

# Instituto Politécnico

Universidad Nacional de Rosario Universidad Nacional de

## Máquinas Fresadoras

## 4º Año

Cód. 9403-19

Prof. Hernán Salazar  
Prof. Ricardo Rossi



## Taller de Mecánica I

Dpto. de Formación Tecnológica

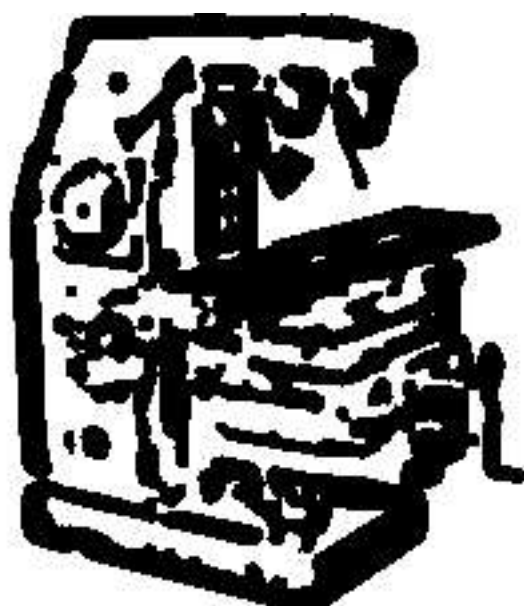
Masterización: RECURSOS PEDAGÓGICOS



---

# Máquinas Fresadoras

Sección Mecanizado



### Clasificación – Generalidades

---

#### **Introducción**

La máquina fresadora, es una máquina herramienta, con la cual se pueden realizar trabajos por extracción de viruta mediante una herramienta llamada fresa, provista de aristas cortantes dispuestas simétricamente alrededor de un eje, girando a velocidad constante, produciendo de esta manera el arranque del material que es empujado hacia ella. El movimiento de alimentación del material se produce a través de un desplazamiento lineal del mismo.

El movimiento principal de esta máquina es de rotación y esta dado por el giro de la herramienta; el movimiento de secundario es el de alimentación o avance, siendo este el desplazamiento de la pieza.

#### **Aplicación**

La utilización de la maquina fresadora, se puede reseñar en los siguientes trabajos generales:

- a) Planeado de superficies.
- b) Escuadrado de superficies.
- c) Ranurado sobre superficies cilíndricas y planas.
- d) Taladrado y mandrinado de agujeros.

Estas operaciones se verán más adelante a medida que se describan las distintas herramientas que se pueden utilizar en la máquina fresadora. Es de destacar que un mismo trabajo se puede realizar con distintas herramientas y con una herramienta se puede realizar distintos trabajos.

---

#### **Clasificación**

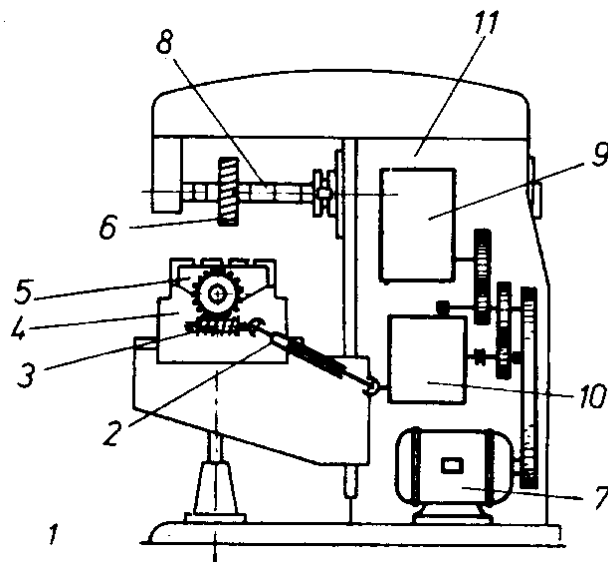
Dentro de la gran variedad de maquinas fresadoras estas pueden agruparse o clasificarse en tres grandes grupos, en función de la posición del eje principal dela máquina, teniendo en tal caso las maquinas fresadoras:

- a) Horizontales.
- b) Verticales.
- c) Mixtas.



### **Fresadora horizontal**

Es aquella que, como su nombre lo indica, tiene el eje principal o husillo en posición horizontal, las partes principales de la misma están descriptas en la Fig. 1 - 1.



1. Base
2. Eje de transmisión o avance
3. Ménsula o consola
4. Carro porta pieza
5. Mesa de trabajo
6. Fresa
7. Motor
8. Eje porta fresa
9. Caja de velocidades
10. Caja de avance
11. Bancada vertical o cuerpo

Figura 0-1 *Máquina fresadora horizontal*

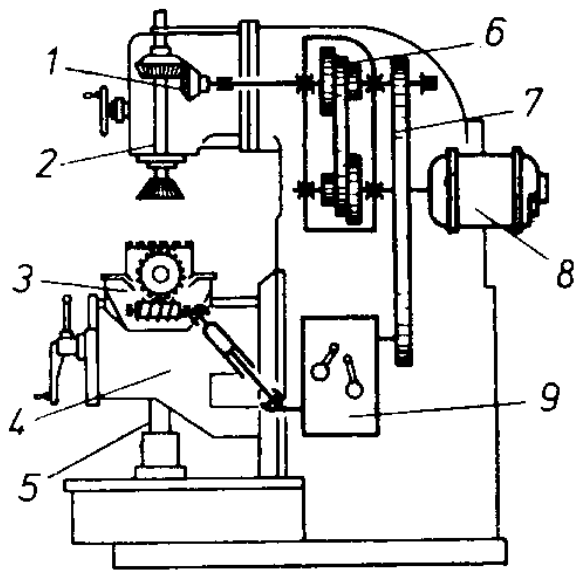
Esta fresadora toma el nombre de universal, cuando la mesa de trabajo puede girar alrededor de un eje vertical. En la mayoría de los casos estas máquinas tienen la posibilidad de desplazar la pieza en forma manual o automática.

### **Fresadora vertical**

En este caso el eje porta fresa se encuentra en sentido vertical y la misma está esquematizada en la Fig. 1 - 2

### **Fresadora mixta**

En esta fresadora el husillo o eje principal se puede orientar en cualquier posición, a través, de un cabezal universal (Fig. 1 - 3), generalmente estos cabezales aplicados a una fresadora horizontal universal, por lo que pueden denominarse a estas también fresadoras universales.



1. Ataque del eje principal
2. Eje principal
3. Mecanismo de avance de la ménsula
4. Ménsula
5. Husillo de traslación de avances
6. Cono poleas
7. Cadena de transmisión de avances
8. Motor
9. Caja cambio de avances

Figura 0-2 *Máquina fresadora vertical*

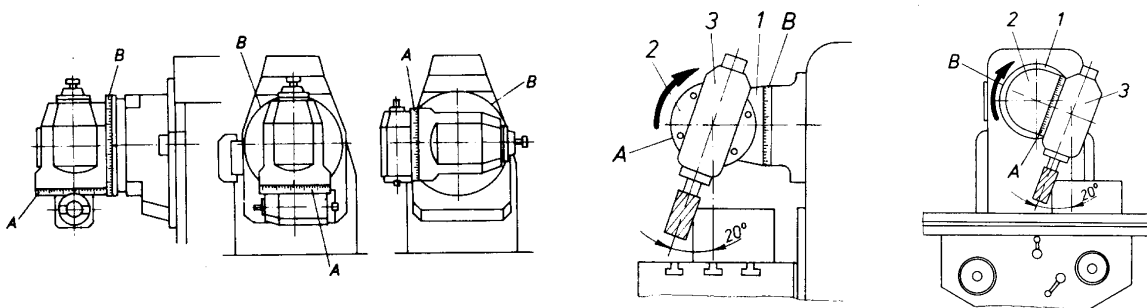


Figura 0-3 *Cabezal universal - Distintas posiciones de trabajo*

### Partes principales

Las partes principales que describiremos a continuación están basadas en una máquina fresadora universal y estas son:

- a) Cuerpo
- b) Puente
- c) Sistema de carro porta pieza
- d) Cabezal universal

### Cuerpo

Es un armazón o caja de fundición (Fig. 1 - 4) que por medio de una base se apoya y fija al piso. En el interior lleva los mecanismos para dar movimiento al eje principal y al sistema de carro porta pieza como se puede ver en la Fig. 1 - 1 y 1 - 2.

El hueco de la base suele utilizarse como depósito para el líquido refrigerante, en la parte superior del cuerpo se encuentran las guías para el puente y en el frente del mismo las guías de bancada para la ménsula

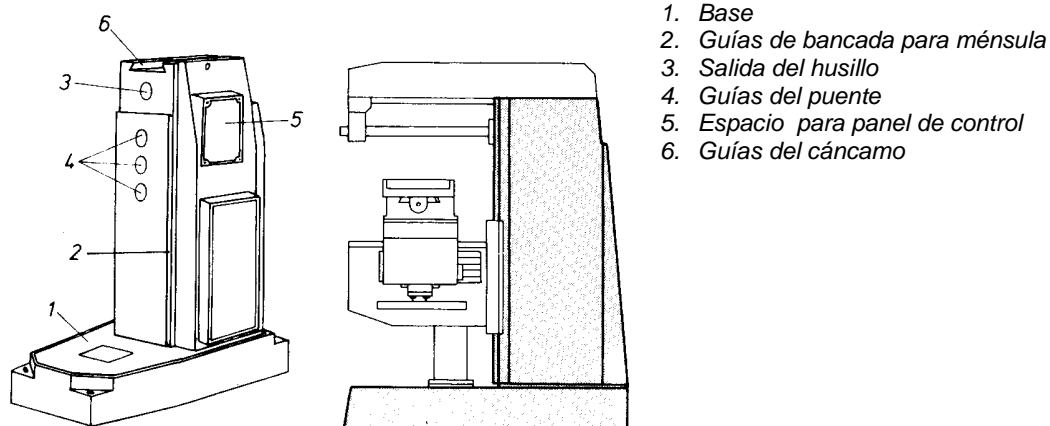


Figura 0-4 **Cuerpo**

El cuerpo generalmente esta realizado de fundición y dimensionado de tal manera que pueda soportar los esfuerzos de mecanizado, las guías de bancada y puente están tratadas térmicamente y rectificadas.

### **Puente**

Este elemento sirve de guía o apoyo al eje porta fresa o al cabezal universal, se puede deslizar a través de las guías que posee el cuerpo, en el extremo del puente se encuentra la luneta, que por medio de ella se toma al extremo en voladizo del eje porta fresa o cabezal universal dándole mayor rigidez al sistema.

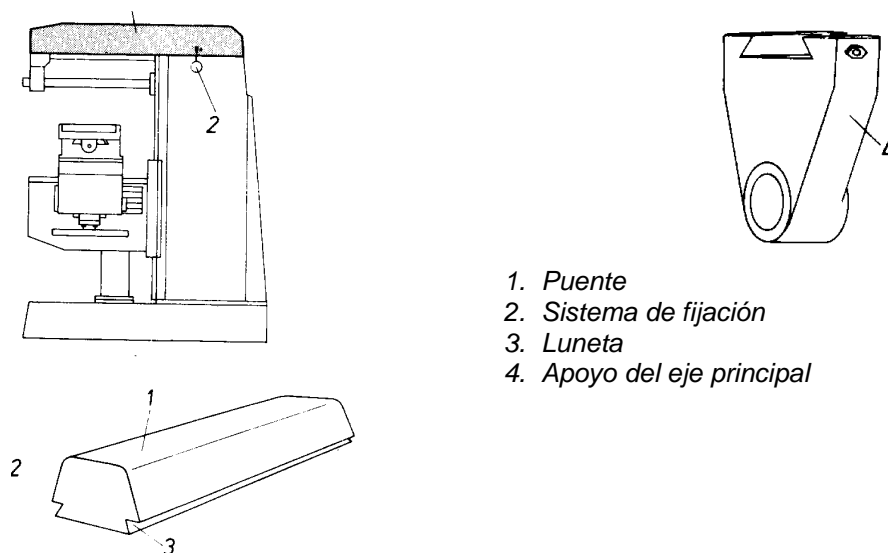


Figura 0-5 **Puente**

### Sistema de carro porta pieza

El sistema de carro porta pieza está compuesto por:

- a) Ménsula o carro vertical
- b) Carro transversal
- c) Carro longitudinal o mesa de trabajo

A través del sistema de carros porta pieza podemos desplazar a la misma en las tres direcciones vertical, transversal y longitudinal.

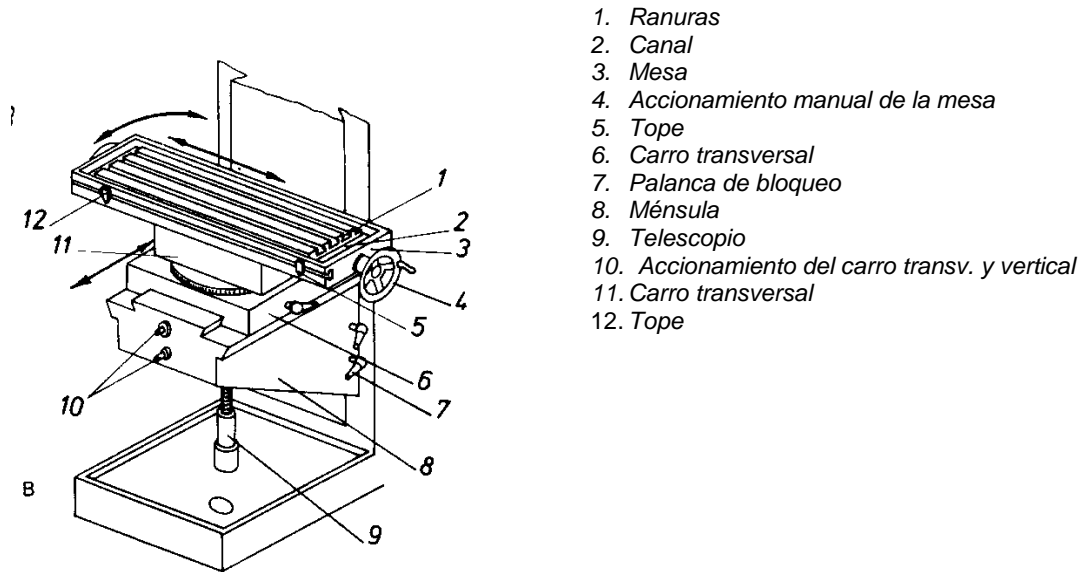


Figura 0-6 Sistema de carro porta pieza

### Ménsula

Se llama así al carro vertical que por medio de las guías, se acopla al cuerpo de la máquina. En la parte superior lleva las guías para el carro transversal. En el interior de la ménsula se alojan los mecanismos para el avance automático y manual de los distintos carros.

El desplazamiento de la ménsula (hacia arriba o abajo) se realiza por medio de un tornillo que se acciona con un volante o manivela que tiene un tambor graduado para controlar dicho desplazamiento.

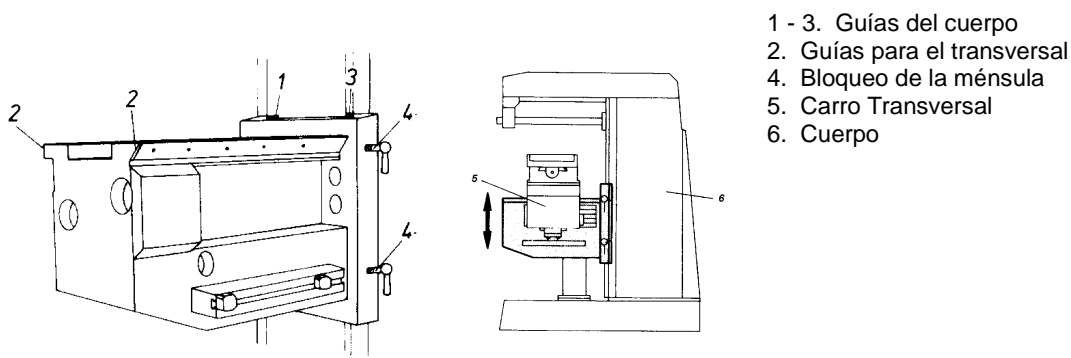


Figura 0-7 Ménsula



## **Carro Transversal**

Se denomina así, al conjunto de mecanismos que se desplazan en sentido paralelo al eje principal de la máquina, está formado por la consola y la placa giratoria.

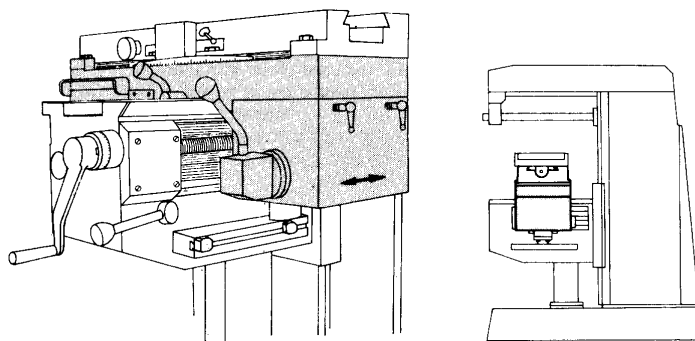


Figura 0-8 *Carro transversal*

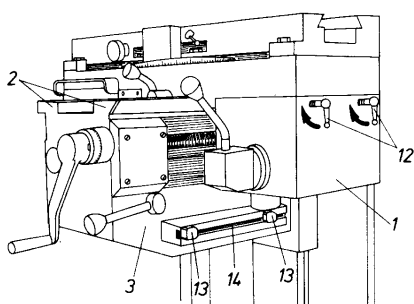
El carro transversal puede desplazarse a través de las guías de la ménsula. En la parte superior tiene una plataforma circular sobre la cual puede girar la placa giratoria, por medio de este conjunto se puede orientar la mesa de trabajo.

La placa giratoria tiene las guías para el desplazamiento de la mesa de trabajo o mesa porta pieza.

## **Mesa porta pieza**

Este elemento también toma el nombre de mesa de trabajo, se desplaza sobre las guías que están en la placa giratoria, para efectuar el desplazamiento se acciona un tornillo a través de una manivela, dicho desplazamiento podrá ser perpendicular al carro transversal u oblicuo a este si se ha girado la placa correspondiente.

Las piezas a mecanizar o los accesorios para tomar a esta, van apoyados en su superficie, en la misma se encuentran mecanizadas ranuras en forma de "T", en las cuales se pueden alojar las cabezas de los tornillos para el anclaje de los elementos que se apoyan en la mesa de trabajo.



1. Ranuras de fijación
2. Ranuras de recolección de refrigerante
3. Ranura para topes
4. - 5. Topes para el movimiento automático

Figura 0-9 *Mesa porta pieza*

## **Cabezal universal**

Entre otras tenemos el cabezal universal de pletinas ortogonales (Fig. 1-3) el mismo está compuesto por tres cuerpos, el primero va tomado al cuerpo de la máquina y es fijo con respecto a este, es el que recibe el movimiento del eje principal

de la máquina, sobre este primer elemento se encuentra el cuerpo "B"(Fig. 1-3-c), el cual puede girar sobre el anterior y sobre este tenemos el cuerpo "A" que puede girar sobre el cuerpo "B" (Fig. 1-3-B).

De esta manera el eje de la herramienta puede situarse en la posición que uno requiera, controlando los ángulos girados a través de escalas graduadas que tienen los cuerpos A y B.

## Herramientas

---

### Introducción

La herramienta que utiliza la máquina fresadora es una herramienta de filos múltiples llamada fresa, en casos excepcionales pueden utilizarse herramientas especiales de corte único (alesadores) o brocas.

El material con la cual están construidas las herramientas varían de acuerdo a la calidad de las mismas y la durabilidad que estas tengan, ya que la resistencia al desgaste de los aceros se incrementa con su dureza, dependiendo esta de la composición de los mismos.

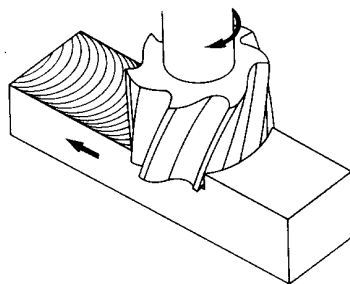
Las propiedades que deben conservar las herramientas de corte es una gran resistencia al desgaste, (dureza) y una buena tenacidad, estas características las debe mantener a elevadas temperaturas, ya que el calor producido en la extracción de viruta hace que se eleve considerablemente la temperatura en la zona de trabajo de la herramienta, los materiales que son capaces de mantener estas características a elevadas temperaturas son:

- a. los aceros al carbono
- b. los aceros aleados
- c. los aceros rápidos
- d. carburos metálicos

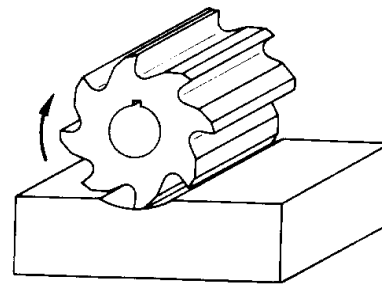
La propiedad de mantener la dureza a elevadas temperaturas va en aumento desde los aceros al carbono a los carburos metálicos, mientras que la fragilidad del material es en sentido contrario.

### Clasificación

La primer clasificación que se puede realizar en las fresas es por su tipo de corte, pudiendo ser este tangencial o frontal según sea la superficie generada, si la misma es paralela al eje de la herramienta será de corte tangencial, si por el contrario la superficie generada es perpendicular al eje de la herramienta esta será de corte frontal.



Corte frontal



Corte tangencial

Figura 0-1 *Distintos tipos de corte*

Otra forma de clasificar a las fresas es:

- a) por tipo de diente
- b) por aplicación
- c) por sistema de sujeción

Es importante destacar, antes de iniciar una descripción de las distintas herramientas, que un mismo trabajo puede realizarse con distintas herramientas, como así también que un mismo tipo de herramienta puede tener dimensiones muy variadas y aplicaciones diversas.

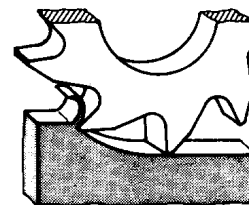
### Fresas según el tipo de diente

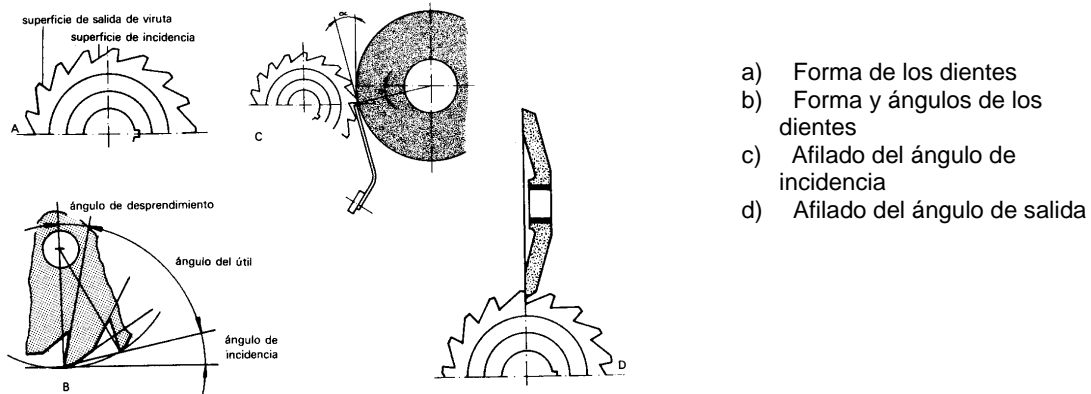
Según esta clasificación se pueden tener tres grandes grupos:

- a) fresa con dientes fresados
- b) fresa con dientes destalonados
- c) fresa con dientes postizos

### Fresa de dientes fresados

Los dientes fresados se afilan por su superficie de incidencia y de salida de viruta, es la fresa más corriente utilizándose para superficies planas o quebradas, el filo puede ser recto o helicoidal.





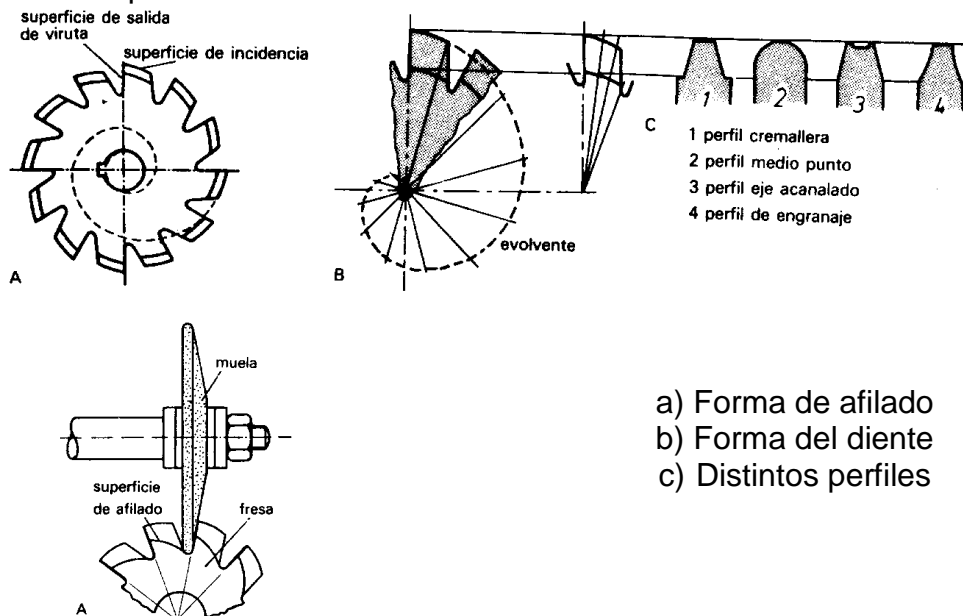
- a) Forma de los dientes
- b) Forma y ángulos de los dientes
- c) Afilado del ángulo de incidencia
- d) Afilado del ángulo de salida

Figura 0-2 **Fresas de dientes fresados**

### Fresas de dientes destalonados

Estas herramientas se afilan por la cara de desprendimiento, por lo que no varía la forma del perfil de la herramienta.

Los dientes destalonados tienen una superficie de incidencia curva. Para ciertos trabajos es necesario que la herramienta reproduzca su perfil en la pieza, esto se logra con este tipo de herramienta por lo que también se denominan herramientas de perfil constante.

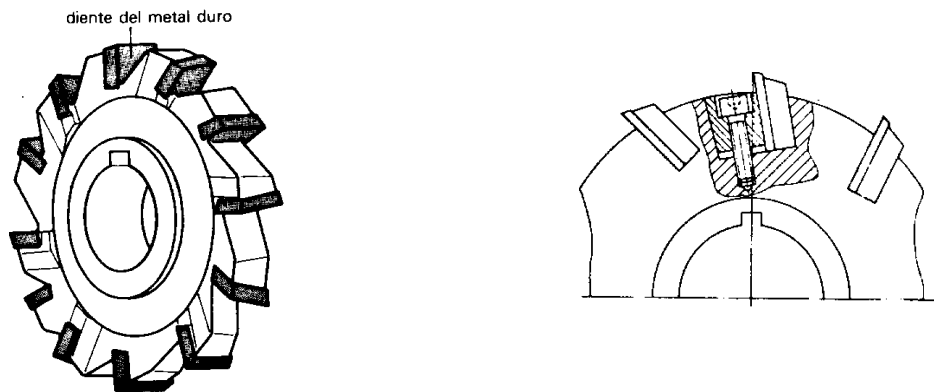


- a) Forma de afilado
- b) Forma del diente
- c) Distintos perfiles

Figura 0-3 **Fresa de diente destalonado**

### Fresas de dientes postizos

Estas fresas pueden tener los dientes (llamados también insertos), soldados o tomados por medio de cuñas y tornillos al cuerpo de la herramienta, puede tomar el nombre de porta inserto.



Fresa con dientes soldados

Fresas con dientes tomados por cuñas y tornillos

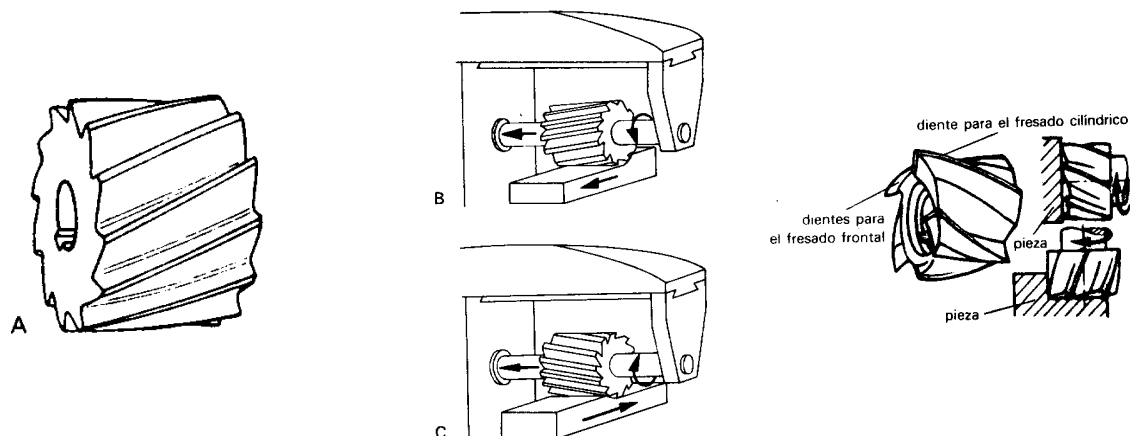
Figura 0-4 **Fresas de dientes postizos**

Estas herramientas tiene una mayor capacidad de corte debido al material con que estas construidos los elementos de corte (insertos), el mismo es C.W. (carburo de tungsteno) o más conocido como widia, en este tipo de fresas generalmente los dientes o filos deteriorados no se afilan ya que al ser estos posibles de remover se lo recambian.

### Clasificación por su aplicación

#### Fresas para mecanizar superficies planas

Pueden ser de corte frontal o de corte tangencial (Fig. 2-5) las de corte tangencial pueden tener los dientes helicoidales para disminuir el esfuerzo de corte, en tal caso es necesario tener en cuenta el montaje de la misma para evitar la fuerza axial generada en el corte cause un desplazamiento de a herramienta



Fresa tangencial de planear helicoidal

Montaje para evitar el desplazamiento

Fresa frontal

Figura 0-5 **Fresas de planear**

Para evitar esto se pueden montar dos herramientas iguales, pero con distintas inclinación del filo (sentido de la hélice).

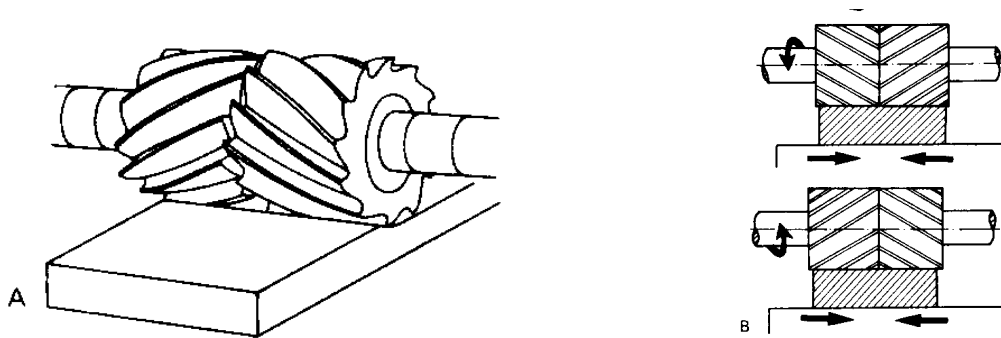


Figura 0-6 *Fresas dobles de planear*

### Fresas para ranurar

Se denominan así a las herramientas que se utilizan para realizar ranuras rectas, estas pueden tener tres, dos o una cara de trabajo o corte.

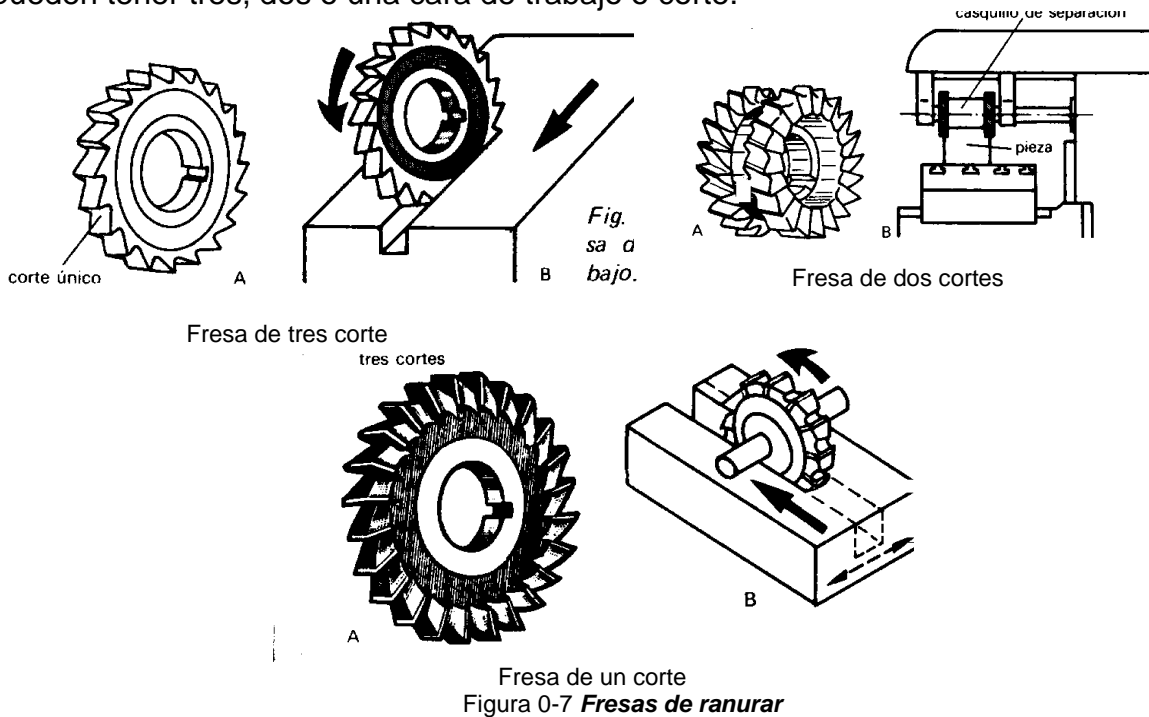


Figura 0-7 *Fresas de ranurar*

### Fresas para trabajos específicos

Dentro de este título genérico vamos a agrupar a las distintas herramientas que realizan los distintos tipos de trabajos que se pueden realizar en la máquina fresadora

Entre muchas podemos destacar:

- Fresas para mecanizar herramientas (Fig. 2-8)
- Fresas para ranurar en "T"(Fig. 2-9)
- Fresas para ranuras en cola de milano (Fig. 2-10)
- Fresas para chaveteros (Fig. 2-11)
- Fresas sierras de disco (Fig. 2-12)
- Fresas para avellanar (Fig. 2-13)



g) Fresas para tallar engranajes (Fig. 2-14)

h) Fresas de forma (Fig. 2-15)



Figura 0-8 Fresas para herramientas

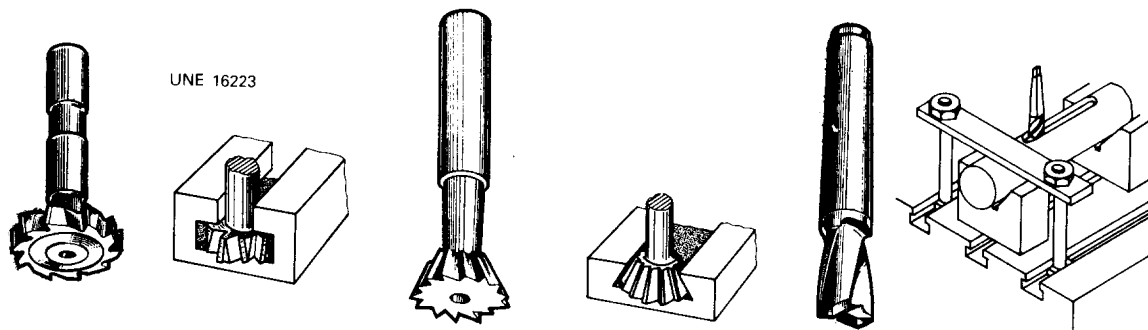


Figura 0-9 Fresas para ranuras

Figura 0-10 Para cola de milano

Figura 0-11 Para chaveteros

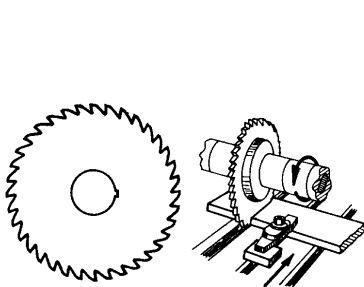


Figura 0-12 Sierra

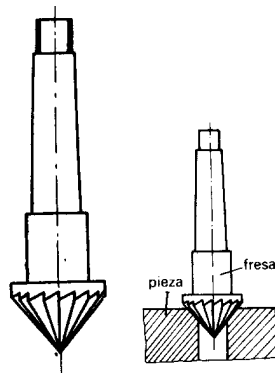


Figura 0-13 De avellanar

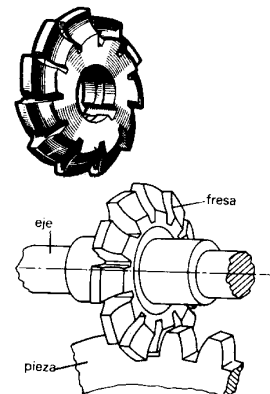


Figura 0-14 Para engranajes

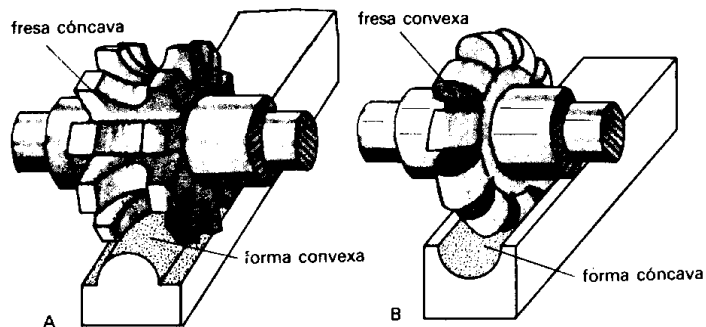
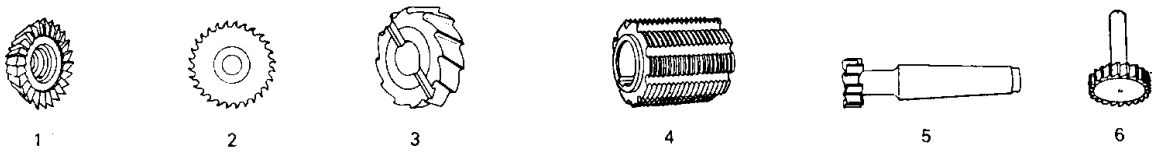


Figura 0-15 De forma  
Distintos tipos de fresas según su aplicación

### Sujeción de la herramienta

Las herramientas que se aplican en la máquina fresadora pueden clasificarse también por su forma de sujeción a la misma, estas pueden efectuarse a través de:

Sujeción por:	Agujero	Roscado (1)	Sin chavetero (2)
		Liso	Con chavetero transv. (3)
	Mango	Cónico (5)	Con tirador
		Cilíndrico (6)	Sin tirador



De acuerdo al tipo de sujeción que tenga la herramienta, esta podrá aplicarse directamente en el husillo, o en algún tipo de mandril porta fresa.

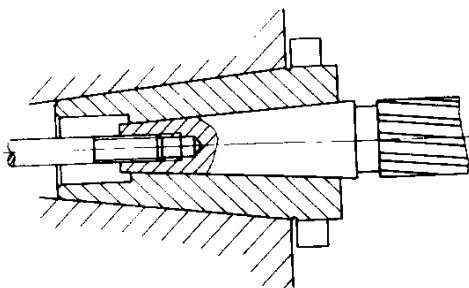


Figura 0-16 **Con cola cónica**

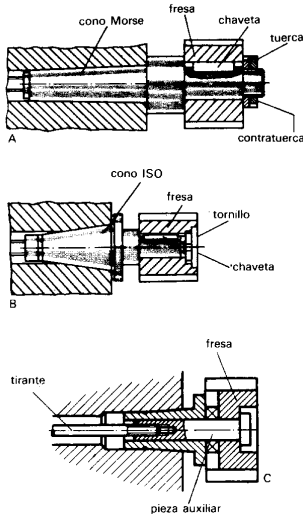


Figura 0-18 **Distintos tipos de mandriles**  
Distintos tipos de montaje

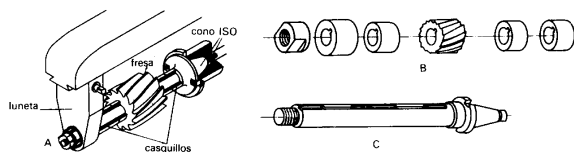


Figura 0-17 **En el eje principal**

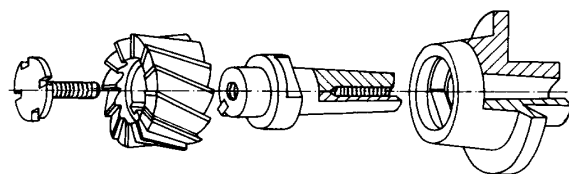


Figura 0-19 **Sobre mandril**

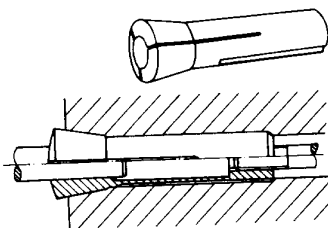


Figura 0-20 **Cola cilíndrica tomada con pinzas**



## Trabajos característicos

### Velocidad de corte y avance

En el momento de preparar un trabajo en la máquina fresadora es preciso tener establecido previamente como ser: algunos parámetros:

- a) Velocidad de corte
- b) Velocidad de avance
- c) Sujeción de la pieza

### Velocidad de corte

Se define como la velocidad de los puntos periféricos de la fresa que están en contacto con la pieza a mecanizar. La velocidad de corte es una velocidad lineal expresada en m/min. que debemos convertir a velocidad angular (R.P.M.), ya que la herramienta tiene movimiento de giro, la relación es:

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \text{ m/min} \quad , \quad n = \frac{1000 v_c}{\pi d} \text{ [r.p.m.]}$$

En donde:

$v_c$  = velocidad de corte [m/min]

$d$  = diámetro de la herramienta [mm]

$n$  = número de revoluciones por minuto [r.p.m.]

La velocidad de corte se fija en función de:

- a) Calidad de la herramienta
- b) Calidad del material que se trabaja
- c) Fijación de la pieza
- d) Fijación de la herramienta

Todo esto hace a la durabilidad de la herramienta contribuyendo a ella una adecuada lubricación, en la siguiente tabla se tienen valores de orientación para fresas de acero rápido:

Material a trabajar	Fresas fresadas	Destalonadas	Sierra
Acero hasta 80 kg./mm <sup>2</sup>	18 - 25	16 - 22	18 - 22
Acero más de 80 kg./mm <sup>2</sup>	16 - 22	14 - 20	14 - 18
Fundición 180 Br	18 - 24	16 - 20	14 - 20
Metales ligeros	150 - 200	100 - 160	100 - 160
Latón y bronce	40 - 60	30 - 50	30 - 50

Si el resultado de  $n$  no se ajusta al atabla de máquina se seleccionara la inferior más próxima.

### Velocidad de avance

En las operaciones de fresado se denomina avance al desplazamiento rectilíneo relativo entre la pieza y la herramienta, la unidad de este desplazamiento es mm/min. o mm/vuelta, es normal expresar este desplazamiento de diversas maneras:

a) Avance por diente: es el desplazamiento lineal que tendrá la pieza cuando un diente gire una vuelta completa.

$$A_v = a_z Z$$

En donde:

$A_v$  = avance en mm. por vuelta

$a_z$  = avance en mm. por diente

$Z$  = número de dientes

b) Avance por minuto: es el desplazamiento rectilíneo de la pieza en minuto.

$$A_m = a_z Z n = A_v n$$

En donde:

$a_z$  = avance en mm por vuelta

$Z$  = número de dientes

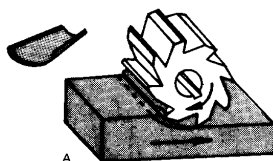
$n$  = número de revoluciones por minuto

### Sentido de avance

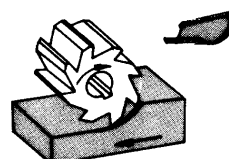
En el momento de establecer el avance no solo hay que tener en cuenta la velocidad sino el sentido, ya que se puede tener dos desplazamientos relativos posibles

a) En oposición

b) En paralelo



a) en oposición



b) en paralelo

Figura 0-1 *Movimientos relativos entre pieza y herramienta*

En el trabajo que realiza una herramienta de corte frontal podemos tener en forma simultánea los dos movimientos relativos.

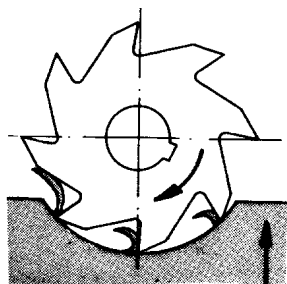


Figura 0-2 *Movimiento relativo en una herramienta frontal*

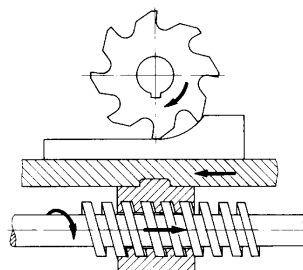


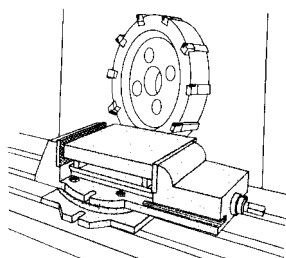
Figura 0-3 *Movimientos relativos en oposición*

El movimiento normal es el de oposición, ya que si se trabaja en paralelo la pieza es arrastrada por la herramienta (Fig. 3-3), lo que produciría golpes entre la tuerca y el tornillo del carro que adelantaría su desgaste, además de tener una inadecuada terminación superficial. En los casos que la máquina tuviese dispositivos para restringir el juego entre tornillo y tuercas podría llegar a trabajar en paralelo.

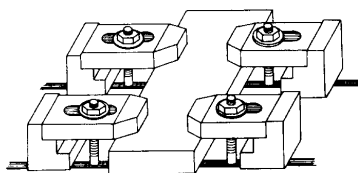
### Sujeción de la pieza

La sujeción de la pieza en la máquina fresadora se efectúa sobre la mesa porta pieza, pudiéndose realizar a través de:

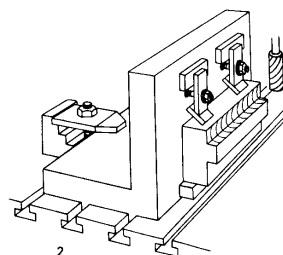
- Morsas
- Con bridas sobre la mesa de trabajo
- Con brida y escuadras
- Con dispositivos especiales
- Entre puntas



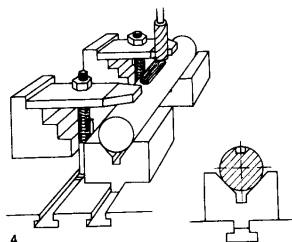
a) Sujeción con morsa



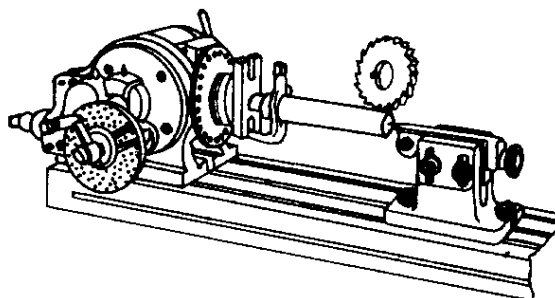
b) Sujeción con brida sobre la mesa de trabajo



c) Sujeción con brida y escuadra



f) Con dispositivos especiales

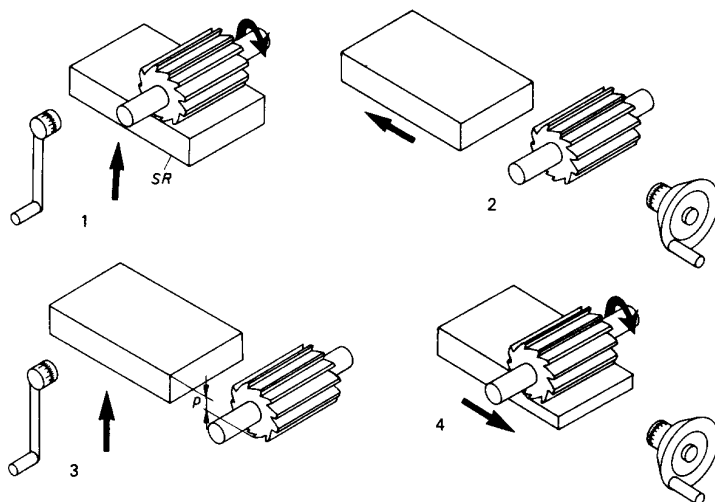


e) Sujeción entre puntas

Figura 0-4 *Distintas sujeciones de la pieza*

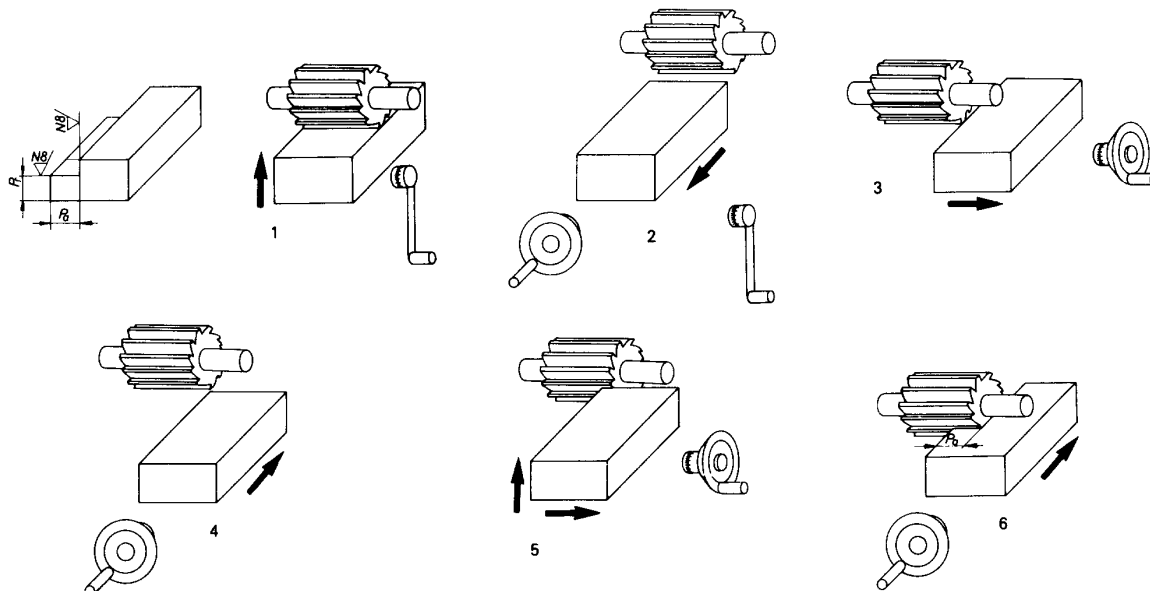
### Ejemplo de puesta a punto

#### Aplanado



1. Se sube la pieza hasta que roce a la herramienta se establece el cero en el desplazamiento vertical.
2. Se retira la pieza con el carro longitudinal.
3. Se da la profundidad de pasada.
4. Se realiza la pasada de trabajo.

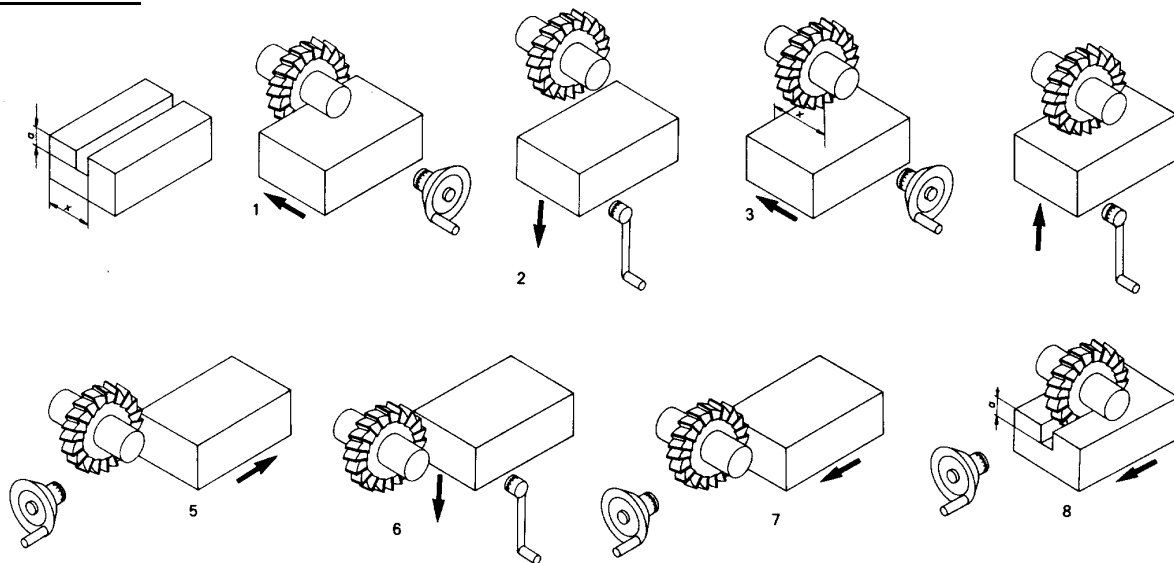
#### Escuadrado o aplanado con resalte





1. Se hace contacto con la pieza, se pone el tambor en cero.
2. Se retira la pieza y se da la profundidad de pasada.
3. Se hace contacto lateral, se pone cero en el carro transversal.
4. Se retira la pieza.
5. Se desplaza los carros las dimensiones R y Pa.
6. Se realiza el trabajo

## Ranurado



1. Hacer contacto lateral.
2. Bajar la pieza.
3. Desplazar la pieza de acuerdo al requerimiento.
4. Hacer contacto sobre la superficie de la pieza.
5. Retirar la pieza.
6. Dar la profundidad de pasada.
7. En caso de tener la ranura un largo definido se hace contacto con la pieza.
8. Se realiza la pasada

En el caso de una pieza cilíndrica el centrado de la herramienta se realiza como lo indica la Fig. 3-5.

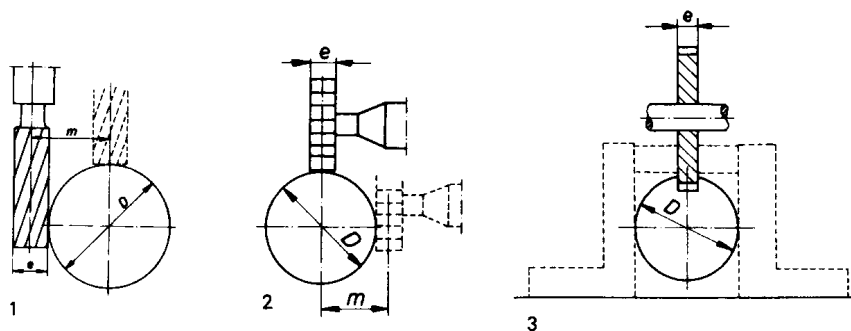


Figura 0-5

### Aparatos divisores

Uno de los accesorios más utilizados en la máquina fresadora para la sujeción de la piezas es el aparato divisor, que se emplea, para girar la pieza de manera controlada y lograr de esta manera hacer divisiones (tallado de ranuras o superficies planas) sobre superficies cilíndricas, que pueden o no ser equidistantes.

### Clasificación

La clasificación de los aparatos divisores esta efectuada según el mecanismo para controlar giro de la pieza.

Aparatos divisores	Directo	Simple Diferencial
	Compuest o	

Otra clasificación es según la posición del eje principal o porta pieza, pudiendo estar en posición horizontal o vertical, en algunos se puede dar la inclinación que se requiera, en tal caso se tiene el cabezal horizontal, vertical y universal respectivamente.

### Aparato divisor directo

Este aparato está compuesto de un cuerpo dentro del cual se encuentra un eje giratorio, en un extremo del mismo tiene el sistema para tomar o arrastrar a la pieza, cuando este gire. En el extremo opuesto tiene una manivela con la cual se hace girar el eje, a través de un índice y un plato con perforaciones equidistantes (llamado plato divisor) se puede controlar el giro de la pieza.

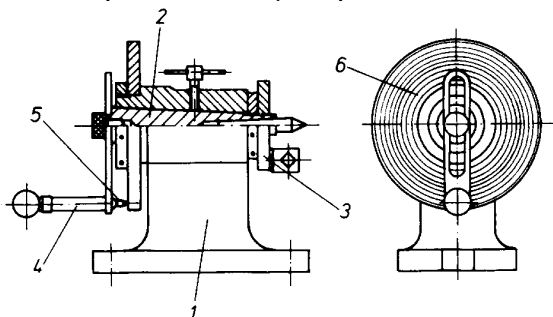


Figura 0-1 *Aparato divisor simple*

1. Cuerpo
2. Eje
3. Plato
4. Manivela
5. Índice
6. Plato divisor

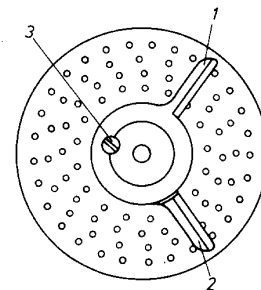


Figura 0-2 *Disco divisor con compás*

**Aplicación:** Para dividir una circunferencia en una determinado número de partes iguales, se busca en el plato divisor una circunferencia que tenga un numero de agujeros que sea múltiplo de la cantidad de divisiones que se han de efectuar.

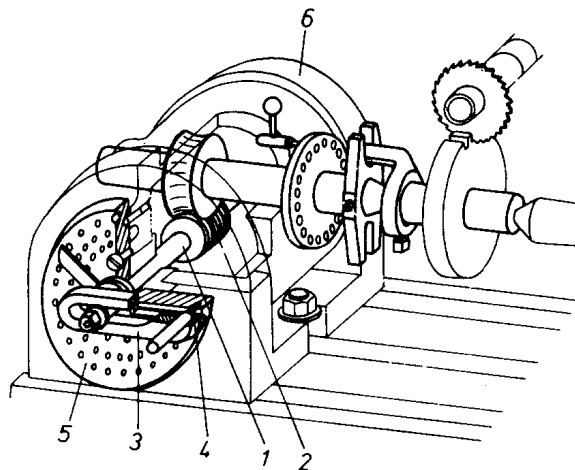
Se hace coincidir el índice con uno de los agujeros de dicha circunferencia, se efectúa la primera división, y luego se gira la manivela de manera tal que el índice se desplaza tantas divisiones como unidades tiene el cociente entre el número total de divisiones en el plato y el número de divisiones a efectuar en la pieza.

Para no tener que repetir el conteo de la cantidad de agujeros a desplazarse se utiliza sobre el disco divisor un compás, al cual se le puede graduar la abertura de sus brazos (1 y 2) y fijar con un tornillo (3).



### **Aparato divisor compuesto simple**

Este aparato logra realizar el giro de la pieza a través de un sistema de tornillo sin fin y corona helicoidal, de manera tal que al girar el tornillo accionado por una manivela hace girar a la corona que es solidaria al eje porta pieza. La relación de giro o transmisión es de 1:40, lo que significa que para girar una vuelta completa a la pieza debemos girar 40 vueltas a la manivela, a esta relación la llamamos constante del aparato.



1. Tornillo sin fin
2. Corona helicoidal
3. Manivela
4. Índice
5. Plato divisor
6. Cuerpo

Figura 0-3 *Aparato divisor compuesto simple*

**Aplicación:** Se forma una fracción, la cual tendrá como numerador la constante del aparato y como denominador el numero de divisiones a realizar, de ser posible se reduce dicha fracción a numero mixto, esto me indicará el numero de vueltas que debo girar la manivela

$$\text{N}^{\circ} \text{ de vueltas manivela} = \frac{\text{Constante del aparato}}{\text{N}^{\circ} \text{ de div. a realizar}} = \frac{40}{\text{N}^{\circ} \text{ de div. a realizar}}$$

### **Ejemplo**

Realizar 6 ranuras equidistantes sobre una superficie cilíndrica.

K = 40 (constante del aparato divisor)

Nº de divisiones a realizar = 6

$$\frac{K}{\text{N}^{\circ} \text{ Div.}} = \frac{40}{6} = 6 \frac{2}{3}$$

Significa que para realizar cada ranura y girar a la pieza 1/6 de vuelta, se deben realizar 6 vueltas completas con la manivela y 2/3 de vuelta más. Esta fracción de vuelta se controla por medio del disco divisor, en nuestro caso tenemos dos discos con las siguientes perforaciones:

Disco divisor A: 30 - 41 - 43 - 48 - 51 - 57 - 69 - 81 - 91 - 99 - 117

Disco divisor B: 38 - 42 - 47 - 49 - 53 - 59 - 77 - 87 - 93 - 111 - 119

La fracción se multiplica por un número de tal manera que el denominador pertenezca a la lista anterior.

$$6 \frac{2}{3} \times \frac{10}{10} = 6 \frac{20}{30}$$

Lo que significa que se debe girar 6 vueltas completas y desplazarse 20 perforaciones en la circunferencia de 30 (perteneciente al disco divisor A). La fracción de vuelta se indica sobre el disco divisor mediante el compás, con el cual a través de brazos o dedos deben estar comprendidos  $n + 1$  perforaciones, siendo  $n$  el numerador de la fracción.

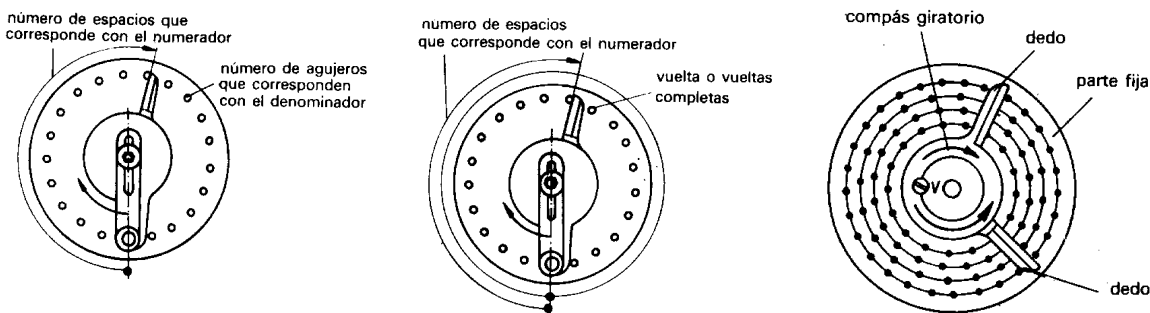
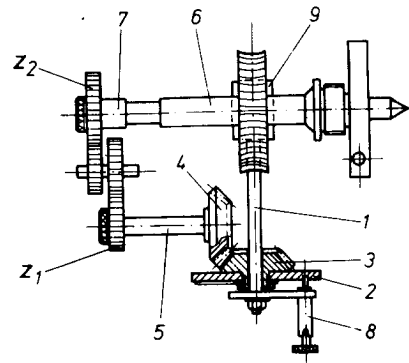
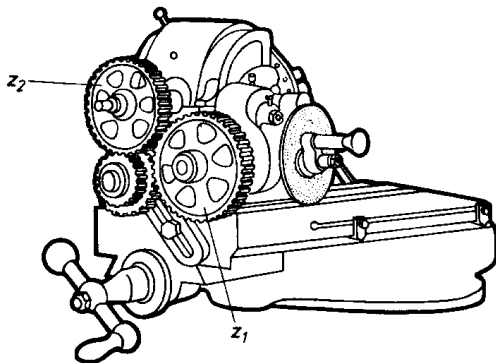


Figura 0-4 *Detalles del disco divisor*

### Aparato divisor compuesto

En los casos que no se puedan realizar las divisiones con los aparatos divisores anteriores, se recurre a este, en el mismo se combina el giro de la manivela con el movimiento del disco divisor mediante un sistema de engranajes que es accionado por el eje porta pieza.



1. Eje de la manivela
2. Disco divisor
3. Engranaje cónico
4. Engranaje cónico

5. Eje secundario
6. Eje porta pieza
7. Eje auxiliar
8. Índice

9. Tornillo sin fin
- Z<sub>1</sub> Engranaje conductor
- Z<sub>2</sub> Engranaje conducido

Figura 0-5 *Aparato divisor diferencial*

### **Ejemplo:**

Supongamos que se quiere realizar 53 divisiones y no se disponga de un disco divisor que tenga un número de perforaciones con que se pueda solucionar dicho problema con los métodos anteriores. En este caso, para aplicar el sistema diferencial se debe tomar un número ficticio  $Z'$  próximo al número real  $Z$ , se calcula el número de vueltas para  $Z'$ , veamos:

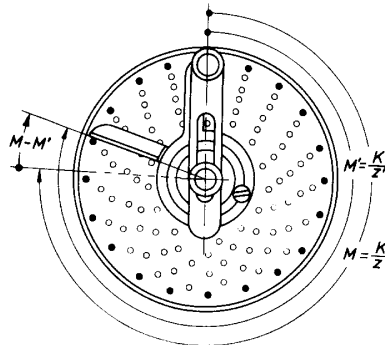


$$Z_f = 50$$

$$Z_r = 53$$

$$N^{\circ} \text{ de vueltas} = \frac{K}{Z_f} = \frac{40}{50} = \frac{4}{5} = \frac{16}{20}$$

Supongamos tener un disco con 20 perforaciones se marca con el compás el numero de perforaciones correspondientes (21).



Si estuviese fijo el disco divisor el ángulo girado por la manivela será  $M'$  de esta manera se realizara  $Z_f$  divisiones sobre la pieza. Pero si por la acción del tren de engranaje que combina el movimiento de la pieza con el del disco divisor, provocamos un giro de este ultimo igual a  $M - M'$  se logra que la manivela gire un ángulo  $M$  correspondiendo a  $Z$  divisiones, para ello se debe calcular el  $n^{\circ}$  de dientes de los engranajes  $Z_1$  y  $Z_2$  con la siguiente expresión

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{K (Z_f - Z_r)}{Z_f}$$

Esta fracción puede dar negativa dependiendo del número real es menor o mayor que el número ficticio, el significado del signo será el sentido del giro del disco divisor en relación con la manivela si:

Signo (-)  $Z_f$  es menor a  $Z_r$  el disco divisor debe girar en sentido contrario al de la manivela (Fig. 4-6-A), para ello se debe colocar un numero par de ejes en el tren de engranajes.

Signo (+)  $Z_f$  es mayor a  $Z_r$  el disco divisor debe girar en el mismo sentido que la manivela (Fig. 4-6-B) para ello se debe colocar un número impar de ejes en el tren de engranajes.

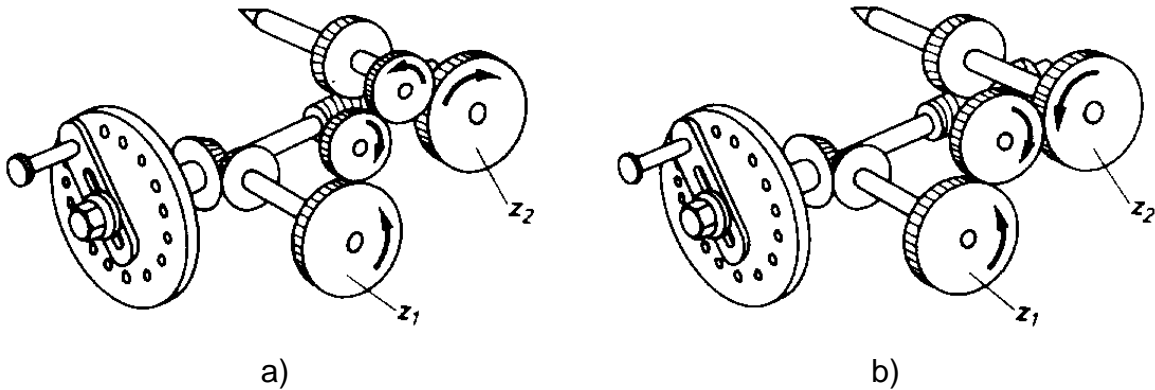


Figura 0-6

En nuestro ejemplo:

$$\frac{Z_2}{Z_1} = \frac{40 (50 - 53)}{50} = - \frac{12}{5}$$

Esta fracción se debe multiplicar por un número tal que el numerador y denominador pertenezcan al listado de los engranajes de recambio.

Engranajes de recambio:

23 - 24 - 25 - 26 - 27 - 28 - 29  
30 - 32 - 34 - 36 - 37 - 38  
40 - 41 - 42 - 43 - 44 - 44 - 45 - 46 - 47 - 48 - 49  
50 - 52 - 54 - 55 - 56 - 58  
60 - 62 - 63 - 64 - 68  
70 - 72 - 76  
86  
98  
100

En nuestro caso deberemos colocar como engranaje conducido uno que tenga 60 dientes y en el engranaje conductor uno que tenga 30 dientes, con un número par de ejes en el tren de engranajes



# Índice

## Contenido

<b>1. CLASIFICACIÓN - GENERALIDADES</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1.1.1 Aplicación .....	2
<b>1.2 CLASIFICACIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.2.1 Fresadora horizontal .....	3
1.2.2 Fresadora vertical .....	3
1.2.3 Fresadora mixta .....	3
<b>1.3 PARTES PRINCIPALES</b> .....	<b>4</b>
1.3.1 Cuerpo .....	4
1.3.2 Puente .....	5
1.3.3 Sistema de carro porta pieza .....	6
1.3.3.1 Ménsula .....	6
1.3.3.2 Carro Transversal .....	7
1.3.3.3 Mesa porta pieza .....	7
1.3.4 Cabezal universal .....	7
<b>2. HERRAMIENTAS</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2 CLASIFICACIÓN</b> .....	<b>8</b>
2.2.1 Fresas según el tipo de diente .....	9
2.2.1.1 Fresa de dientes fresados .....	9
2.2.1.2 Fresas de dientes destalonados .....	10
2.2.1.3 Fresas de dientes postizos .....	10
2.2.2 Clasificación por su aplicación .....	11
2.2.2.1 Fresas para mecanizar superficies planas .....	11
2.2.2.2 Fresas para ranurar .....	12
2.2.2.3 Fresas para trabajos específicos .....	12
2.2.3 Sujeción de la herramienta .....	14
<b>3. TRABAJOS CARACTERÍSTICOS</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1 VELOCIDAD DE CORTE Y AVANCE</b> .....	<b>15</b>
3.1.1 Velocidad de corte .....	15
3.1.2 Velocidad de avance .....	15
3.1.2.1 Sentido de avance .....	16
<b>3.2 SUJECIÓN DE LA PIEZA</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3 EJEMPLO DE PUESTA A PUNTO</b> .....	<b>18</b>
3.3.1 Aplanado .....	18
3.3.2 Escuadrado o aplanado con resalte .....	18
3.3.3 Ranurado .....	19
<b>4. APARATOS DIVISORES</b> .....	<b>20</b>
<b>4.1 CLASIFICACIÓN</b> .....	<b>20</b>
4.1.1 Aparato divisor directo .....	20
4.1.2 Aparato divisor compuesto simple .....	21
4.1.3 Aparato divisor compuesto .....	22
<b>5. INDICE</b> .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>5.1 CONTENIDO</b> .....	<b>25</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>26</b>

### **Bibliografía**

#### **Máquinas Herramientas**

Tomas Vidondo

Joaquín Oms

Claudino Álvarez

Editorial Bruño

#### **Máquinas Herramientas Modernas**

Mario Rossi

Editorial Hoepli

#### **Manual del Constructor de Máquinas**

H. Dubbel

Editorial Labor

