermediario, al husillo principal de la máquina (fig. 1). Posee un sistema de corredera por donde se desliza el porta-herramienta con movimiento rectilíneo alternativo. Se utiliza en la construcción de chaveteros, ranuras en anillos, engranajes interiores y contornos en general (figs. 2 a 6) y para perfilar agujeros.

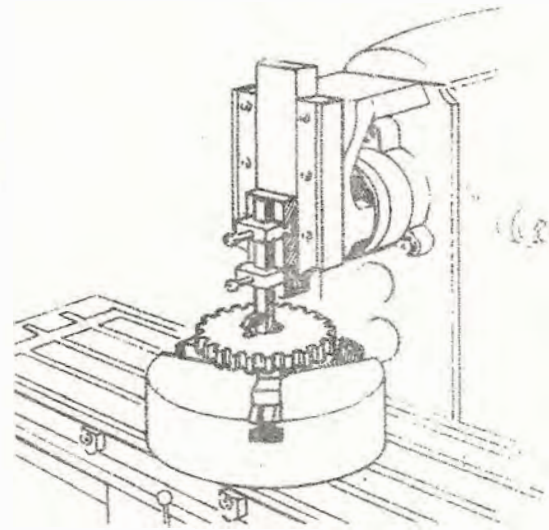


Fig. 1

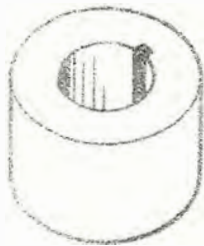


Fig. 2

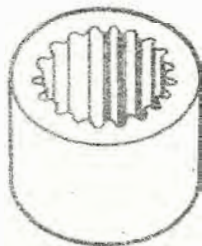


Fig. 3

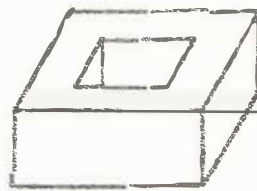


Fig. 4

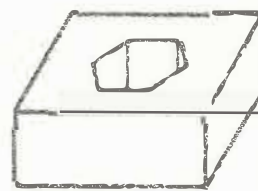


Fig. 5

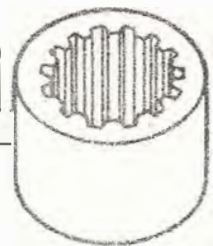


Fig. 6

## NOMENCLATURA (fig. 7).

1. Carro portaherramienta.
2. Gorrón.
3. Biela.
4. Guías de ajuste.
5. Eje excéntrico.
6. Volante (rueda manivela).
7. Eje del aparato.

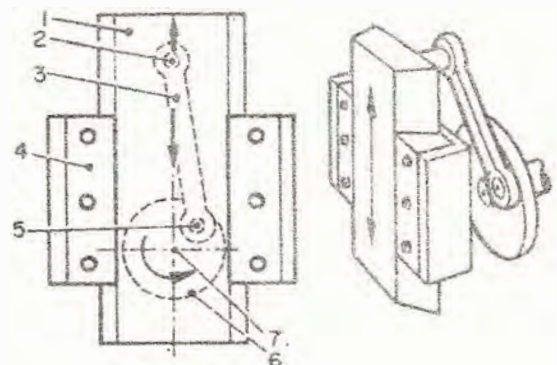


Fig. 7

## FUNCIONAMIENTO.

El movimiento del aparato mortajador es transmitido por el husillo de la fresadora, a través del eje intermediario y el movimiento del portaherramienta es dado por un sistema de biela y manivela, que transforma el movimiento rotativo en rectilíneo alternativo.

INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 144

2/4

CORONA PARA TORNILLO SINFIN

COD. LOCAL:

*DIMENSIONES*

Cuando la corona es cilíndrica, se calcula como si fuera una rueda de engraje helicoidal. Si la corona es cóncava, las dimensiones de los diámetros se consideran en una sección perpendicular a su eje y que pasa por el centro de la garganta.

*Notaciones a utilizar:*

*Corona*

- M = Módulo
- Z = Número de dientes
- Dp = Diámetro primitivo
- De = Diámetro externo
- Dz = Diámetro mayor
- l = Ancho de la rueda
- R = Radio de la curva de la llanta
- δ = Angulo de los chaflanes de la llanta
- a = Altura de la cabeza del diente
- b = Altura del pie del diente
- h = Altura del diente
- r = Radio de la cabeza
- α = Angulo de la hélice
- E = Distancia entre ejes de la rueda y del sinfín

*Sinfín*

- de = Diámetro externo
- dp = Diámetro primitivo

*Fórmulas:*

Rueda A (fig. 2)

$$P = M \cdot \pi$$

$$De = Dp + 2M$$

$$Dp = \frac{M \cdot Z}{\cos \alpha}$$

$$Dz = De + 2R (1 - \cos \delta)$$

$$E = \frac{Dp + dp}{2}$$

$$R = E - \frac{De}{2}$$

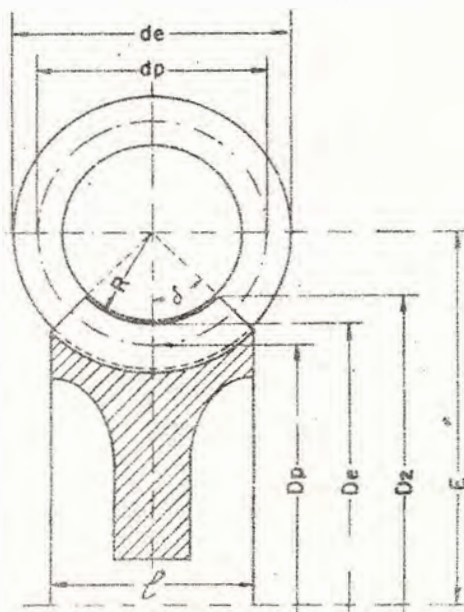


Fig. 2

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

APARATO MORTAJADOR  
SUS HERRAMIENTAS Y PORTAHERRAMIENTAS

REFER.: HIT.132

2/3

COD. LOCAL:

La regulación del recorrido es dada a través del eje excéntrico (5) que dispone de un mecanismo que permite acercarlo o alejarlo del centro de la rueda manivela. Cuanto más cerca del centro se halle, menor será el recorrido del carro portaherramienta.

*PORTAHERRAMIENTA.*

Son accesorios contruidos de acero en forma de barra cilíndrica o cuadrada que tiene en uno de sus extremos un agujero donde se aloja la herramienta y se fija con un tornillo (figs. 8 y 9).

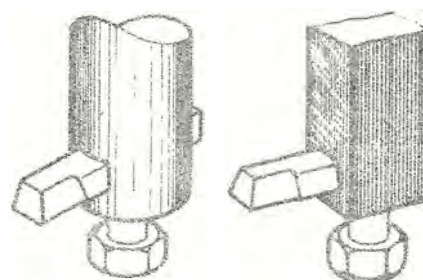


Fig. 8

Fig. 9

*HERRAMIENTAS PARA MORTAJAR.*

Las herramientas de mortajar son de acero rápido; frecuentemente, para ahorrar material se emplean plaquitas soldadas a una barra de acero. En estos casos, no se emplea el portaherramientas. Las plaquitas soldadas pueden ser de carburo metálico, si hay que trabajar metales duros y tenaces. En estos casos el ángulo de salida se suele hacer negativo (hasta  $10^\circ$ ).

Las formas de las herramientas varían según el perfil de la ranura o el con torneado que se desee hacer. Las ilustraciones adjuntas muestran herramientas de formas usualmente empleadas en los talleres (fig. 10).

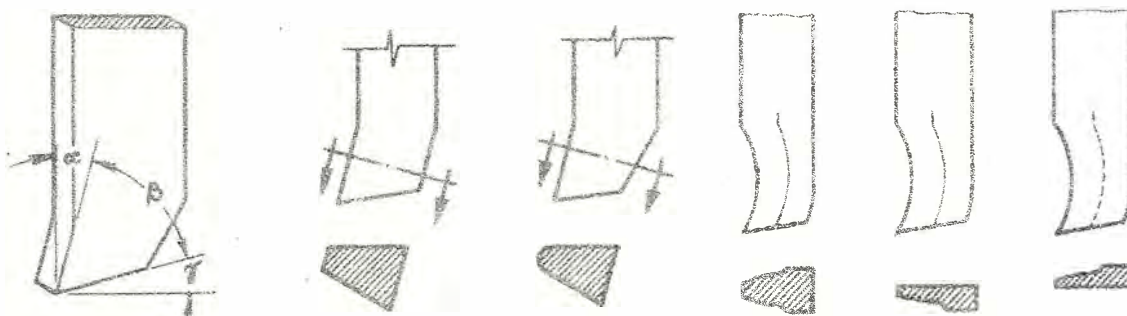


Fig. 10

*CONDICIONES DE USO.*

El aparato mortajador, para estar en condiciones de uso, es necesario que tenga las guías de la corredera bien ajustadas, libre de surcos y rebabas, y los tornillos de fijar el portaherramientas en buen estado.

<p style="text-align: center;"><b>INFORMACION TECNOLOGICA:</b>  <b>APARATO MORTAJADOR</b>  <b>SUS HERRAMIENTAS Y PORTAHERRAMIENTAS</b></p>	<p><b>REFER.:</b> HIT.132</p>	<p>3/3</p>
		<p><b>COD. LOCAL:</b></p>

*CONSERVACION.*

El aparato mortajador debe ser lubricado periódicamente. Se debe retirar el portaherramienta después de ser usado para evitar que el tornillo y el carro portaherramienta queden en tensión. Se debe limpiar cuidadosamente las superficies de apoyo, las correderas y también el cono del eje intermedio. Después de ser usado, se recomienda que se limpie y se le aplique una película de aceite o grasa para evitar la oxidación. Debe ser guardado en sitio apropiado y exento de polvo.

Un engranaje es un sistema compuesto por dos ruedas dentadas, que permite relacionar dos ejes de tal forma que el movimiento de uno de ellos (eje conductor o motor) se transmite al otro eje conducido o receptor (fig. 1). A la rueda mayor de un par se le suele llamar *corona*, y a la menor *piñón*.

En el engranaje, cada diente de una rueda encaja en una ranura de la otra y recíprocamente. Durante la transmisión del movimiento, siempre hay por lo menos un diente de la rueda conductora empujando a uno de la conducida.

La principal ventaja de los engranajes, es la de mantener constante la relación de transmisión, entre sus dos ejes.

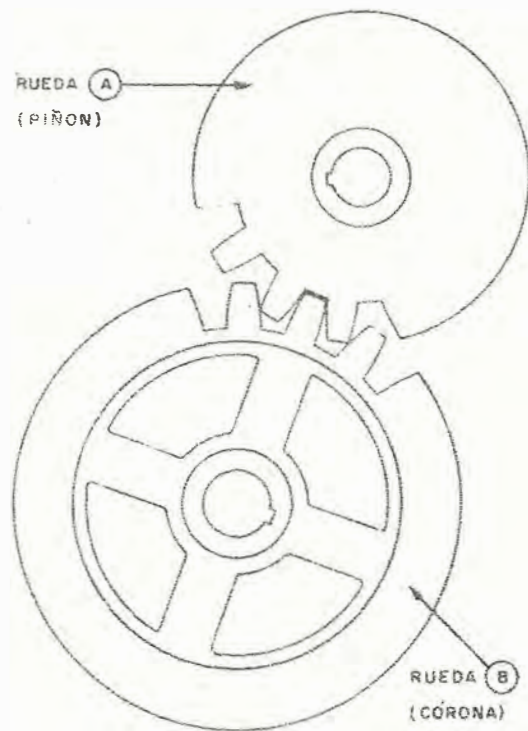


Fig. 1

CONSTRUCCION

Cada una de las ruedas que constituye el engranaje tiene un cuerpo, que casi siempre es cilíndrico o cónico, según la posición de sus ejes (fig. 2).

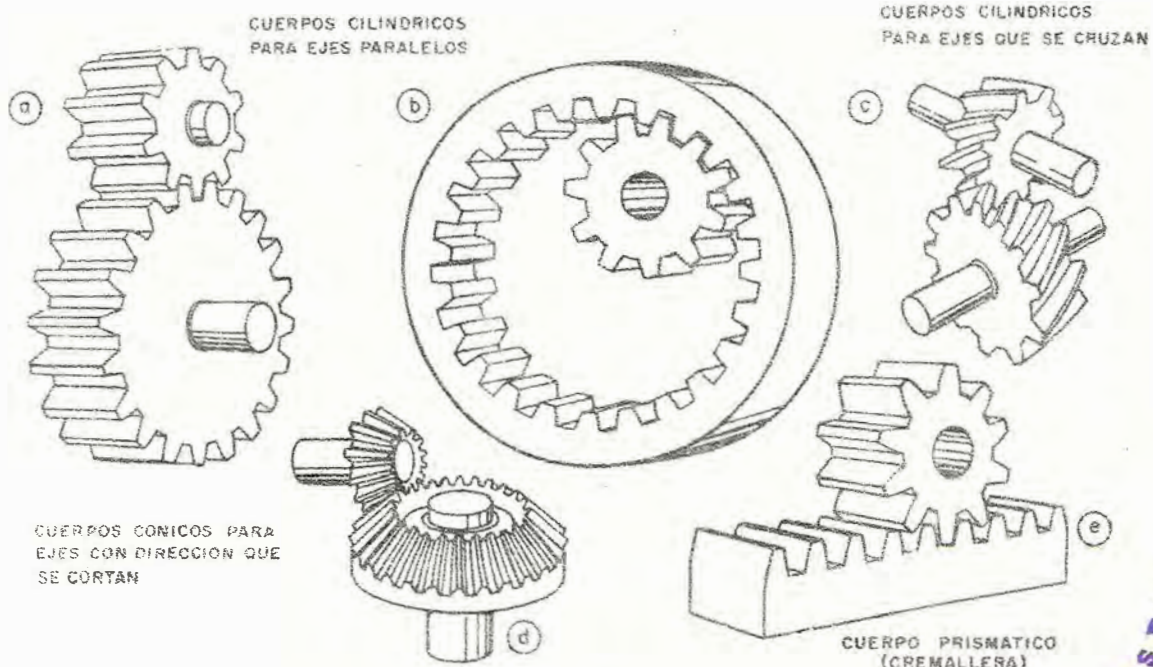


Fig. 2

SENA  
CENTRO METALMECANICO  
REGIONAL BOGOTA

A la parte periférica del cuerpo, donde se inscriben los dientes se le llama *llanta*. En la parte central hay un agujero donde encaja el eje, normalmente con chavetero y chaveta. En las ruedas grandes, a fin de alivianarlas, se hace un vaciado lateral, quedando entonces una corona en el centro del material, que se llama *cubo* y va unido a la llanta a través de una pared más delgada con brazos o rayos (fig. 3).

Hay un caso particular de engranaje, en el cual uno de los cuerpos tiene sus dientes sobre una superficie plana y se le llama cremallera (fig. 2-e).

**CARACTERÍSTICAS**

Las ruedas dentadas de engranajes tienen ciertos elementos característicos comunes y otros particulares, cuyo conocimiento permiten su cálculo y construcción.

A continuación se destacan algunas de esas características comunes más importantes (fig. 4).

*Circunferencia y diámetro exterior.*

Son los que corresponden a la sección del cilindro que incluye a los dientes. Con arcos de esa circunferencia se limitan los dientes exteriormente.

*Circunferencia y diámetro interior.*

Corresponden a la sección del cilindro que resultaría si quitáramos los dientes. Es la que pasa por el fondo de las ranuras o vanos.

*Circunferencia y diámetro primitivos.*

Son dos valores teóricos. Corresponden a dos cilindros sin dientes que trabajando por fricción, establecerían entre los ejes una relación de transmisión igual a la que establecen las respectivas ruedas dentadas. Las circunferencias

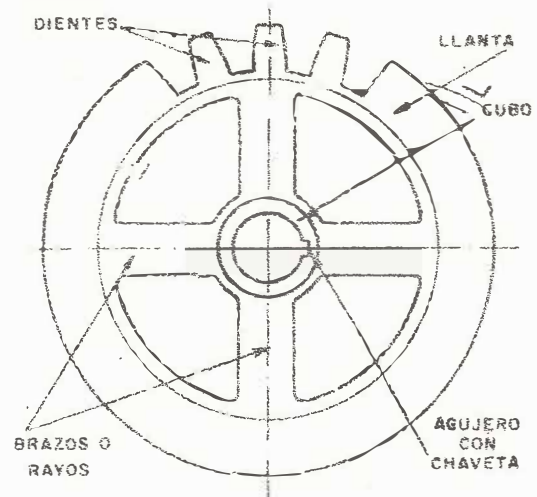


Fig. 3

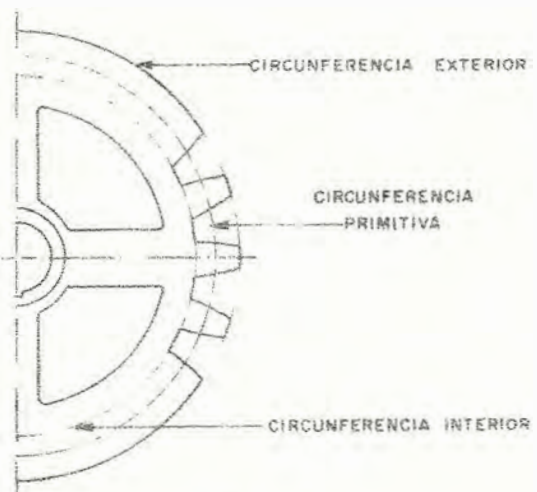


Fig. 4

primitivas son tangentes y tienen la misma velocidad lineal.

*El diente.*

Los dientes de las ruedas de engranaje pueden ser de cualquier forma, pero para las fabricaciones mecánicas se construyen sólo de formas y valores normalizados. Entre esas normas se consideran las siguientes: (fig. 5). *Cabeza*, es la parte del diente comprendida entre las circunferencias primitiva y exterior. Su altura es la distancia entre ellas (diferencia de radios).

*Pie*, es la parte del diente comprendida entre las circunferencias primitiva e interior. Su altura es la distancia entre ellas.

*Altura*, es igual a la profundidad de la ranura, o bien la suma de las alturas del pie más la de la cabeza. También es la distancia entre las circunferencias interior y exterior.

*Longitud*, es el ancho de la llanta de rueda.

*Espesor circunferencial*, es la longitud del arco de circunferencia primitiva que abarca un diente.

*Número*, es la cantidad de dientes que tiene la rueda. Su valor es siempre un número entero.

*Flanco*, es la superficie lateral del diente, que tiene como generatriz una parte del perfil.

*Cresta*, es la superficie lateral del cuerpo que limita la cabeza del diente.

*Vano o hueco*, se denomina así a la ranura comprendida entre dos dientes consecutivos. Su espesor circunferencial es teóricamente igual al del diente, o sea la longitud del arco que abarca de circunferencia primitiva.

*Paso*, se le llama a la longitud del arco de circunferencia primitiva comprendida entre dos dientes consecutivos.

Es lo mismo que decir que vale la suma de los espesores circunferenciales

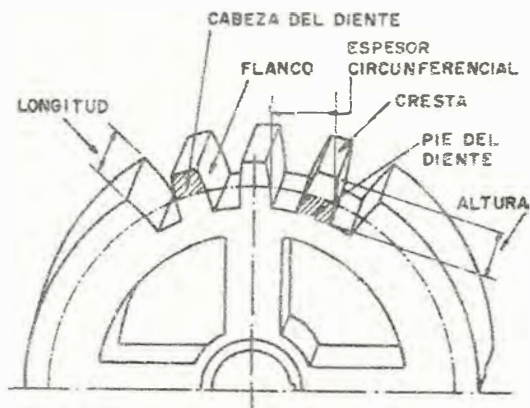


Fig. 5

EN A  
CENTRO MECANICO  
REGIONAL BOGOTA  
BIBLIOTECA

INFORMACION TECNOLÓGICA:

ENGRANAJES (GENERALIDADES)

REFER.: HIT.133

4/6

COD. LOCAL:

del diente y la ranura.

*Para un engranaje es condición necesaria, que ambas ruedas tengan el mismo paso.*

*Módulo*, se llama módulo a un número exacto que multiplicado por ( $\pi$ ), da el valor del paso del engranaje.

Basado en este número se dimensiona todo el engranaje. Para el fresador es un dato que se da, entre otros, de la rueda y que el proyectista calcula en función de la potencia que debe transmitir el engranaje. Con el módulo se identifica la herramienta para tallar el engranaje y en los casos de reparaciones, se deberá deducir usando las fórmulas que se estudian en cada tipo de engranaje.

Los módulos usuales son los que se encuentran en las tablas de valores normalizados.

*CONSTRUCCION*

Varios factores, entre los cuales se hallan la potencia a transmitir y la precisión de esa transmisión, determinan el material y el procedimiento con que se deben construir las ruedas de engranaje. A título informativo daremos algunos ejemplos:

*Materiales.*

*Para engranajes de alta velocidad y potencia* - aceros al carbono; aceros aleados con cromo, níquel y molibdeno; fundiciones con aditivos.

*Para engranajes de máquinas corrientes* - hierro fundido, gris y con aditivos.

*Para mecanismos expuestos a la oxidación* - bronce y otros metales inoxidable.

*Para engranajes que transmiten poca potencia o que deben ser silenciosos* - aluminio, latón, telas prensadas y sintéticos.

*Procedimientos.*

- Fundidos, en moldes de tierra o metálicos.
- Estampados o sintetizados en moldes.
- Troquelados.
- Fresados, por reproducción del perfil de la fresa.
- Generados, por movimiento circular o rectilíneo alternado de la herramienta.
- Rectificados.

La construcción por el procedimiento de fresado, reproduciendo el perfil de la fresa, es el normal en la fresadora universal.

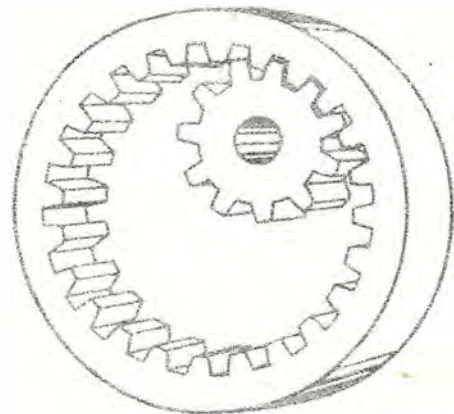
### CLASIFICACION

*Por la forma de su cuerpo.*

- Cilíndricos
- Cónicos
- Prismáticos (cremalieras)
- Otros (de perfil elíptico, cuadrado, etc.) se construyen excepcionalmente y no responden a las generalidades de los engranajes.

*Por la forma longitudinal de sus dientes (fig. 6).*

- |        |   |              |
|--------|---|--------------|
| Rectos | { | Paralelos    |
|        |   | Convergentes |
| Curvos | { | Helicoidales |
|        |   | Espirales    |
|        |   | Otros*       |



\* Existen una gran variedad de curvas especiales sobre cuerpos cónicos.

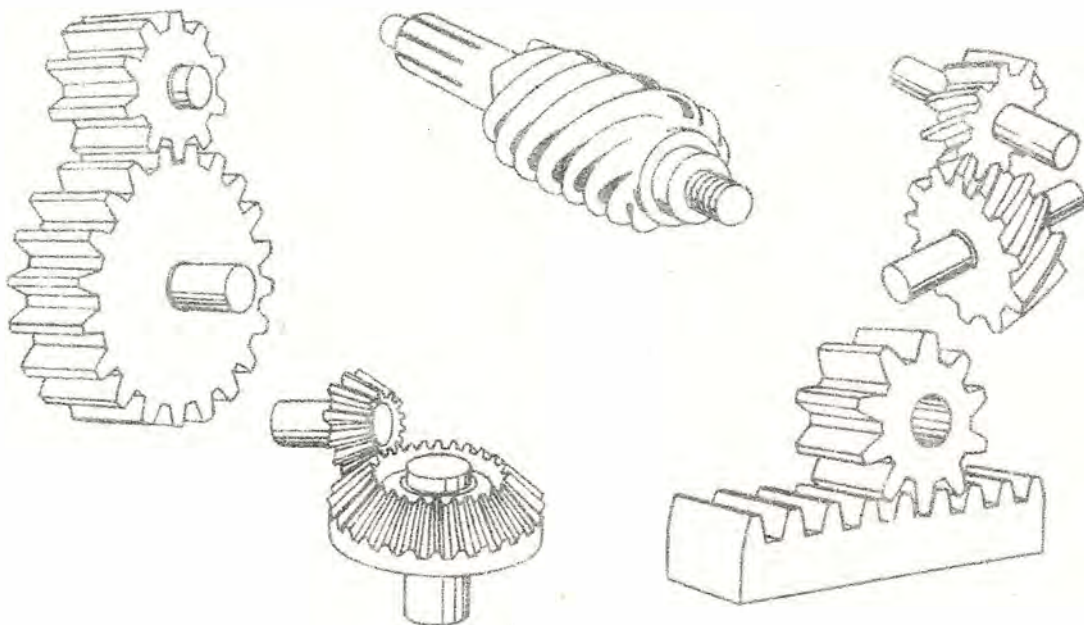


Fig. 6

FUNCIONAMIENTO

Durante el funcionamiento del engranaje, la forma del perfil normalizado hace que el período de contacto entre dos dientes, se inicie en un punto M (fig. 7), cuando la arista de la cresta del diente conducido se pone en contacto con el flanco del diente conductor. Una vez iniciado el contacto, continúa entre los flancos de los dientes hasta que se llega a la arista de la cresta del conductor en el punto N (fig. 8). A todo contacto entre los flancos de los dientes, corresponde un punto de contacto en los perfiles como (M) y (N).

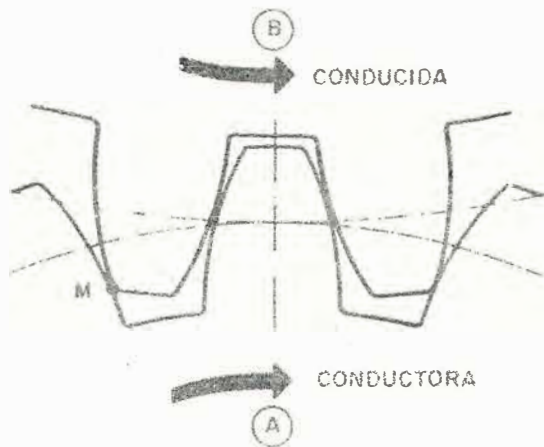


Fig. 7

Hay uno particular, el (P) que coincide con el de contacto de las circunferencias primitivas, y se le llama *punto primitivo*. Todos esos puntos estarán sobre una recta (r) (fig. 9), la cual forma con la tangente (t) común a ambas circunferencias primitivas, un ángulo ( $\psi$ ), llamado *ángulo de presión*.

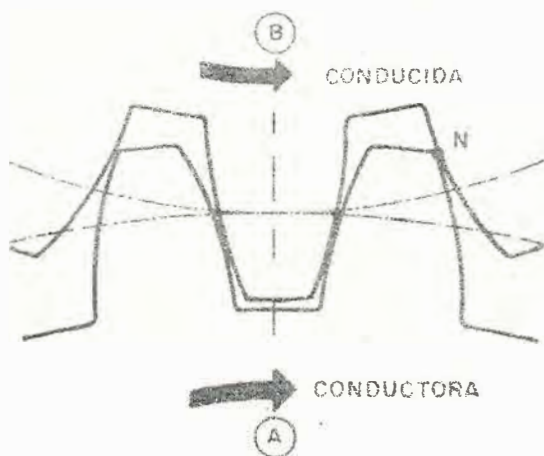


Fig. 8

La curva del perfil de los dientes que corresponde a los flancos, se llama *envolvente de circunferencia*.

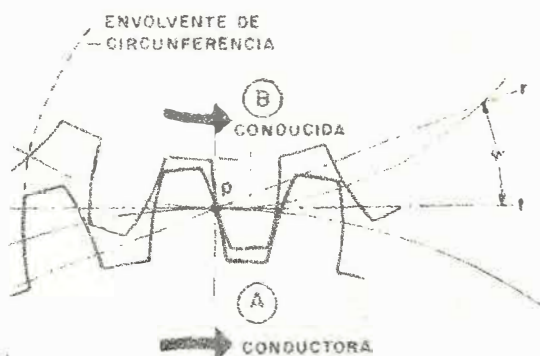


Fig. 9

De acuerdo a las clasificaciones basadas en la forma del cuerpo y de los dientes, este engranaje sería el que se establece entre ruedas *cilíndricas*, con dentado *recto*. Este tipo de engranaje es el más común debido a su relativo bajo costo, y a la cantidad de aplicaciones que tiene.

*DETERMINACION DE LA RUEDA*

Aunque el fresador normalmente recibe todos los datos necesarios para construir las ruedas del engranaje, muchas veces debe deducirlos de una rueda gastada o rota. Por ese motivo debe conocer aquellas relaciones, fórmulas y normas que le permitan obtener todos los datos necesarios.

Notaciones convencionales (fig. 1).

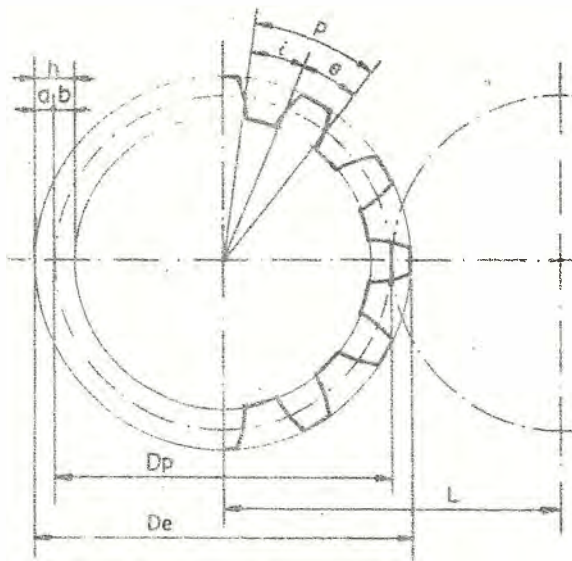


Fig. 1

NOMBRE	NOTACION	NOMBRE	NOTACION
Número de dientes	Z	Altura de la cabeza del diente	a
Diámetro interior	Di	Altura del pie del diente	b
Módulo	M	Altura total del diente	h
Paso	p	Espesor circunferencial del diente	e
Circunferencia primitiva	Cp.	Espesor circunferencial del vano	i
Diámetro exterior	De	Angulo de presión	$\varphi$
Diámetro primitivo	Dp.		
Longitud del diente	l		
Distancia entre ejes	L		

Valores normalizados para dentado común.

Angulo de presión - Los más comunes son:  $\varphi = 14^\circ 30'$  y  $\varphi = 20^\circ$

Altura de la cabeza del diente -  $a = M$

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.134

2/6

## ENGRANAJE CILINDRICO RECTO

COD. LOCAL:

Altura del pie del diente  $b = 1,17 M$  para  $\psi = 14^\circ 30'$   
 $b = 1,25 M$  para  $\psi = 20^\circ$

Altura del diente  $h = a + b$ ;  $h = 2,17 M$  para  $\psi = 14^\circ 30'$   
 $h = 2,25 M$  para  $\psi = 20^\circ$

Paso de los dientes  $p = M \cdot \pi$

Espesor circunferencial del diente  $e = \frac{p}{2} = \frac{M \cdot \pi}{2}$

Espesor circunferencial del vano  $f = \frac{M \cdot \pi}{2}$

Longitud del diente  $l$  (se puede elegir entre los valores en mm de 6, 8, 10, 12, ó 16 veces el módulo).

*Fórmulas para dimensionar la rueda.*

La circunferencia primitiva, como toda circunferencia tiene una longitud

$$C_p = D_p \cdot \pi$$

pero también es  $C_p = p \cdot Z$

entonces  $C_p = D_p \cdot \pi = p \cdot Z = M \cdot \pi \cdot Z$ , en donde se puede

despejar el  $D_p$ .

y resulta

$$D_p = M \cdot Z$$

Observando la figura 1 se deduce que el diámetro exterior se puede conocer sumando dos alturas de cabeza de diente al diámetro primitivo.

Entonces  $D_e = D_p + 2a$ ; como  $a = M$

$$D_e = M \cdot Z + 2M = M(Z + 2) \Rightarrow D_e = M(Z + 2)$$

También se deduce de la figura 1 que el diámetro interior se puede calcular restando al diámetro primitivo dos alturas del pie del diente.

$$D_i = D_p - 2b$$

Otra dimensión importante en el engranaje es la distancia entre ejes, que tal como se aprecia en la figura 1 es igual a la suma de los radios de las circunferencias primitivas. Entonces su valor es:

INFORMACION TECNOLÓGICA: ENGRANAJE CILINDRICO RECTO	REFER.: HIT. 134	3/6
	COD. LOCAL:	

$$L = \frac{D_{PA}}{2} + \frac{D_{PB}}{2} = \frac{M Z_A + M Z_B}{2} = \frac{M (Z_A + Z_B)}{2}$$

*Ejemplo 1.*

Calcular las dimensiones necesarias para construir una rueda para engranaje cilíndrico recto que debe tener 40 dientes de módulo 3.

*Datos:*  $Z = 40$   
 $M = 3$

Para preparar la rueda:

$$D_e = M (Z + 2) = 3 (40 + 2) = 126 \text{ mm}$$

$$r = 10 \cdot M = 30 \text{ mm}$$

Para fresar los dientes:

$$h = 2,25 \cdot M = 2,25 \times 3 = 6,75 \text{ mm}$$

$$e = \frac{M \cdot \pi}{2} = \frac{3 \times 3,1416}{2} = 4,71 \text{ mm}$$

*Ejemplo 2.*

De un engranaje gastado se puede deducir que tiene un diámetro exterior de 33 mm y 20 dientes. Calcular las dimensiones para hacer uno nuevo.

*Datos:*  $D_e = 33$   
 $Z = 20$

Cálculo del módulo:

de la fórmula  $D_e = M (Z + 2)$

$$\text{se deduce } M = \frac{D_e}{Z + 2} = \frac{33}{20 + 2} = 1,5$$

$$h = 2,25 M = 2,25 \times 1,5 = 3,375 \text{ mm}$$

$$e = \frac{M \cdot \pi}{2} = \frac{1,5 \times 3,1416}{2} = 2,36 \text{ mm}$$

**ENGRANAJE PIÑÓN - CREMALLERA**

Hay un caso particular de engranaje; es el que está constituido por una rueda cilíndrica, el piñón y otra con el dentado en una superficie plana, llamada cremallera (fig. 2).

A la cremallera puede considerársele como una rueda de diámetro infinitamente grande, y entonces cada circunferencia característica de la rueda es una recta. Por ello la circunferencia primitiva del piñón es tangente a la línea primitiva de la cremallera.

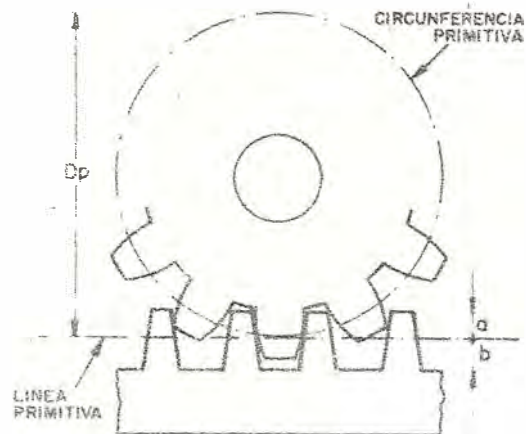


Fig. 2

**ENGRANAJE INTERIOR**

Otro caso especial de engranaje es aquél en que la corona tiene dentado interior. La circunferencia primitiva del piñón es tangente interior a la de la corona (fig. 3). La diferencia que puede confundir, está en que la circunferencia exterior de la corona pasa por el fondo de las ranuras y la interior por la cresta de los dientes.

Por ello las dimensiones (a) y (b) del diente son:

$$\frac{D_e - D_p}{2} = b$$

$$b = 1,17 \text{ para } \psi = 14^\circ 30'$$

$$b' = 1,25 \text{ para } \psi = 20^\circ$$

$$\frac{D_p - D_i}{2} = a = M$$

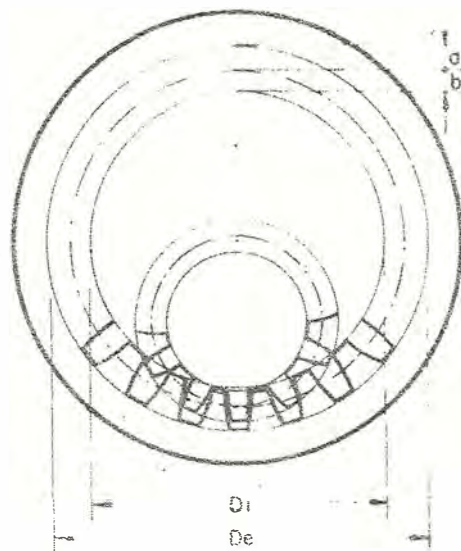


Fig. 3

*Resumen de fórmulas prácticas.*

$$D_p = M \cdot Z$$

$$D_e = M (Z + 2)$$

$$h = 2,25 M \text{ para } \psi = 20^\circ$$

$$h = 2,17 M \text{ para } \psi = 14^\circ 30'$$

$$l = \text{de 6 a 12 módulos}$$

$$L = \frac{M (Z_A + Z_B)}{2}$$

$$Z = \frac{D_p}{M}$$

$$Z = \frac{D_e}{M} - 2$$

$$M = \frac{D_e}{Z + 2}$$

INFORMACION TECNOLOGICA:  
ENGRANAJE CILINDRICO RECTO

REFER.: HIT.134

5/6

COD. LOCAL:

MODULOS METRICOS NORMALIZADOS (Normalización I. S. O.)

Valores que deben usarse preferentemente:

1 - 1.25 - 1.50 - 2 - 2.50 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20

Valores secundarios:

1.125 - 1.375 - 1.75 - 2.25 - 2.75 - 3.50 - 4.50 - 5.50 - 7 - 9 - 11 - 14 - 18

Valores que no deben usarse, de ser posible:

3.25 - 3.75 - 6.5

DIAMETRAL PITCH

En aquellos casos en que las dimensiones de la rueda se expresan en pulgadas en el cálculo de engranajes se hace con otro número llamado "Pitch" (P). Se define como el cociente que resulta de dividir el número de dientes por el diámetro primitivo.

Ejemplo.

Una rueda de engranaje que tiene 5" de diámetro primitivo y 50 dientes; calcular su diametral Pitch.

$$P = \frac{Z}{D_p} = \frac{50}{5"} = 10$$

(Normalización I.S.O.)

Valores que deben usarse preferentemente:

20 - 16 - 12 - 10 - 8 - 6 - 5 - 4 - 3 - 2.5 - 2 - 1.5 - 1.25 - 1

Valores secundarios:

18 - 14 - 9 - 7 - 5.5 - 4.5 - 3.5 - 2.75 - 2.25 - 1.75

INFORMACION TECNOLOGICA:

ENGRANAJE CILINDRICO RECTO

REFER.: HIT.134

6/6

COD. LOCAL:

*JUEGO DE FRESAS PARA ENGRANAJES*

Para el fresado de los dientes de las ruedas de engranaje, teóricamente tendría que disponerse de una fresa para cada módulo y para cada número de dientes. Como eso es imposible se construyen juegos de ocho fresas para cada módulo, así discriminadas:

Fresa No.	1	2	3	4	5	6	7	8
No. de dientes	12	14	17	21	26	35	55	135
y		a	a	a	a	a	a	a
por construir (Z)	13	16	20	25	34	54	134	cremallera

La buena construcción de una rueda de engranajes está determinada, entre otras cosas, por la correcta dimensión de sus dientes.

Un error en el dentado puede dar lugar, en un sistema de engranajes, a un desgaste excesivo, a un deterioro prematuro y a irregularidades en la relación de velocidades de rotación de los ejes correspondientes.

La verificación de las dimensiones del diente de una rueda de engranaje se realiza midiendo el espesor del diente en la circunferencia primitiva, y la altura de la cabeza del diente, quedando las otras dimensiones determinadas indirectamente mediante el cálculo.

Estas mediciones pueden hacerse directamente sobre el diente con el calibre especial para dientes de engranajes, o indirectamente con un calibre corriente.

*MEDICION CON EL CALIBRE ESPECIAL (fig. 1)*

La medición con este calibre consiste en fijar en el instrumento, las medidas previamente calculadas ( $X$  = longitud de la cuerda  $AB$  del diente = medida a tomar con el cursor en la reglilla principal, y  $a'$  = la altura corregida de la cabeza del diente, medida que se fija con el cursor en la reglilla vertical) y verificar cuando se realiza el fresado hasta obtener en el diente las dimensiones fijadas.

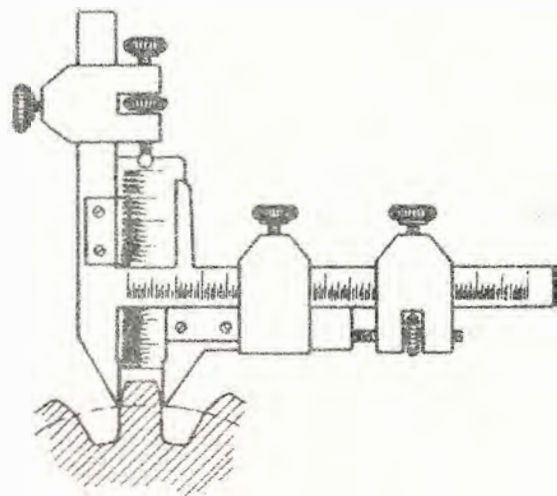


Fig. 1

*Notación y fórmulas (fig. 2).*

- $a$  = Altura de la cabeza del diente
- $a'$  = Altura corregida
- $f$  = Flecha de corrección
- $M$  = Módulo
- $Z$  = Número de dientes de la rueda
- $D_p$  = Diámetro primitivo
- $R_p$  = Radio primitivo
- $X$  = Longitud de la cuerda  $\overline{AB}$  del diente en la circunferencia primitiva
- $\beta$  = Angulo del diente

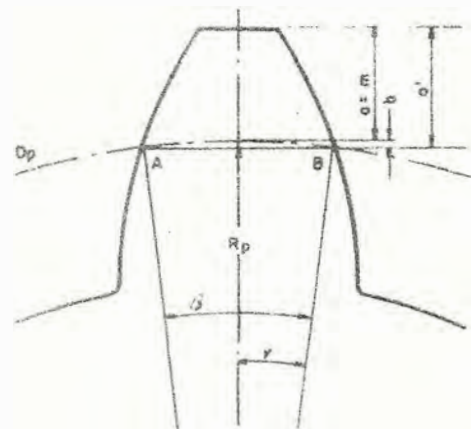


Fig. 2

<b>INFORMACION TECNOLOGICA:</b> MEDICION DE DIENTES DE ENGRANAJES	REFER.: HIT.135	2/4
	COD. LOCAL:	

$$\alpha = \frac{r^2}{2} \qquad f = R_p (1 - \cos \alpha)$$

$$\beta = \frac{180^\circ}{Z} \qquad \alpha = \frac{90^\circ}{Z} \qquad a' = M + f = a + f$$

$$X = \overline{AB} = D_p \cdot \text{Sen } \alpha \qquad a = a' - f$$

En la tabla No. 1 aparecen ya calculados los valores de X y a' correspondientes a ruedas de 6 a 50 dientes de módulo = 1. Para ruedas con número de dientes mayor que 50 es más conveniente operar con la fórmula correspondiente.

TABLA No. 1  
 TABLA DE LONGITUD DE CUERDA X Y ALTURA a' PARA EL MÓDULO 1.

Z	X	a'	Z	X	a'	Z	X	a'
6	1,5529	1,1022	21	1,5693	1,0293	36	1,5702	1,0171
7	1,5568	1,0873	22	1,5694	1,0280	37	1,5703	1,0166
8	1,5607	1,0769	23	1,5695	1,0268	38	1,5703	1,0162
9	1,5628	1,0684	24	1,5696	1,0256	39	1,5703	1,0158
10	1,5643	1,0615	25	1,5697	1,0246	40	1,5703	1,0154
11	1,5653	1,0559	26	1,5698	1,0237	41	1,5704	1,0150
12	1,5663	1,0513	27	1,5699	1,0223	42	1,5704	1,0147
13	1,5669	1,0473	28	1,5699	1,0219	43	1,5704	1,0143
14	1,5675	1,0440	29	1,5700	1,0212	44	1,5704	1,0140
15	1,5679	1,0410	30	1,5700	1,0205	45	1,5704	1,0137
16	1,5682	1,0385	31	1,5701	1,0199	46	1,5705	1,0133
17	1,5685	1,0362	32	1,5701	1,0192	47	1,5705	1,0131
18	1,5688	1,0342	33	1,5701	1,0186	48	1,5705	1,0128
19	1,5689	1,0324	34	1,5702	1,0181	49	1,5705	1,0125
20	1,5691	1,0308	35	1,5702	1,0176	50	1,5705	1,0123

PARA MAYOR NUMERO DE DIENTES OPERAR CON LAS FORMULAS

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 135

3/4

## MEDICION DE DIENTES DE ENGRANAJES

COD. LOCAL:

La forma de operar con esta tabla es la siguiente:

Para un número de dientes determinado, se toma el valor correspondiente que aparece en la tabla y se multiplica por el valor del módulo con que se construirá el engranaje. Esos productos serán los valores de fijación en el calibre.

Para comprender mejor estos conceptos, véase el siguiente ejemplo:

Determinar las medidas a fijar en el calibre especial, para verificar las dimensiones de los dientes de una rueda con módulo  $M = 4,5$  y  $Z = 48$ .

En la tabla, a  $Z = 48$  corresponden los valores  $X = 1,5705$   
 $a' = 1,0128$

Entonces se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{la medida } X &= 1,5705 \cdot M \\ X &= 1,5705 \times 4,5 \\ X &= 7,067 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{la medida } a' &= 1,0128 \cdot M \\ a' &= 1,0128 \times 4,5 \\ a' &= 4,56 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### MEDICION INDIRECTA CON EL CALIBRE DE NONIO CORRIENTE.

Este es un método de medición que simplifica la verificación de los dientes de una rueda de engranaje, independientemente de los valores de sus diámetros.

Consiste en tomar la medida de la cuerda correspondiente a un arco comprendido entre un número determinado de dientes de acuerdo al ángulo de presión y al número de dientes de la rueda (fig. 3).

La fórmula para deducir el valor de la constante (longitud  $K$  a medir) se basa en el método de formación de la envolvente. Como puede apreciarse en la figura 3, la longitud  $FG = SZ =$  constante  $K$ , por ser tangente a la circunferencia del círculo base.

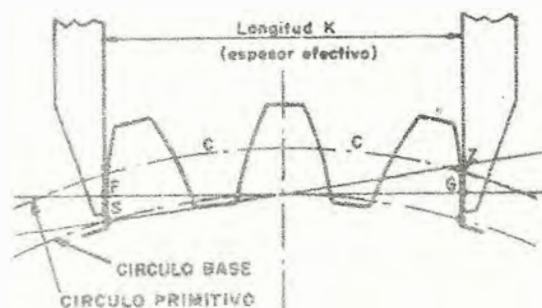


Fig. 3

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 135

4/4

## MEDICION DE DIENTES DE ENGRANAJES

COD. LOCAL:

*Notaciones.*

M. = Módulo.

C = Número de intervalos de dientes.

Z = Número de dientes de la rueda.

 $\psi$  = Angulo de presión en grados. $\psi_1$  = Angulo de presión en radianes.*Fórmulas simplificadas para ángulos de presión más usuales:*Para  $\psi = 14^\circ 30'$ ;  $K = M (3,04280 \times C) + 1,5218 + (0,00514 \times Z)$ Para  $\psi = 15^\circ$ ;  $K = M (3,03455 \times C) + 1,5177 + (0,00594 \times Z)$ Para  $\psi = 20^\circ$ ;  $K = M (2,952 \times C) + 1,476 + (0,014 \times Z)$ 

TABLA No. 2

TABLA PARA LA SELECCION DEL NUMERO DE INTERVALOS DE LOS DIENTES ENTRE LOS PALPADORES DEL CALIBRE DE MEDICION

N° Mínimo de los intervalos de dientes	Angulos de presión	
	14°30'	20°
C	Número de dientes	
1	12-25	12-18
2	26-37	19-27
3	38-50	28-36
4	51-62	37-45
5	63-75	46-54
6	76-87	55-63
7	88-100	64-72
8	---	73-81

La medición por este método resulta rápida y eficaz, y con la tabla para la selección de intervalos de los dientes (tabla No. 2) que se ha introducido, se simplifica notablemente la operación de verificación.

Las ruedas de cadena son en esencia, ruedas de engranajes de características particulares, cuyo engrane no se produce directamente entre sí, sino a través de los rodillos y las bridas que constituyen la cadena (fig. 1).

Son un caso particular de un sistema de engranajes cilíndricos de dientes rectos, que se utilizan para la transmisión del movimiento entre ejes paralelos con una distancia entre centros mayor que la suma de los radios de las ruedas.

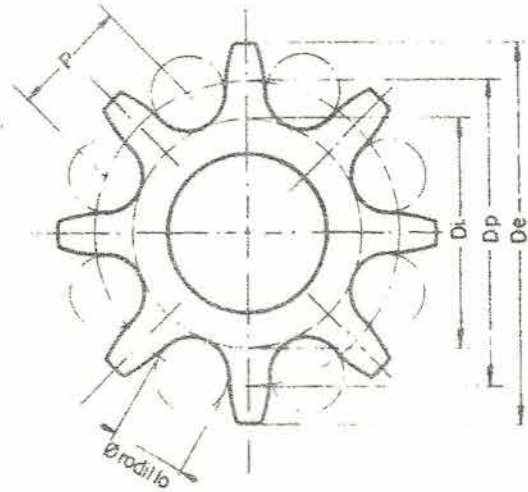


Fig. 1

**CONSTITUCION**

Como rueda de engranaje que es, la rueda de cadena tiene muchas características y notaciones comunes con las ruedas de engranajes cilíndricos de dentado recto, pero el dentado tiene una forma diferente y las dimensiones se calculan basadas en los elementos de la cadena. In efecto, en las ruedas de cadena se consideran, para el cálculo y su construcción, los siguientes datos: (ver figs. 1 y 2).

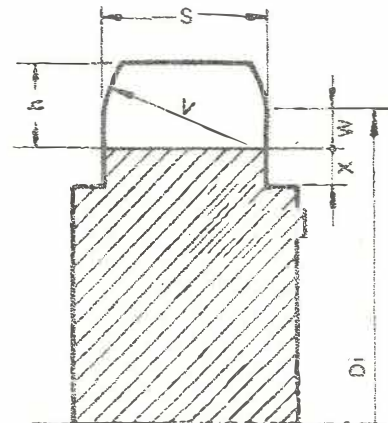


Fig. 2

$\alpha$  = ángulo comprendido entre los radios que pasan por los centros de dos dientes consecutivos, o lo que es igual, la abertura de un paso.

Z = Número de dientes.

Dp = Diámetro primitivo.

De = Diámetro exterior.

Di = Diámetro interior.

d = Diámetro de los rodillos.

P = Distancia entre centros de los rodillos de la cadena = paso de la cadena.

h = Altura del diente.

V = Radio del flanco del diente.

S = Largo del diente.

x = Descanso de la cadena.

INFORMACION TECNOLÓGICA:

RUEDAS DE CADENA

REFER.: HIT. 136

2/4

COD. LOCAL:

Fórmulas para el cálculo:

$$\alpha = \frac{180^\circ}{Z}$$

$$D_p = \frac{P}{\text{sen } \alpha}$$

$$D_e = D_p + d$$

$$D_i = D_p - d$$

$$d = D_p - D_i$$

$$Z = \frac{180^\circ}{\alpha}$$

$$P = D_p \times \text{sen } \alpha$$

Otros valores señalados en la figura 2, se indican en la Tabla No. 1 de dimensiones normalizadas de las ruedas de cadena.

TABLA No 1

DIMENSIONES NORMALIZADAS

Paso P	RODILLO			RUEDAS				
	L	d	S máx.	V	W	h	X	
3	3,00	5,00	2,69	8	1,27	5,00	2,16	
9,52	3,94	6,35	3,58	9,53	1,52	5,95	2,03	
	5,72		5,33					
12,70	2,38	7,75	2,05	12,70	3,48	7,94	2,16	
	3,30		2,97		2,92			
	4,88		4,47					
	5,21	8,51	4,80		2,03		2,79	
	7,75		7,24					
15,87	3,30	7,75	2,97	15,88	3,56	8,76	2,16	
	4,88		4,47					
	6,48	10,16	6,02		2,54		9,92	3,30
	9,65		9,04					
19,05	7,87	12,07	7,37	19,05	3,05	11,9	3,81	
	11,68		11,00					
25,40	12,70	15,88	11,99	25,40	4,06	15,9	4,19	
	17,02		16,13					

*CONSTRUCCION*

El mecanizado de los dientes de estas ruedas, suele hacerse con fresas de formas (fig. 3), especialmente concebidas para estas operaciones pero a falta de éstas, se construyen por un procedimiento que consiste en hacer perforaciones de diámetros iguales a los de los rodillos de la cadena, con centro en la circunferencia primitiva. Luego, con una herramienta (cuchilla) de forma especialmente construida para esto, se termina de dar la forma y dimensiones al diente.

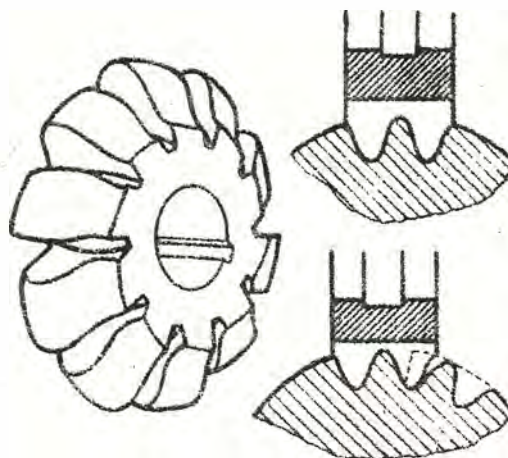


Fig. 3

En la tabla No. 2 se indica un dato muy importante (diámetro unitario) que permite resolver con bastante rapidez los cálculos de las dimensiones de estas ruedas. En efecto, para obtener el diámetro primitivo de una rueda, se toma en la tabla el valor del diámetro unitario correspondiente al número de dientes que tendrá la rueda, y se multiplica por el valor del paso de la cadena.

*Ejemplo.*

Calcular las dimensiones de una rueda de 68 dientes para una cadena de paso = 19,05 mm, cuyos rodillos tienen un diámetro = 12,70 mm.

El valor del diámetro unitario correspondiente a 68 dientes (ver tabla) es 21,6528.

Luego para el  $D_p$  se tendrá:

$$\begin{aligned} D_p &= 21,6528 \cdot P \\ D_p &= 21,6528 \times 19,05 \\ D_p &= 413,48 \text{ mm} \end{aligned}$$

Para  $D_e$  se tiene:

$$\begin{aligned} D_e &= D_p + d \\ D_e &= 413,48 + 12,70 \\ D_e &= 425,55 \text{ mm} \end{aligned}$$

Para el  $D_i$  se tiene:

$$\begin{aligned} D_i &= D_p - d \\ D_i &= 413,48 - 12,70 \\ D_i &= 401,41 \end{aligned}$$

**INFORMACION TECNOLÓGICA:**

REFER.: HIT. 136

4/4

**RUEDAS DE CADENA**

COD. LOCAL:

Para el ángulo  $\alpha$  se tiene:

$$\alpha = \frac{180^\circ}{Z}$$

$$\alpha = \frac{180^\circ}{68}$$

$$\alpha = 2^\circ 38' 49''$$

TABLA No 2

Número de dientes	Diámetro Primitivo Unitario en mm	Número de dientes	Diámetro Primitivo Unitario en mm	Número de dientes	Diámetro Primitivo Unitario en mm	Número de dientes	Diámetro Primitivo Unitario en mm
7	2,3047	43	13,6995	79	25,1531	115	36,6102
8	2,6131	44	14,0176	80	25,4713	116	36,9285
9	2,9238	45	14,3356	81	25,7896	117	37,2467
10	3,2361	46	14,6537	82	26,1078	118	37,5650
11	3,5494	47	14,9717	83	26,4260	119	37,8833
12	3,8637	48	15,2898	84	26,7443	120	38,2016
13	4,1786	49	15,6079	85	27,0625	121	38,5198
14	4,4940	50	15,9260	86	27,3807	122	38,8381
15	4,8097	51	16,2441	87	27,6990	123	39,1564
16	5,1258	52	16,5622	88	28,0172	124	39,4746
17	5,4422	53	16,8803	89	28,3355	125	39,7929
18	5,7588	54	17,1984	90	28,6537	126	40,1112
19	6,0755	55	17,5166	91	28,9719	127	40,4295
20	6,3925	56	17,8347	92	29,2902	128	40,7478
21	6,7095	57	18,1529	93	29,6084	129	41,0660
22	7,0266	58	18,4710	94	29,9267	130	41,3843
23	7,3439	59	18,7892	95	30,2449	131	41,7026
24	7,6613	60	19,1073	96	30,5632	132	42,0209
25	7,9787	61	19,4255	97	30,8815	133	42,3391
26	8,2962	62	19,7437	98	31,1997	134	42,6574
27	8,6138	63	20,0619	99	31,5180	135	42,9757
28	8,9314	64	20,3800	100	31,8362	136	43,2940
29	9,2491	65	20,6982	101	32,1545	137	43,6123
30	9,5668	66	21,0164	102	32,4727	138	43,9306
31	9,8845	67	21,3346	103	32,7910	139	44,2488
32	10,2023	68	21,6528	104	33,1093	140	44,5671
33	10,5201	69	21,9710	105	33,4275	141	44,8854
34	10,8380	70	22,2892	106	33,7458	142	45,2037
35	11,1558	71	22,6074	107	34,0640	143	45,5220
36	11,4737	72	22,9256	108	34,3823	144	45,8403
37	11,7916	73	23,2438	109	34,7006	145	46,1585
38	12,1096	74	23,5620	110	35,0188	146	46,4768
39	12,4275	75	23,8802	111	35,3371	147	46,7951
40	12,7455	76	24,1985	112	35,6554	148	47,1134
41	13,0635	77	24,5167	113	35,9737	149	47,4317
42	13,3815	78	24,8349	114	36,2919	150	47,7500

## INFORMACION TECNOLOGICA:

TREN DE ENGRANAJES (GENERALIDADES)

REFER.: HIT.137

COD. LOCAL:

Se da el nombre de tren de engranajes a un conjunto de ruedas dentadas cuya combinación está destinada a transmitir el movimiento de giro de eje a otro, de acuerdo a una cierta relación de velocidad prevista.

*CLASIFICACION*

Hay diversos tipos de trenes de engranajes, tales como:

- Trenes de engranajes de ejes fijos.
- Trenes de engranajes desplazables.
- Trenes de engranajes basculantes.
- Trenes de engranajes planetarios.

empleados en los mecanismos de cambio de velocidades, cambio de avance inversión de marcha, etc. En este tema nos preocuparemos exclusivamente de los "trenes de engranajes de ejes fijos", por ser éstos los únicos que se calculan para cambiarse o modificarse en el momento previo a la ejecución de un determinado trabajo.

*CONSTITUCION DE UN TREN DE ENGRANAJES*

Las máquinas herramientas, en las que se usa este mecanismo, traen los elementos necesarios para poder armarlo y montarlo de diferentes maneras. Las partes principales de un tren de engranajes son (fig. 1):

- soporte de engranajes (S)
- eje intermedio (E)
- ruedas dentadas:
  - conductora (A)
  - intermedia (B)
  - conducida (C)

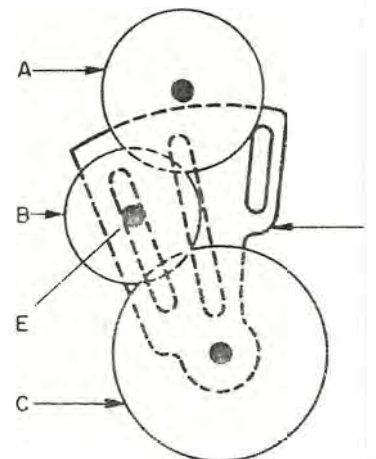


Fig. 1

*Soporte de engranajes (fig. 2).*

Es una placa de hierro fundido con diversas ranuras (a) para permitir el acople de los ejes intermedios. Lleva un agujero (b) que sirve de guía para su ubicación y como pivote para facilitar el ajuste del tren de engranajes.

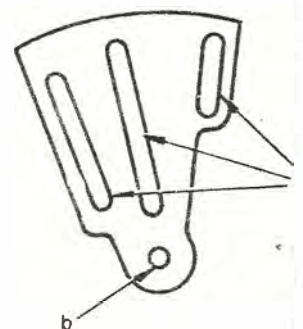


Fig. 2

**INFORMACION TECNOLÓGICA:**

**TREN DE ENGRANAJES (GENERALIDADES)**

REFER.: HIT. 137

COD. LOCAL:

Los soportes de engranajes pueden tener formas variadas dependiendo de máquina y lugar en que se ubican.

*Ejes intermedios (figs. 3-a y 3-b).*

Son los ejes que se ubican en el soporte de engranajes para montar las ruedas dentadas que completan el tren de engranajes.

En estos ejes se distinguen básicamente las siguientes partes:

- Parte cilíndrica (L), en la que van ubicados los engranajes. Su largo admite un máximo de 2 engranajes.

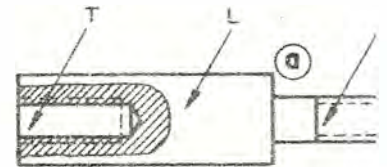


Fig. 3

- Espiga roscada (R), que permite la fijación del eje a la lira
- Agujero roscado (T), que aloja el tornillo que impide la salida de los engranajes.

Hay ejes que en lugar del agujero roscado llevan una ranura circular (G) que aloja un anillo de seguridad (fig. 3-b).

Entre el eje y el agujero central de las ruedas dentadas se monta un buje (F) con chavetero (fig. 4) que permite a la rueda conducida transmitir el movimiento de giro a la rueda conductora del mismo eje (fig. 5).

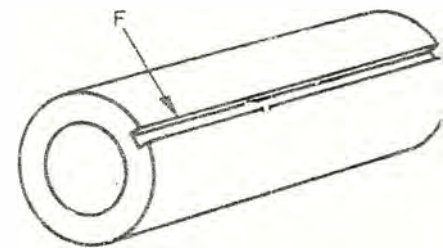


Fig. 4

*Ruedas dentadas (fig. 5).*

Las máquinas en las que se aplican los trenes de engranajes de ejes fijos traen uno o más juegos de ruedas dentadas, con diferente número de dientes, que posibilitan una amplia gama de combinaciones.

Según la posición relativa que en el tren de engranaje tengan las ruedas dentadas, será la función que cumpla cada una de ellas y el nombre que reciban. Estas funciones son tres:

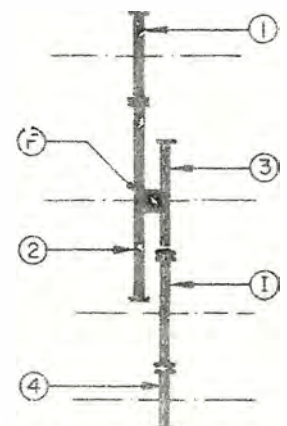


Fig. 5

INFORMACION TECNOLÓGICA:

TREN DE ENGRANAJES (GENERALIDADES)

REFER.: HIT.137

COD. LOCAL:

*Rueda conductora (1 y 3)*, recibe el movimiento de un eje y lo transmite una rueda.

*Rueda conducida (2 y 4)*, recibe el movimiento de una rueda y lo transmite a un eje.

*Rueda intermedia (I)*, recibe el movimiento de una rueda y lo transmite otra rueda. También se le conoce como rueda parásita, por no alterar relación de transmisión en el tren de engranajes.

*Cálculo de un tren de engranajes (relación de transmisión).*

Como el propósito de un tren de engranajes es transmitir el movimiento giro de un eje a otro, de acuerdo a una cierta *relación*, se puede determinar mediante un cálculo sencillo cuáles deben ser los engranajes que har posible la transmisión del movimiento, en las condiciones previstas, aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

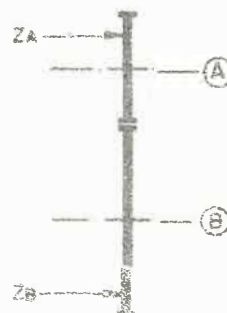


Fig. 6

en la cual (fig. 6):

$N_A$  = velocidad de rotación del eje "A"

$N_B$  = velocidad de rotación del eje "B"

$Z_B$  = número de dientes del engranaje que debe ir en el eje "B"

$Z_A$  = número de dientes del engranaje que debe ir en el eje "A"

*Ejemplo*

Un eje "A" gira a 350 rpm y se desea transmitir su movimiento a otro eje "B", pero de manera que la velocidad del eje "B" se de 100 rpm. ¿Qué engranajes deben ocuparse para conseguir esta relación y cómo deben ubicarse en los ejes?

Desarrollo

Aplicando la fórmula:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

se tiene al reemplazar:

$$\frac{350}{100} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

## TREN DE ENGRANAJES (GENERALIDADES)

REFER.: HIT. 137

COD. LOCAL:

al dividir cada término por 50 queda:  $\frac{350}{100} = \frac{7}{2}$

Como el propósito es determinar el número de dientes de los engranajes de la fracción  $\frac{7}{2}$ , se multiplica cada término por un mismo número para obtener un quebrado cuyo numerador y denominador coincidan con el número de dientes de un par de ruedas dentadas contenidas en el juego de engranaje de la máquina.

$$\frac{350}{100} = \frac{70}{20}$$

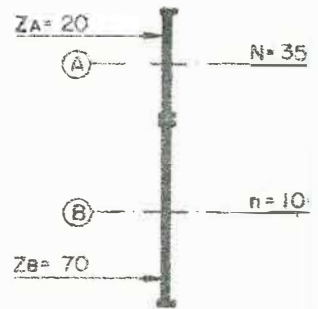


Fig. 7

lo cual se interpreta de la manera siguiente (fig. 7)

- El numerador  $Z_B = 70$  corresponde a una rueda dentada de 70 dientes, la cual debe ubicarse en el eje "B".
- El denominador  $Z_A = 20$  corresponde a una rueda dentada de 20 dientes, la cual debe ubicarse en el eje "A".

De esta manera se cumple con la *relación de transmisión*

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A} \quad \text{ya que:} \quad \frac{350}{100} = \frac{70}{20}$$

Este ejemplo permite sacar algunas conclusiones de tipo general:

1ra. Según sea la relación de velocidad  $\frac{N_A}{N_B}$  entre el eje que transmite el movimiento (eje conductor) y el eje que recibe el movimiento (eje conducido), será la relación que haya entre el número de dientes de la rueda conductora y el de la rueda conducida  $\frac{Z_A}{Z_B}$ .

2da. Si por cualquier motivo se tiene que intercalar (fig. 8) una rueda dentada (I) entre una rueda conductora ( $Z_A$ ) y una conducida ( $Z_B$ ), la *relación de transmisión*  $\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$  no se

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.137

## TREN DE ENGRANAJES (GENERALIDADES)

COD. LOCAL:

altera. Por eso la rueda intermedia se denomina también parásita.

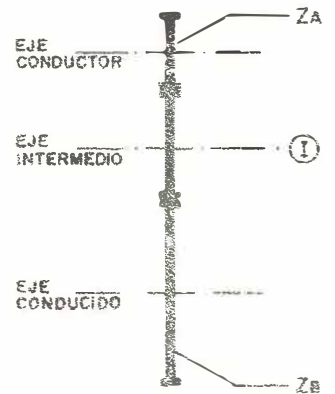


Fig. 8

3ra. Aplicando la fórmula de *relación de transmisión*

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A} \text{ se puede determinar cualquier tipo de tren de engranajes.}$$

*TIPOS DE TRENES DE ENGRANAJES*

Los trenes de engranajes se diferencian entre sí por la cantidad de ruedas conductoras y ruedas conducidas que llevan. Esta cantidad de ruedas está determinada principalmente por dos factores:

- por la relación de transmisión, que puede ser más simple o más compleja que otras, según sean las características de los ejes husillos y tornillos que se quieren vincular mediante un tren de engranajes;
- por la gama de ruedas dentadas, de diferente número de dientes que tenga el juego de ruedas de la máquina.

De acuerdo a estas dos condiciones la razón  $\frac{Z_A}{Z_B}$  se puede descomponer en varios factores como:

$$\frac{Z_A}{Z_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \text{ y también } \frac{Z_A}{Z_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6}$$

lo cual sin alterar la *relación de transmisión* origina los distintos tipos de engranajes:

INFORMACION TECNOLÓGICA:

TREN DE ENGRANAJES (GENERALIDADES)

REFER.: HIT. 137

COD. LOCAL:

1- Tren de engranajes simple:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

Se caracteriza por llevar una rueda conductora ( $Z_A$ ) y una conducida ( $Z_B$ ) (fig. 9). El ejemplo desarrollado anteriormente corresponde a un tren de engranajes simple. En este tren se puede intercalar uno o dos engranajes intermedios (I) según convenga, ya sea porque los engranajes conductor y conducido quedan muy separados o porque se desea que el eje conducido gire en un determinado sentido (fig. 10).

Esto es válido para cualquier tren de engranajes.

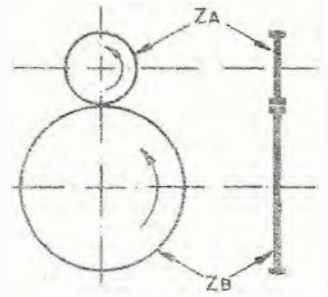


Fig. 9

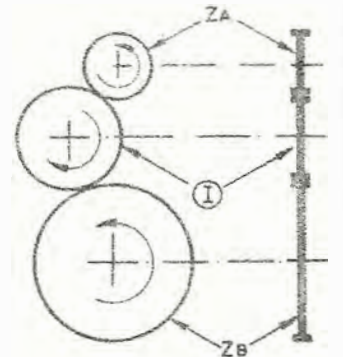


Fig. 10

2- Tren de engranajes compuesto de cuatro ruedas:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$$

Este tren de engranajes se caracteriza por llevar dos engranajes conductores ( $Z_2$  y  $Z_4$ ) y dos conducidos ( $Z_1$  y  $Z_3$ ) (fig. 11).

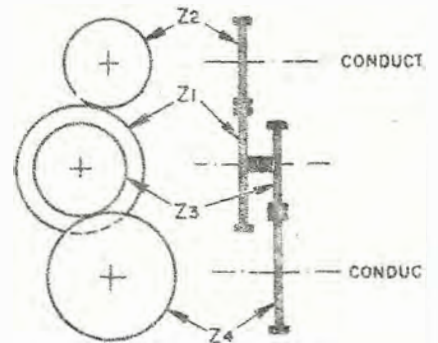


Fig. 11

Ejemplo

Se necesita que un eje "B" dé 2 vueltas en el mismo tiempo que un eje "A" da 6,3 vueltas. Calcular un tren de engranajes que haga posible esta relación y dar la ubicación a cada rueda.

Desarrollo

Aplicando la fórmula: 
$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

se tiene al reemplazar: 
$$\frac{6,3}{2} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

<b>INFORMACION TECNOLÓGICA:</b> TREN DE ENGRANAJES (GENERALIDADES)	REFER.: HIT. 137
	COD. LOCAL:

multiplicando numerador y denominador por 10 se obtiene la siguiente proporción:

$$\frac{6,3}{2} = \frac{63}{20}$$

Si no hay rueda dentada de 63 dientes la razón  $\frac{63}{20}$  puede convertirse en  $\frac{7 \times 9}{2 \times 10}$  en la que multiplicando cada término por 10 se convierte en

$$\frac{70 \times 90}{20 \times 100}$$

Con lo que se cumple la relación de transmisión:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$$

8- Tren de engranajes compuesto de seis ruedas: (fig. 12)

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6}$$

Este tren de engranajes se caracteriza por llevar tres ruedas conductoras ( $Z_2, Z_4$  y  $Z_6$ ) y tres conducidas ( $Z_1, Z_3$  y  $Z_5$ ).

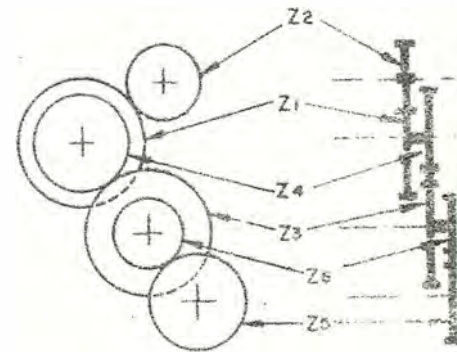


Fig. 12

Ejemplo

Se necesita conectar dos ejes, de manera que mientras el eje conductor da 5 vueltas el conducido dé 81.

Determinar un tren de engranajes que proporcione esta relación, dar la ubicación que corresponde a cada rueda dentada.

Desarrollo

Se aplica la fórmula: 
$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_5}{Z_A}$$

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.137

8/8

## TREN DE ENGRANAJES (GENERALIDADES)

COD. LOCAL:

reemplazando los términos por los valores conocidos y procediendo según las reglas de razones y proporciones, se obtiene sucesivamente:

$$\frac{81}{5} = \frac{9 \times 9}{5 \times 1} ; \quad \frac{81}{5} = \frac{90 \times 90}{50 \times 10} ; \quad \frac{81}{5} = \frac{90 \times 45 \times 2}{25 \times 20 \times 1}$$

y finalmente: 
$$\frac{81}{5} = \frac{90 \times 45 \times 60}{25 \times 20 \times 30}$$

con lo que se cumple la *relación de transmisión*:

$$\frac{N_a}{N_e} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_5}{Z_4} \cdot \frac{Z_6}{Z_3}$$

*Disposición de un tren de engranajes.*

Para armar un tren de engranajes y distribuir las ruedas dentadas se debe tener presente los siguientes aspectos:

- 1- Identificar cuál es el eje conductor del movimiento y por lo tanto cuál será el conducido.
- 2- En función del eje conductor, determinar cuáles son las ruedas conductoras y cuáles las conducidas.
- 3- Las ruedas conductoras pueden ubicarse en cualquier posición, siempre que mantengan su condición de conductoras (ver definición). Lo mismo es válido para las conducidas.
- 4- Las ruedas intermedias o parásitas *no* modifican la *relación de transmisión*, pero *sí* modifican el sentido de giro final.
- 5- El sentido de giro del eje conducido será igual al sentido de giro del eje conductor si el número de ejes del tren de engranajes es impar. Será contrario si el total de ejes es un número par.

*Aplicaciones del tren de engranajes.*

El tren de engranajes es un mecanismo básico para lograr cualquier *relación de transmisión*; se utiliza con suma frecuencia en las máquinas herramientas torno y fresadora.

En el torno, principalmente para roscar.

En la fresadora para hacer posible la división diferencial, para hacer divisiones lineales, para hacer fresados de trayectoria circular, helicoidal y espiral. Los cálculos para la aplicación del tren de engranajes, en cada uno de esos casos, son tratados como temas independientes.

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

## APARATO DIVISOR (DIVISION DIFERENCIAL)

REFER.: HIT. 140

1/4

COD. LOCAL:

Es el método que permite hacer posible, en el cabezal divisor, las divisiones que no puedan efectuarse por medio de la división indirecta. Estas divisiones se logran a través de una relación de transmisión originada por las ruedas dentadas, montadas entre el eje del husillo del cabezal divisor y el eje secundario, el cual mueve los engranajes cónicos que desplazan el plato perforado (fig. 1).

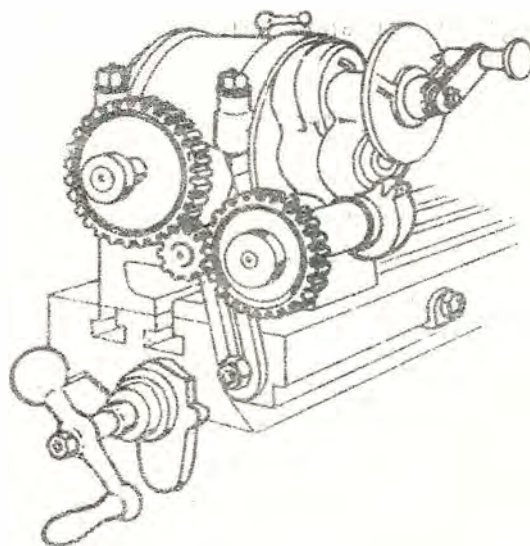


Fig. 1

## MECANISMOS.

El esquema (fig. 2) indica cada una de las partes que intervienen en hacer posible este sistema de división y permiten unir el husillo portapieza "C" con el plato perforado mediante las ruedas elegidas a, b, c, d.

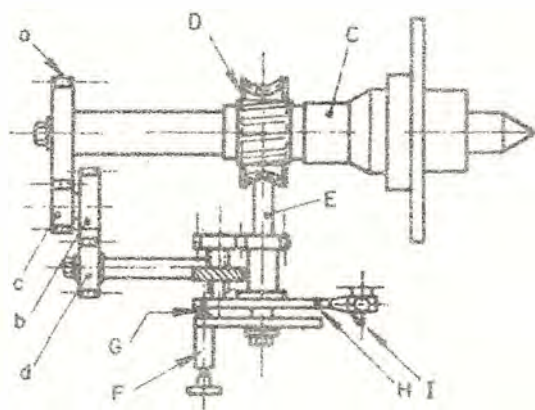


Fig. 2

## FUNCIONAMIENTO.

Se hace girar la manivela (F) del divisor (H) desarticulando el pitón (I) y el obturador (G) de los agujeros del plato; el movimiento que se origina en el husillo que sujeta la pieza, arrastra también en movimiento al plato divisor por el movimiento que le imprime el tren de engranajes.

## CALCULO.

Para la aplicación de este método de división se identifican dos pasos esenciales:

- 1- para las operaciones de cálculo, la selección del número de divisiones es aproximado, por exceso o diferencia y debe ser controlable por las circunferencias disponibles en el disco perforado;
- 2- para el montaje del tren de engranajes se debe tener en cuenta el sentido de giro previsto para el plato perforado.

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 140

2/4

## APARATO DIVISOR (DIVISION DIFERENCIAL)

COD. LOCAL:

1er. paso - Giro aparente de la manivela.

Se procede a la selección del plato divisor y la disposición del sistema de reglaje actuando como se hizo para la división indirecta.

$$\text{es decir, } F = \frac{K}{A}$$

Designación.

K = Constante del divisor

A = N° seleccionado de divisiones

F = Desplazamiento en la manivela

Z = Rueda en el husillo

z = Rueda en el eje secundario

N = N° de divisiones por obtener

2do. paso - Cálculo de los engranajes por montar  $\frac{Z}{z}$

CASO I - CALCULO DE LOS ENGRANAJES POR EXCESO

Se opera con la fórmula siguiente:

$$\frac{Z}{z} = (A - N) \frac{K}{A}$$

Ejemplo:

$$N = 271; K = 40; A = 280$$

Desarrollo:

1er. paso - Cálculo de F

$$F = \frac{K}{A} = \frac{40}{280} = \frac{1}{7} \times \frac{9}{9} = \frac{9}{63}$$

$$F = \frac{9}{63}$$

2do. paso - Cálculo de  $\frac{Z}{z}$

$$\begin{aligned} \frac{Z}{z} &= (A - N) \frac{K}{A} = (280 - 271) \frac{9}{63} = \frac{9}{1} \times \frac{9}{63} = \\ &= \frac{9}{7} \times \frac{8}{8} = \frac{72}{56} \end{aligned}$$

INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT.140

3/4

APARATO DIVISOR (DIVISION DIFERENCIAL)

COD. LOCAL:

$$\frac{Z}{z} = \frac{72 \text{ (Rueda en el husillo)}}{56 \text{ (Rueda en eje secundario)}}$$

La disposición de los engranajes  $\frac{Z}{z}$

debe de estar complementada con las ruedas intermediarias necesarias atendiendo a la siguiente regla:

*cuando el número de divisiones aproximado "A" es mayor que el número de divisiones requerido "N", el plato divisor y la manivela giran en el mismo sentido (fig. 3).*

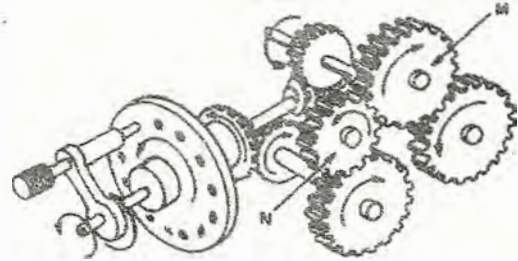


Fig. 3

CASO II - CALCULO DE LOS ENGRANAJES POR DEFECTO

Se operan con la fórmula siguiente:

$$\frac{Z}{z} = (N - A) \frac{K}{A}$$

Ejemplo:

$$N = 63; K = 40; A = 60$$

1er. paso - Cálculo de F

$$F = \frac{K}{A} = \frac{40}{60} \quad F = \frac{40}{60}$$

2do. paso - Cálculo de  $\frac{Z}{z}$

$$\frac{Z}{z} = (N - A) \frac{K}{A} = (63 - 60) \frac{40}{60}$$

$$\frac{3}{1} \times \frac{40}{60} = \frac{120}{60} = \frac{60}{30}$$

$$\frac{Z}{z} = \frac{60 \text{ (Rueda en el husillo)}}{30 \text{ (Rueda en eje secundario)}}$$

SENA  
CENTRO METALMECANICO  
REGIONAL BOGOTA  
BIBLIOTECA

## INFORMACION TECNOLOGICA:

REFER.: HIT. 140

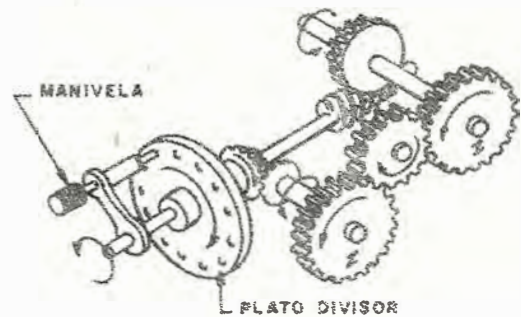
4/4

## APARATO DIVISOR (DIVISION DIFERENCIAL)

COD. LOCAL:

La disposición de los engranajes ( $\frac{Z}{z}$ ) estará complementada con ruedas intermediarias atendiendo a la siguiente regla:

*Cuando el número de divisiones aproximado "A" es menor que el número de divisiones requerido "N", el plato divisor y la manivela giran en sentido contrario (fig. 4).*



Este divisor es un mecanismo que se conecta con el tornillo de accionamiento longitudinal de la mesa de la fresadora. Mediante este mecanismo se le puede hacer divisiones a una pieza, en el sentido de desplazamiento de la mesa, en forma mucho más cómoda y precisa que recurriendo al tambor graduado del tornillo respectivo. Se utiliza especialmente para la ejecución de cremalleras.

*TIPOS DE DIVISORES LINEALES.*

Las formas en que se presenta este mecanismo son muy variadas, dependiendo del tipo de fresadora y del diseño del fabricante. A continuación se indican algunos de los tipos más usados.

*TREN DE ENGRANAJES, COMO DIVISOR LINEAL.*

Consiste en un tren de engranajes, dispuesto en un soporte de engranajes, ubicado en la cabecera de la mesa, cuya última rueda dentada está conectada con el tornillo de la mesa (fig.1).

El giro se efectúa con una manivela (N) acoplada al eje conductor. Para controlar el giro se dispone de un disco (D) generalmente con cuatro ranuras en su periferia, y un perno retráctil (R), cuyo soporte está fijo al soporte de engranajes.

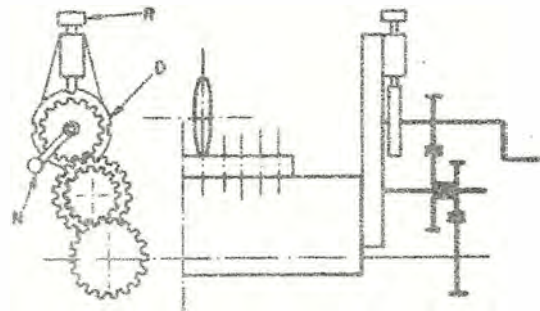


Fig. 1

Para determinar el tren de engranajes que se va a usar como divisor lineal se aplica la siguiente fórmula:

$$\frac{P}{p} = \frac{z}{Z}$$

en la cual:

P = paso de las divisiones que se quieren hacer

p = paso del tornillo de la mesa

z = rueda conductora

Z = rueda conducida

El cálculo del número de ruedas dentadas del tren de engranajes, como la cantidad de dientes de cada una, se efectúa de la misma manera que para calcular un tren de engranajes cualquiera.

De esta forma, con una vuelta completa de la manivela se consigue hacer una división.

En el caso de las cremalleras, como cada división corresponde al paso entre dientes, hay que tener presente algunas consideraciones:

- El paso  $P$  es igual al módulo  $M$  del diente multiplicado por  $\pi$  ( $P = M \cdot \pi$ ).
- Para el cálculo, el valor de  $\pi$  se puede reemplazar por la fracción:  $\frac{22}{7}$  sin que esto afecte mucho la precisión de la división.
- Una forma de simplificar los cálculos, para ejecutar cremalleras con pasos diferentes, es determinar un tren de engranajes para hacer cremalleras de módulo  $M = 1$  y utilizar el mismo tren para cremalleras de cualquier módulo, pero con la condición de tener que dar a la manivela tantas vueltas como unidades representa el módulo que debe tallarse. Por ejemplo, si se trata del módulo,  $M = 2,5$  se le deben dar dos vueltas y media a la manivela para cada división.

#### DISCO PERFORADO, COMO DIVISOR LINEAL (fig. 2)

Esta es una forma bastante simple para ejecutar divisiones lineales. Se monta y fija en el tornillo de la mesa un disco perforado (D), en el cual se aloja la punta del perno retráctil (R) de la manivela (N) que gira en forma solidaria con el tornillo de la mesa. Para inmovilizar el plato y el tornillo se usa un pestillo (L) fijo al cabezal de la mesa.

La fórmula que se emplea para el cálculo es:

$$\frac{p}{P} = \frac{a}{c}$$

- en que:
- $p$  = paso de las divisiones por hacer
  - $P$  = paso del tornillo de la mesa
  - $a$  = número de agujeros que debe girar la manivela
  - $c$  = número de agujeros de la circunferencia elegida

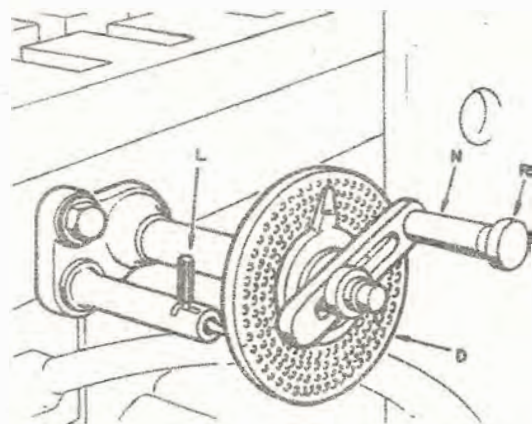


Fig. 2

La circunferencia de agujeros se elige de acuerdo con el paso "P" del tornillo de la mesa.

Los discos perforados, para estos efectos, se suelen fabricar con los círculos precisos para conseguir el paso correspondiente a todos los módulos normales.

*REDUCTOR DE ENGRANAJES Y DISCO, COMO DIVISOR LINEAL (fig. 3).*

Este mecanismo consta de una reducción de engranajes (E), un disco (D) con un círculo de 100 agujeros y una manivela (N) con su correspondiente perno retráctil (R).

Para su funcionamiento, se acopla la reducción al tornillo de la mesa. Esta reducción es tal que al hacer girar la manivela en una vuelta completa, la mesa avanza 1 mm. De donde se deduce que por cada agujero que se recorra,

la mesa avanzará  $\frac{1}{100}$  de vuelta, lo que es igual a 0,01 mm.

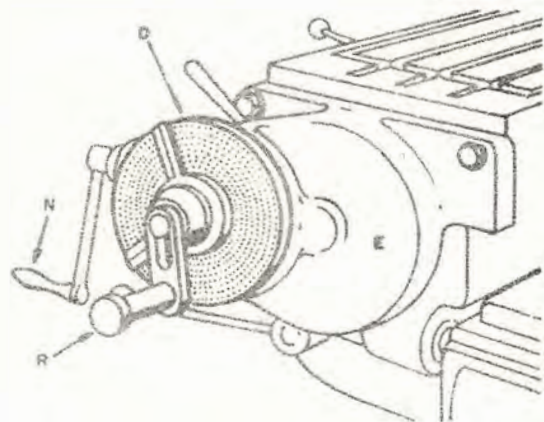


Fig. 3

Para hacer las divisiones, prácticamente no se requiere de cálculos. Así, para hacer una cremallera de módulo  $M = 1$ , como el paso es  $p = 3,14$ , basta dar tres vueltas completas a la manivela y recorrer catorce agujeros.

#### CONCLUSION.

Así como estos mecanismos, hay otros que con mayor o menor precisión se emplean para hacer divisiones lineales, por ejemplo, del propio divisor universal, los cuales aunque varían en su funcionamiento y forma siempre deben ir acoplados al tornillo de la mesa para hacer posible la división lineal.

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

## CABEZAL PARA FRESAR CREMALLERA

REFER.: HIT. 139

1/2

COD. LOCAL:

Es un accesorio de la fresadora que se monta en el bastidor, muy similar al cabezal universal, que sirve para fresar cremalleras. Es de hierro fundido y en general está constituido por dos o tres cuerpos ensamblados por colisas que permiten la inclinación del eje (fig. 1).

La ventaja de utilizar este aparato es poder usar las fresas comunes para fresado de dientes de engranaje, cuando no se disponen de fresas especiales, de diámetros mayores o disimétricas (fig. 2).

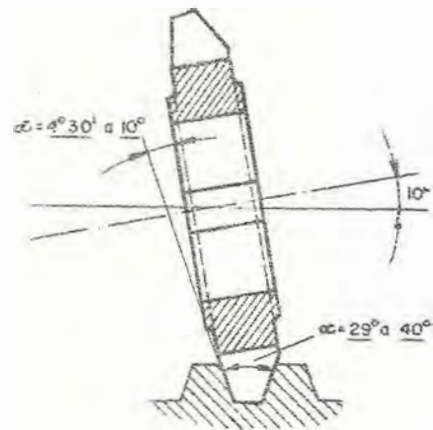


Fig. 1

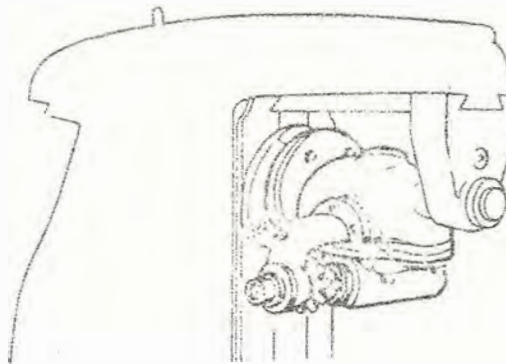


Fig. 2

*FUNCIONAMIENTO*

El movimiento giratorio de su eje es transmitido por el husillo principal a través del eje intermediario y el mecanismo interior del aparato.

*TIPOS*

Hay aparatos para fresado de cremalleras que se montan en lugar del tercer cuerpo del cabezal universal (fig. 3).

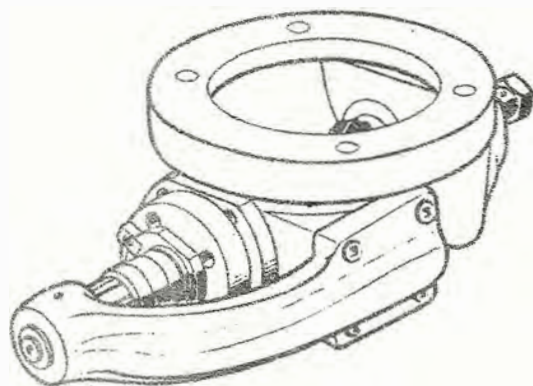


Fig. 3

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

## CABEZAL PARA FRESAR CREMALLERA

REFER.: HIT. 139

2/2

COD. LOCAL:

Otro tipo dispone de una sola colisa que permite la inclinación de su eje en el plano horizontal (fig. 4); en algunos casos, son también utilizados en otras operaciones.

El aparato más simple se muestra en la figura 5, el cual es fijo y no tiene posibilidad de inclinación.

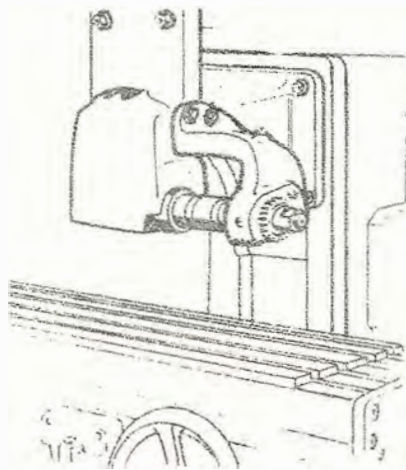


Fig. 5

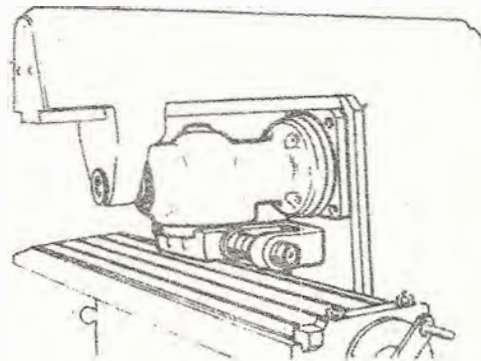


Fig. 4

*CONDICIONES DE USO*

Estos aparatos para que estén en buenas condiciones de uso, es necesario que estén ajustados, que tengan rodamientos en perfecto estado, sus conos y caras de apoyo sin rebabas o rayaduras.

*CONSERVACION*

Para mantenerlo en buen estado de conservación es necesario:

- lubricarlo periódicamente con aceite o grasa adecuados y recomendados por el fabricante;
- limpiar los conos y caras de apoyo antes de montarlo en la fresadora;
- después de utilizado, limpiarlo y protegerlo de la corrosión con una película de aceite;
- guardarlo en lugar propio, libre de polvo y humedad.

La hélice es la curva que se obtiene arrollando una línea ( $\ell$ ) sobre la superficie de un cilindro recto tal como si fuera un hilo; de manera tal que forme un ángulo constante con las generatrices del cilindro (fig. 1). En las piezas mecánicas se tienen muchas aplicaciones de esta curva, por ejemplo en los filetes de las roscas, dientes de engranajes y ranuras para tuberización.

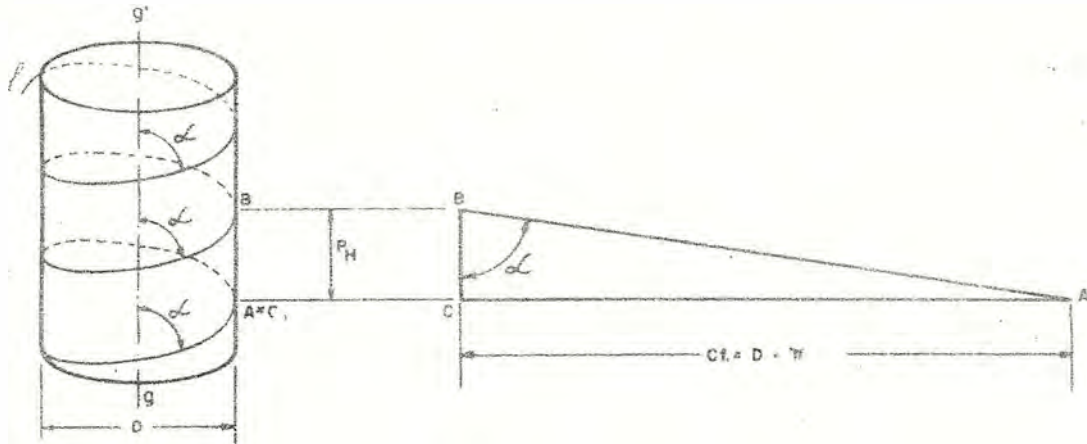


Fig. 1

*CARACTERÍSTICAS (fig. 1)*

Una hélice se puede caracterizar por los valores que toman los siguientes elementos que la definen:

*El paso.*

Es la longitud de un segmento de generatriz del cilindro como el  $\overline{AB}$ , determinado por dos intersecciones consecutivas con la hélice.

*La espira.*

Es la longitud del arco de hélice  $\widehat{AB}$ . Se tiene en su verdadera magnitud como hipotenusa del triángulo ABC, al desarrollar la superficie del cilindro.

*Angulo.*

Se conviene en llamar ángulo de la hélice, al que forma con una generatriz cualquiera del cilindro.

Ese ángulo puede tomar valores entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ . La de  $0^\circ$  sería una recta que coincide con una generatriz, y la de  $90^\circ$  sería una circunferencia.

El ángulo se mide entre una generatriz y la tangente a la hélice en su punto de intersección con esa generatriz. Se puede calcular en el triángulo ABC, del desarrollo, conociendo ( $P_H$ ) y el diámetro (D). En efecto:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\overline{CA}}{\overline{BC}} = \frac{C_1}{P_H} = \frac{\pi \cdot D}{P_H}$$

SENA  
CENTRO METALMECÁNICO  
REGIONAL BOGOTÁ  
BIBLIOTÉCA

*Sentido.*

Una hélice es derecha o positiva, cuando ubicada una reglilla sobre una generatriz del cilindro para ponerla tangente a la hélice debe girar en el sentido de las agujas del reloj. Es izquierda o negativa, cuando la regla debe girar en sentido contrario a las agujas del reloj (fig. 2-a y b).

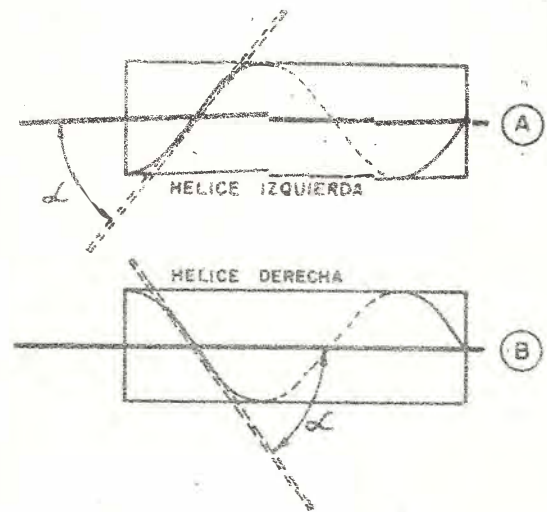


Fig. 2

*Paso normal.*

Este otro paso de la hélice es la longitud del arco  $\widehat{CE}$  (fig. 3), que se tiene en su verdadera magnitud, en el triángulo ABC del desarrollo. Ese arco queda definido sobre otra hélice perpendicular a la que estamos considerando.

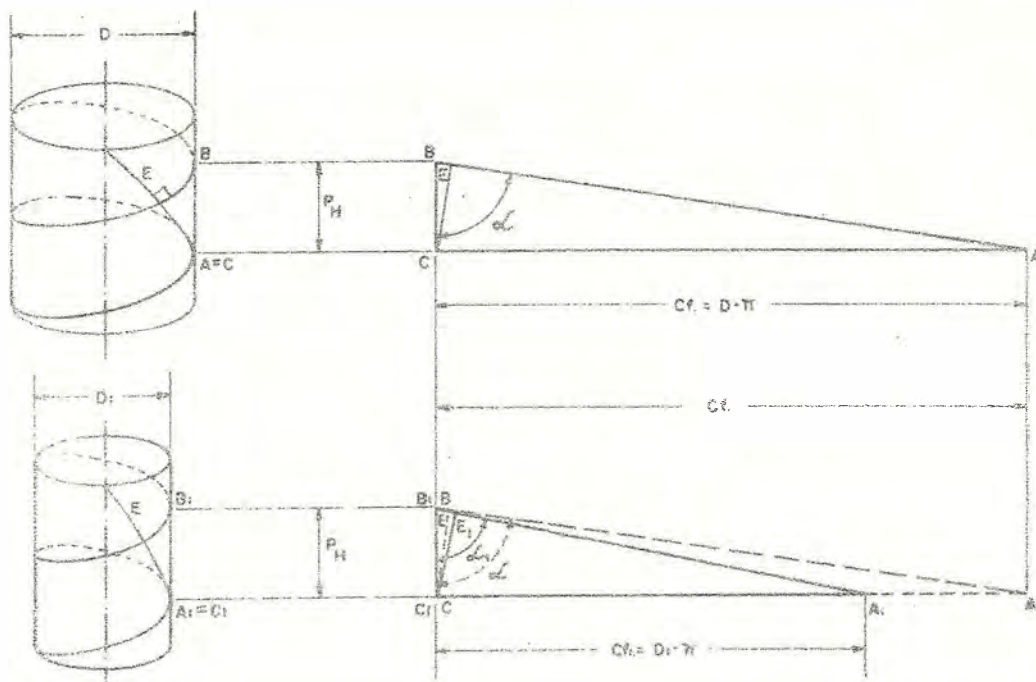


Fig. 3

*El cilindro.*

Es aquél en la superficie del cual se va a construir la hélice. Dos hélices pueden tener igual paso ( $P_H$ ), pero si están construidas sobre cilindros de distinto diámetro, serán también ellas distintas.

Por ejemplo: sobre dos cilindros de diámetros distintos  $D$  y  $D_1$ , se cons-

truye una hélice del mismo paso en cada uno. En el desarrollo resultan dos triángulos  $(ABC)$  y  $(A_1B_1C_1)$ , que al superponerlos dejan evidente las diferencias, siendo el diámetro  $(D)$  mayor que  $(D_1)$ ,  $D > D_1$ , tenemos:

espira  $(BA)$  mayor que la  $(B_1A_1)$  -  $\overline{BA} > \overline{B_1A_1}$

ángulo  $(\alpha)$  mayor que  $(\alpha_1)$  -  $\alpha > \alpha_1$

paso normal  $(p)$  mayor que el  $(p_1)$  -  $\overline{CE} > \overline{C_1E_1}$

#### CONSTRUCCION

Una hélice puede construirse marcando la huella que resulta al trasladar un punto  $(M)$  sobre la superficie de un cilindro, con dirección paralela a su eje, cuando el cilindro gira (fig. 4).

Entre el giro del cilindro y la traslación del punto  $(M)$  debe existir una relación constante, tal que para cada vuelta completa del cilindro, el punto se desplace una longitud  $\overline{MM_1}$  igual al paso de la hélice por construir  $(P_H)$ .

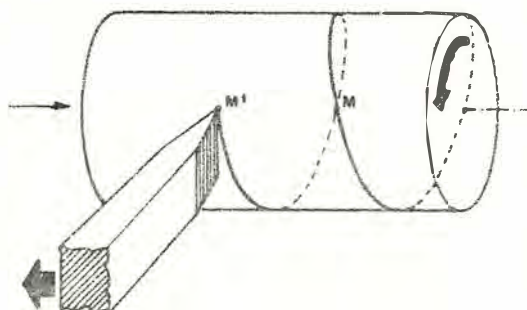


Fig. 4

Así ocurre exactamente en el torno donde el punto  $(M)$  es la punta de la herramienta. En cambio, cuando se hace rosca a mano con la terraja, cada diente de ésta hace los dos movimientos, el de giro y el de avance.

En la fresadora, para construir una hélice, los dos movimientos los hace la pieza montada en el aparato divisor, el que debe dar una vuelta completa, cuando la mesa con movimiento simultáneo, se desplaza una longitud igual al paso de la hélice. Para ello se debe establecer una relación cinemática entre el tornillo de  $(P_H)$  la mesa y el husillo del aparato divisor. En esa cadena interviene un tren de engranajes  $(A-B-C)$  (fig. 5), que se monta especialmente en el soporte de engranajes y en los propios mecanismos del aparato divisor.

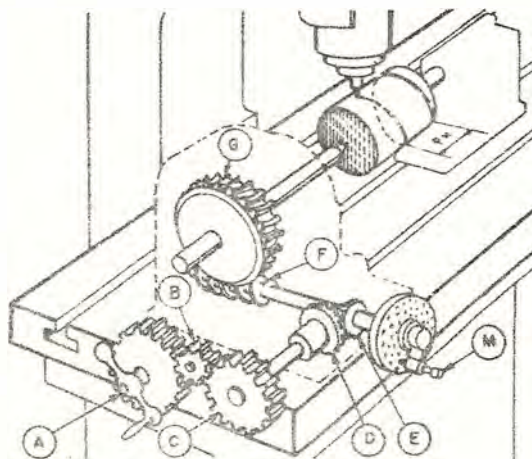


Fig. 5

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 141

4/5

## HELICES

COD. LOCAL:

El movimiento se inicia cuando se gira el tornillo para trasladar la mesa; la rueda (A) montada sobre el tornillo es la conductora del tren (A-B-C) con el cual el movimiento llega al eje secundario del aparato divisor. *Ese tren es el que debe calcularse para cada hélice.*

Lo que sigue de la cadena es constante, ya que pertenece al mecanismo del aparato divisor y consta de lo siguiente:

Un engranaje entre las ruedas cónicas (D y E), en el extremo del eje secundario, opuesto al que se encuentra la rueda (C); el plato perforado para dividir, en el cual se introduce el perno retráctil de la manivela (M) que lleva con su eje el movimiento al sistema del tornillo sinfín (F) y de la corona (G). Dado que la corona y la pieza están unidas al husillo del aparato divisor, ambas giran simultáneamente.

*Cálculo del tren de engranajes.*

El cálculo del tren de engranajes (ABC) para construir una hélice de paso ( $P_H$ ), se hace teniendo presente que para cada vuelta completa de la pieza, la mesa se debe desplazar una longitud ( $P_H$ ), basada en la relación:

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A}$$

$Z_A$  = Número de dientes de la rueda A

$N_A$  = Número de vueltas de la rueda A

$Z_C$  = Número de dientes de la rueda C

$N_C$  = Número de vueltas de la rueda C

$K$  = Constante del divisor. En general es 40 pero puede tener otro valor

Para que la pieza haga una vuelta completa, la manivela debe dar 40 (según la constante del divisor) lo mismo que la rueda (C), ya que entre ésta y la manivela el movimiento no se modifica. Por lo tanto podemos escribir  $N_C = K$  en todos los casos. Al estar la rueda (A) montada sobre el tornillo de la mesa que debe trasladarse ( $P_H$ ) entonces el tornillo y la rueda (A)

deben dar:  $N_A = \frac{P_H}{p}$  vueltas.

$P_H$  = paso de la hélice a construir

$p$  = paso del tornillo de la mesa

Por ejemplo, si  $p = 5$  mm y  $P_H = 80$  mm, el tornillo para trasladarse ( $P_H$ ), debe dar

$$N_A = \frac{P_H}{p} = \frac{80}{5} = 16 \text{ vueltas}$$

INFORMACION TECNOLÓGICA:

HELICES

REFER.: HIT. 141

5/5

COD. LOCAL:

Para  $p = 5$  y  $P_H = 133$  mm :

$$N_A = \frac{P_H}{p} = \frac{133}{5} \text{ vueltas}$$

Entonces podemos escribir:

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A} = \frac{40}{\frac{P_H}{p}} = \frac{40p}{P_H}$$

(si la constante del divisor fuese otra se coloca en lugar de 40).

*Ejemplo:*

Calcular el número de dientes de la rueda conductora (A) y el de la conducida (C) del tren de engranajes para construir una hélice de  $P_H = 150$  mm, en una fresadora que tiene un paso  $p = 6$  mm, en el tornillo de la mesa.

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A} = \frac{40 p}{P_H} = \frac{40 \times 6}{150} = \frac{8}{5} = \frac{32}{20} = \frac{48}{30} = \frac{72}{40} = \frac{96}{60}$$

De acuerdo a las ruedas disponibles se elige la más conveniente entre las fracciones equivalentes encontradas.

El intermediario o los intermediarios, como la rueda B (fig. 5) puede ponerse de cualquier número de dientes, de acuerdo a las necesidades para montar el tren y del sentido de rotación que debe hacer la pieza.

Para pasos de hélice pequeños ( $P_H < 15$  mm), a fin de facilitar el cálculo del tren de engranajes, la rueda conducida (C) se monta en la prolongación del husillo del aparato divisor. De esa manera se elimina la relación 1 a 40 del tornillo sinfín y corona, y el cálculo se plantea así:

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A} = \frac{1}{\frac{P_H}{p}} = \frac{p}{P_H}$$

Es un engranaje cilíndrico en el que los dientes están orientados siguiendo una trayectoria helicoidal (fig. 1). Se utiliza como órgano de transmisión de movimiento entre ejes paralelos o entre ejes que se cruzan formando cualquier ángulo entre sí (fig. 1).

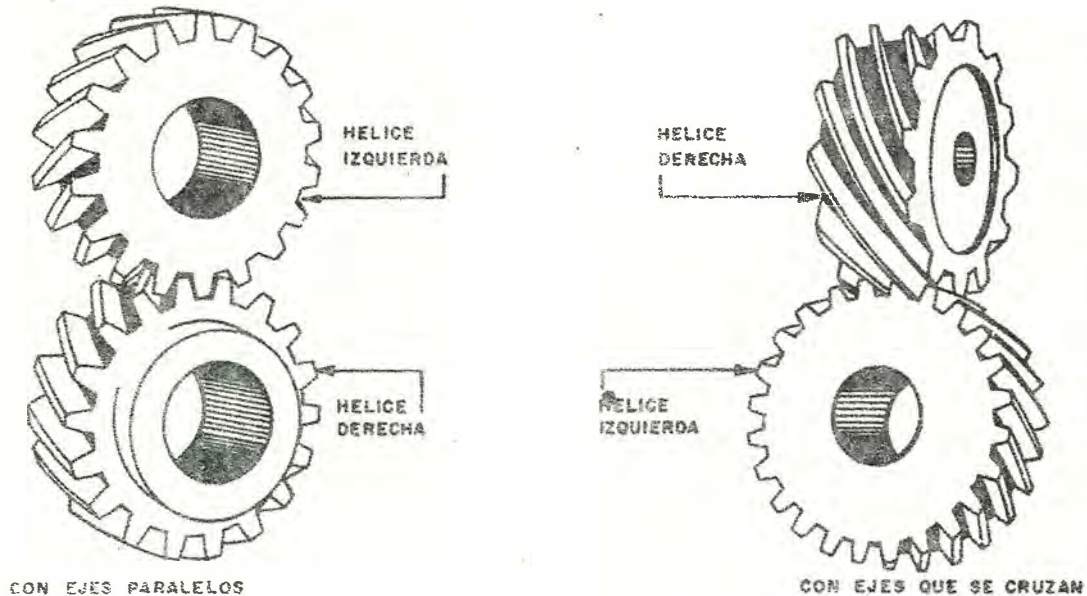


Fig. 1

#### CASO DE EJES PARALELOS

Cuando se desea transmitir movimientos de grandes esfuerzos y altas velocidades en una relación de transmisión de mucha precisión, entre ejes paralelos, los engranajes helicoidales sustituyen con ventaja a los de dentado recto, cuando se desea transmitir movimientos con altas velocidades y grandes esfuerzos de manera uniforme y silenciosa.

En estos casos, el dentado de cada rueda debe ser de igual inclinación pero de sentido contrario, es decir, una rueda debe ser de hélice izquierda y la otra de hélice derecha.

#### CREMALLERAS HELICOIDALES

En el caso de los engranajes helicoidales, la cremallera tiene sus dientes inclinados, el mismo ángulo (fig. 2) que los dientes del piñón pero con sentido opuesto.

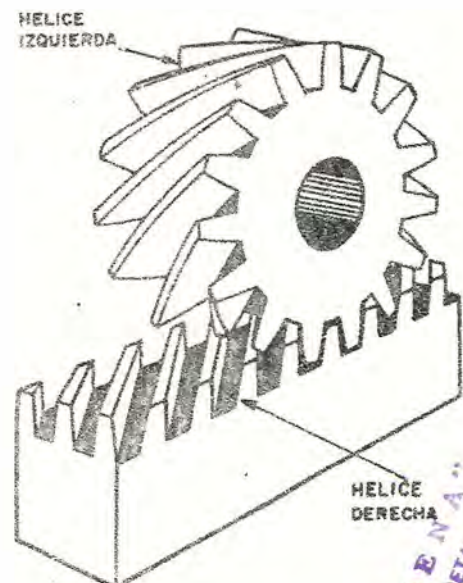


Fig. 2

INFORMACION TECNOLÓGICA:

ENGRANAJE CILINDRICO HELICOIDAL

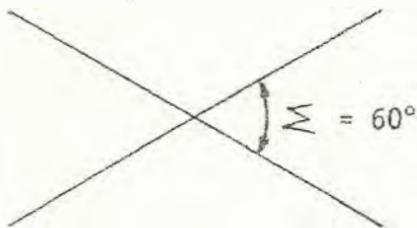
REFER.: HIT. 142

2/6

COD. LOCAL:

CASO DE EJES QUE SE CRUZAN

Si bien estos engranajes se utilizan en algunos casos para la transmisión entre ejes paralelos, su característica más importante es la de permitir las transmisiones de movimientos entre ejes que se cruzan, y en esta disposición de los ejes, el caso más generalizado es entre ejes que se cruzan en ángulo de 90°. En estos casos los ángulos de inclinación de los dientes de las ruedas son complementarios entre sí, y para lograr mejor transmisión conviene hacer los dientes de ambas ruedas inclinados a 45° y en igual sentido. En general debe tenerse en cuenta como condición necesaria los datos de la siguiente tabla:



$\Sigma =$  Angulo de los ejes = 60°

$\alpha_1 =$  Angulo de la hélice de la rueda A

$\alpha_2 =$  Angulo de la hélice de la rueda B

Soluciones posibles		Sentido de las hélices	Angulo de los ejes
$\alpha_A$	$\alpha_B$		
$\alpha_A = 30^\circ$	$\alpha_B = 30^\circ$	Iguales las dos derechas las dos izquierdas	$\Sigma = 30^\circ + 30^\circ = 60^\circ$
$\alpha_A = 40^\circ$	$\alpha_B = 20^\circ$	Iguales las dos derechas las dos izquierdas	$\Sigma = 40^\circ + 20^\circ = 60^\circ$
$\alpha_A = 70^\circ$	$\alpha_B = 10^\circ$	Contrarias una derecha y otra izquierda	$\Sigma = 70^\circ - 10^\circ = 60^\circ$
$\alpha_A = 20^\circ$	$\alpha_B = 80^\circ$	Contrarias una derecha y otra izquierda	$\Sigma = 80^\circ - 20^\circ = 60^\circ$

Relación de transmisión.

Al igual que en los engranajes de dentado recto, el número de revoluciones que dan dos ruedas helicoidales acopladas están en razón inversa de sus números de dientes respectivos.

*NOMENCLATURA*

En los engranajes helicoidales, se contemplan, además de los elementos ya considerados en los engranajes de dientes rectos, otros cuyos valores están en función del ángulo de inclinación de la hélice que forma el diente. A continuación se estudian estos nuevos elementos.

*Paso aparente o circunferencial (Pc)*

Es el paso de los dientes de la rueda que se mide en la circunferencia primitiva en la sección perpendicular al eje del engranaje (fig. 3). El módulo que corresponde a este paso se llama también *módulo aparente o circunferencial*.

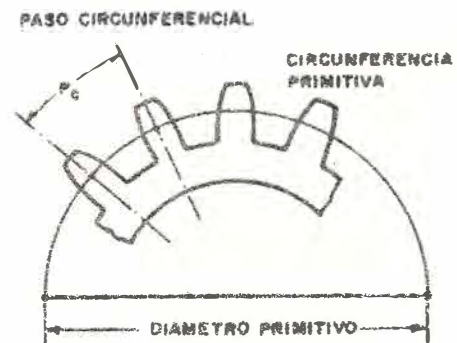


Fig. 3

*Paso normal.*

En estos engranajes es el paso de los dientes medido en una sección perpendicular a la hélice de los dientes. Su valor sigue siendo

$$P = M \cdot \pi$$

Debido a la inclinación de los dientes, tiene con el paso aparente la relación

$$\frac{P}{Pc} = \cos \alpha$$

$$Pc = \frac{P}{\cos \alpha}$$

El módulo que corresponde a este paso normal es el módulo normal.

*Paso de hélice*

Una rueda con dentado helicoidal puede considerarse como un tornillo de tantas entradas como dientes tiene la rueda. Según este criterio, el paso de la hélice de un diente viene indicado por la distancia en línea recta que hay entre dos puntos correspondientes de un mismo diente, medida sobre una generatriz tangente a la circunferencia primitiva. Pero en la práctica esta medida no se toma directamente en la rueda, sino que se reduce en el triángulo rectángulo ABC del desarrollo (fig. 4)

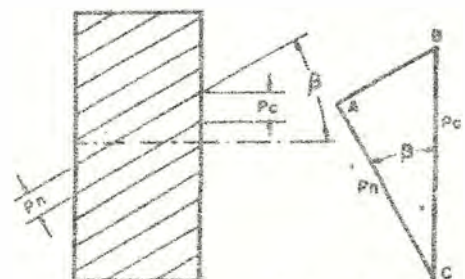


Fig. 4

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 142

4/6

## ENGRANAJE CILINDRICO HELICOIDAL

COD. LOCAL:

$$C_p = D_p \cdot \pi$$

$$C_p = Z \cdot P_c$$

luego se tiene que:  $D_p \cdot \pi = Z \cdot P_c$

de donde: 
$$D_p = \frac{Z \cdot P_c}{\pi}$$

En el triángulo ABC, se cumple que:

$$\frac{\overline{CB}}{\overline{AB}} = \operatorname{tg} \alpha \quad \text{de donde:} \quad \overline{AB} = \frac{\overline{CB}}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Pero  $\overline{CB} = D_p \cdot \pi$  y  $\overline{AB} = P_h$

luego se tiene que: 
$$P_h = \frac{D_p \cdot \pi}{\operatorname{tg} \alpha} = D_p \cdot \pi \cdot \operatorname{cotg} \beta$$

El ángulo de la hélice que se considera es el correspondiente a la circunferencia primitiva.

*Diámetro exterior e interior.*

El diámetro exterior en las ruedas helicoidales se calcula de igual forma que en los engranajes rectos; sumándole al diámetro primitivo dos veces la altura de la cabeza del diente, lo cual queda expresado por la siguiente fórmula:

$$D_e = D_p + 2a$$

Pero  $a = M$ ; luego se tiene que:  $D_e = D_p + 2M$

Para el diámetro interior se tiene:

$$D_i = D_p - 2b$$

pero  $b = 1,25 M$  para  $\psi = 20^\circ$

$$b = 1,17 M \quad \text{para} \quad \psi = 14^\circ 30'$$

luego se tendrá:

$$D_i = D_p - 2 \times 1,25 M = D_p - 2,50 M$$

INFORMACION TECNOLÓGICA:

ENGRANAJE CILINDRICO HELICOIDAL

REFER.: HIT.142

5/6

COD. LOCAL:

$$D_i = D_p + 2 \times 1,17 M = D_p + 2,34 M$$

El fresado de los dientes de un engranaje helicoidal, se realiza con una fresa de módulo normal, correspondiente a un engranaje recto con un número de diente Z deducido de la siguiente fórmula:

$$Z_f = \frac{Z}{\cos^3 \alpha}$$

Donde  $Z_f$  = número ficticio de dientes

$Z$  = número de dientes de la rueda helicoidal

$\alpha$  = ángulo de inclinación de la hélice

Por ejemplo:

Si el engranaje helicoidal que se va a construir tiene 30 dientes

( $Z = 30$ ); módulo  $M = 2$  y  $\alpha = 20^\circ$

Se tendrá: 
$$Z_f = \frac{Z}{\cos^3 \alpha} = \frac{30}{\cos^3 20^\circ} = \frac{30}{(0,9)^3}$$

$$Z_f = \frac{30}{0,729} = 41$$

lo que nos indica que debemos elegir una fresa para una rueda de 41 dientes.

TABLA DE SIMBOLOS Y FORMULAS PARA LOS ENGRANAJES HELICOIDALES

SIMBOLOS	FORMULAS
$P_c$ = paso circunferencial	$P_c = \frac{P_n}{\cos \alpha} = \frac{M \cdot \pi}{\cos \alpha}$
$P_n$ = paso normal	$P_n = P_c \cdot \cos \alpha = M \cdot \pi$
$M$ = módulo normal	$M = \frac{P_n}{\pi}$

INFORMACION TECNOLOGICA:

ENGRANAJE CILINDRICO HELICOIDAL

REFER.: HIT.142

6/6

COD. LOCAL:

SIMBOLOS	FORMULAS
Mc = módulo aparente o circunferencial	$Mc = \frac{M}{\cos \alpha}$
Cp = circunferencia primitiva	$Cp = Dp \cdot \pi = Z \cdot Pc$
Dp = diámetro primitivo	$Dp = \frac{Cp}{\pi} = \frac{Z \cdot Pc}{\pi}$
De = diámetro exterior	$De = Dp + 2a = Dp + 2M$
Di = diámetro interior	$Di = Dp - 2b = Dp - 2,50M \text{ (Para } \psi = 20^\circ)$
	$Di = Dp - 2,34M \text{ (Para } \psi = 14^\circ 30' \text{ ó } 15^\circ)$
Z = número de dientes	$Z = \frac{Dp \cdot \pi}{Pc}$
Zf = número ficticio de dientes	$Z_f = \frac{Z}{\cos^3 \alpha}$
a = altura de la cabeza del diente	$a = M = \frac{Pn}{\pi}$
b = altura del pie del diente	$b = 1,25M \text{ para } \psi = 20^\circ$
	$b = 1,17M \text{ para } \psi = 14^\circ 30'$
$\alpha$ = ángulo de inclinación de la hélice	
$\Sigma$ = ángulo que forman los ejes de las ruedas	
Pn = paso de la hélice	$Pn = \frac{Dp \cdot \pi}{\operatorname{tg} \alpha} = Dp \cdot \pi \operatorname{Cotg} \beta$
h = altura del diente	$h = a + b = M + 1,25M = 2,25M$
	$h = a + b = M + 1,17M = 2,17M$

## INFORMACION TECNOLÓGICA:

REFER.: HIT. 144

1/4

## CORONA PARA TORNILLO SINFIN

COD. LOCAL:

La corona es una de las ruedas dentadas del sistema de engranaje tornillo sinfín-corona (fig. 1).

Puede ser un engranaje simple con dientes helicoidales o puede tener su llanta cóncava, adaptada a la forma del tornillo sinfín.

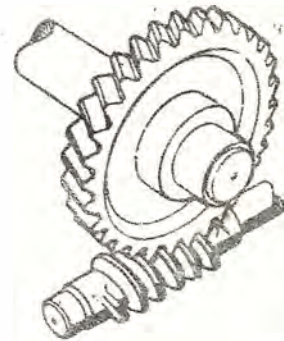


Fig. 1

*APLICACIONES*

La corona es generalmente la rueda conducida del sistema del tornillo sinfín-corona.

Este sistema se utiliza para relacionar ejes que se cruzan, normalmente a 90°.

Este sistema es muy aplicado para obtener grandes reducciones de velocidades y para transmitir grandes potencias.

*CONSTRUCCION*

La corona se construye en hierro fundido, materiales sintéticos y para grandes potencias, en bronces especiales.

La construcción correcta en la fresadora universal se hace desbastando los dientes con una fresa modular y luego se termina con una herramienta llamada creador, que tiene la forma del tornillo sinfín, pero con filetes provistos de dientes.

*TIPOS**Rueda cilíndrica helicoidal.*

Este tipo de rueda funciona también como corona para tornillo sinfín. Los contactos entre sus dientes y del sinfín, se hacen en apenas un punto, y por esto no son muy resistentes. Es aplicada cuando la potencia de la transmisión es muy reducida.

*Rueda helicoidal con chaflanes y llanta cóncava.*

En este tipo de rueda el engrane con el sinfín es más resistente, pues los contactos entre sus dientes y del sinfín se hacen en una línea. Es empleado en las transmisiones en que la potencia es considerable.

*Rueda helicoidal con llanta cóncava y sin chaflanes.*

En este tipo de corona, el contacto entre los dientes es mayor que en los casos anteriores. Por esta razón es más resistente y por esto es empleado en transmisiones de grandes potencias.