

# 1.- CLASIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTAS.

Las máquinas-herramientas tienen la misión fundamental de dar forma a las piezas por arranque de material.

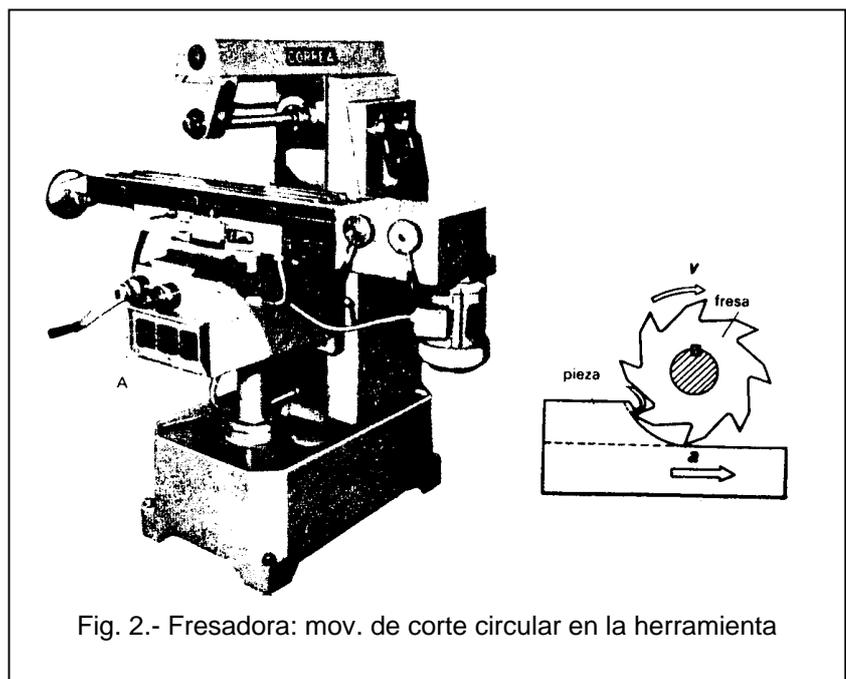
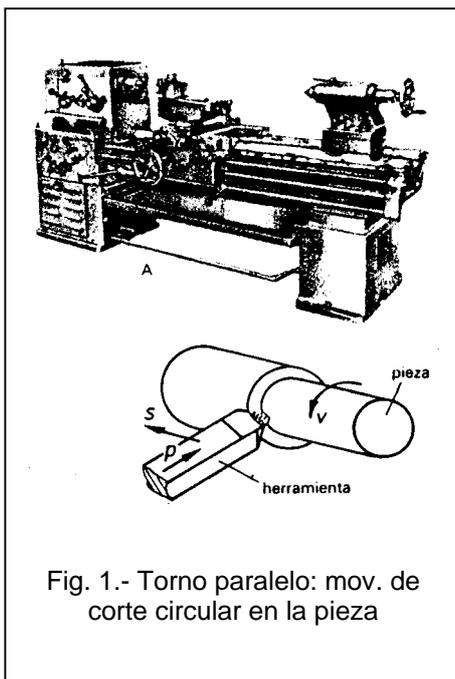
El arranque de material se realiza gracias a una fuerte presión de la herramienta sobre la superficie de la pieza, estando:

- bien la **PIEZA**,
- bien la **HERRAMIENTA**
- o bien la **PIEZA** y la **HERRAMIENTA**

animadas de movimiento.

Según sea la naturaleza del movimiento de corte, las máquinas-herramientas se clasifican en:

- Máquinas-herramientas de movimiento circular.
  - Con el *movimiento de corte en la pieza*: Torno paralelo, torno vertical, ... (Fig. 1)
  - Con el *movimiento de corte en la herramienta*: Fresadora, taladradora, mandrinadora, ... (Fig. 2)
- Máquinas-herramientas de movimiento rectilíneo: Cepillo, mortajadora, brochadora, ... (Fig. 3)



Las máquinas-herramientas de movimiento circular tienen una mayor aplicación en la industria debido a que su capacidad de arranque de material es superior a las máquinas con movimiento de corte rectilíneo y por tanto su rendimiento.

Lo mismo las máquinas de movimiento rectilíneo que las de movimiento circular se pueden **“controlar”**:

- Por un operario (máquinas manuales).
- Neumática, hidráulica o eléctricamente.
- Mecánicamente (por ej. Mediante levas).
- Por computadora (Control numérico: CN)

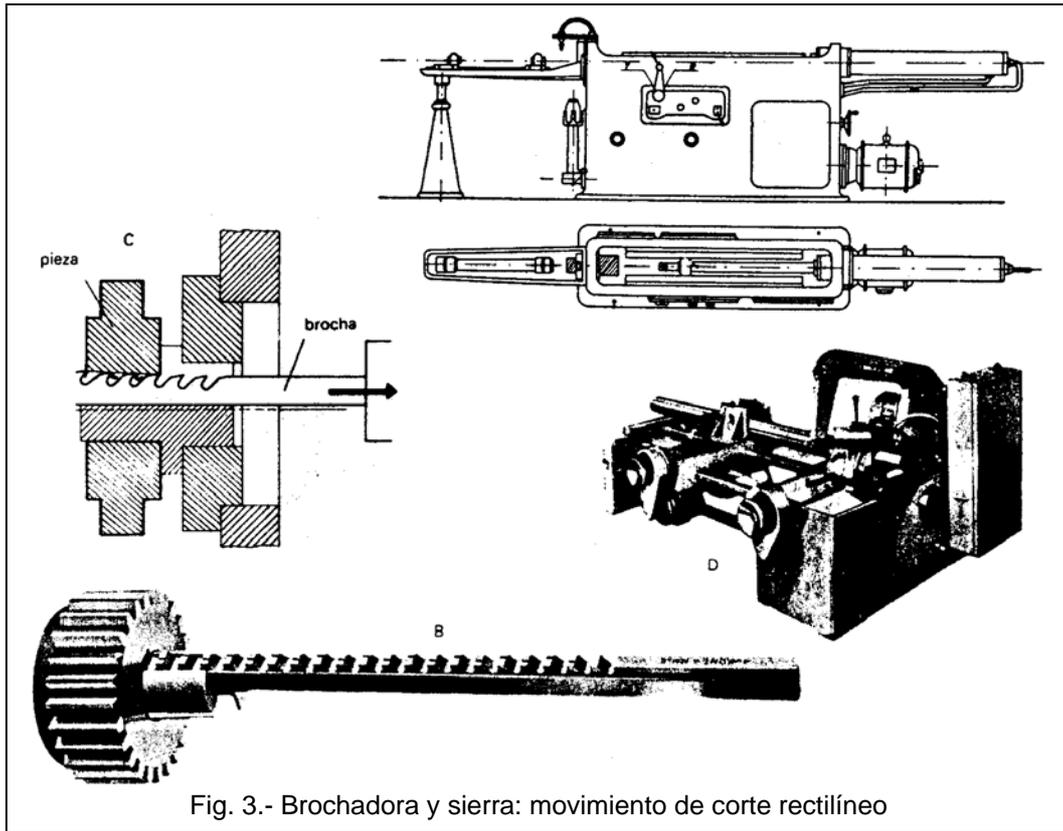


Fig. 3.- Brochadora y sierra: movimiento de corte rectilíneo

## 2.- EL MECANIZADO POR ARRANQUE DE MATERIAL.

Para que se produzca el corte de material, es preciso que

- la herramienta y la pieza
- la herramienta
- o la pieza

estén dotados de unos

**movimientos de trabajo**

y de que estos movimientos de trabajo tengan una

**velocidad.**

Los movimientos de trabajo necesarios para que se produzca el corte son:

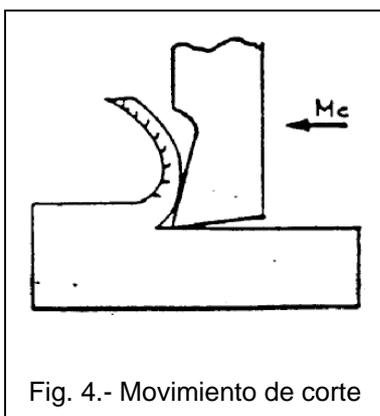


Fig. 4.- Movimiento de corte

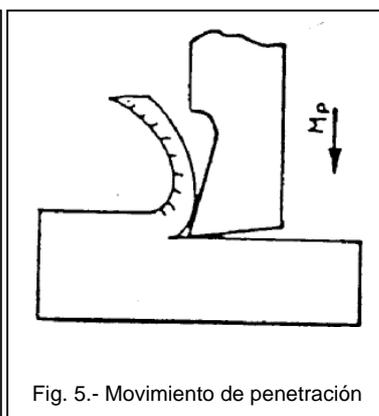


Fig. 5.- Movimiento de penetración

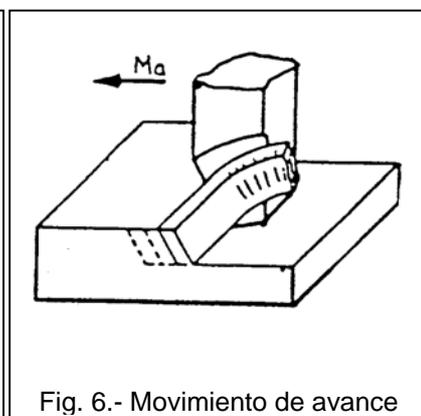


Fig. 6.- Movimiento de avance

Movimiento de corte ( $M_c$ ): movimiento relativo entre la pieza y la herramienta. (Fig. 4)

Movimiento de penetración ( $M_p$ ): es el movimiento que acerca la herramienta al material y regula su profundidad de penetración. (Fig. 5)

Movimiento de avance ( $M_a$ ): es el movimiento mediante el cual se pone bajo la acción de la herramienta nuevo material a separar. (Fig. 6)

Los movimientos de trabajo en las distintas máquinas-herramientas convencionales son:

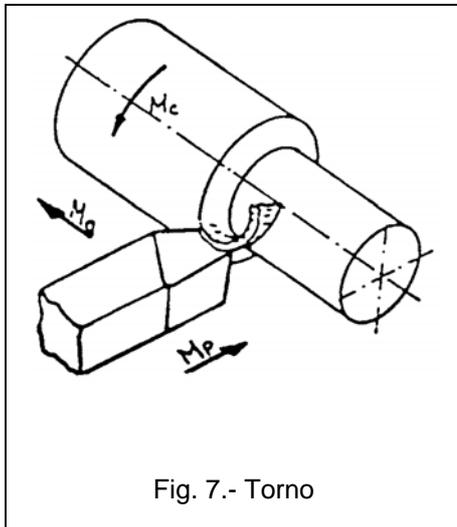


Fig. 7.- Torno

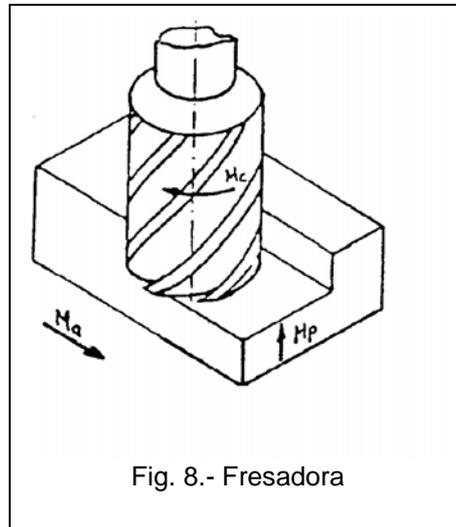


Fig. 8.- Fresadora

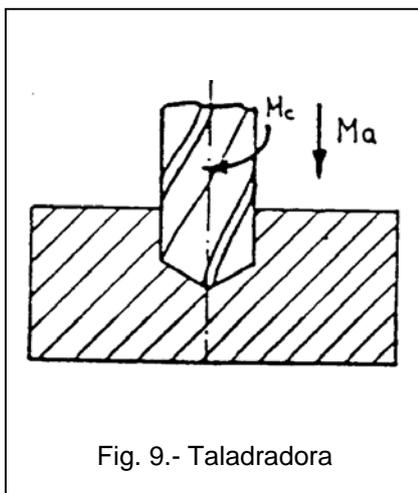


Fig. 9.- Taladradora

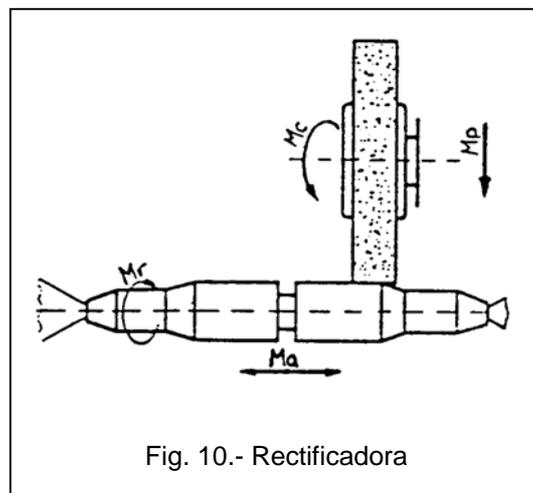


Fig. 10.- Rectificadora

## 2.1.- VELOCIDAD DE CORTE ( $V_c$ ).

Es la velocidad de los puntos de la pieza que están en contacto con la herramienta, respecto los unos de la otra, o viceversa.

**Se mide en m/min** y en las máquinas muy rápidas (rectificadoras) en m/s.

**La velocidad de corte depende,** principalmente:

- Del material de la pieza a trabajar.
- Del material del filo de la herramienta.
- Del refrigerante.
- Del tipo de operación a realizar.
- De la profundidad de la pasada y del avance.

El valor de la velocidad de corte se encuentra en tablas en las que se entra por los factores apuntados. Estas tablas están sacadas de ensayos prácticos.

La velocidad de corte guarda una relación matemática con la velocidad de giro y con el diámetro del elemento que posee el  $M_c$  (la pieza o la herramienta):

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{1000} \quad \Rightarrow \quad N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

donde  $V_c$  = velocidad de corte (m/min)

$d$  = diámetro de la pieza o de la herramienta (mm)

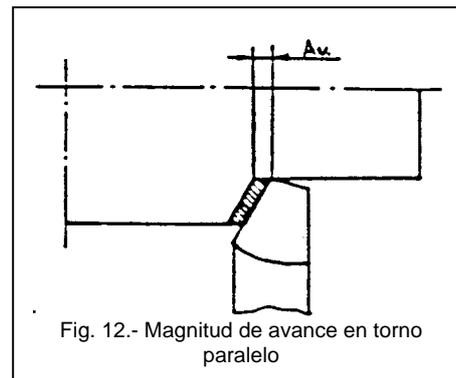
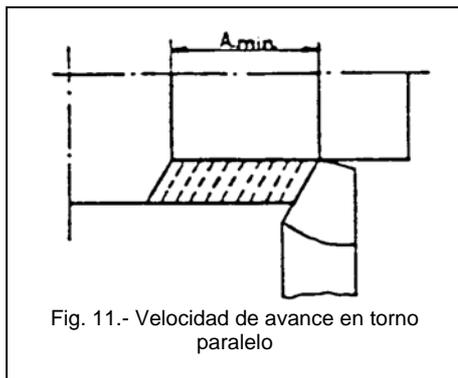
$N$  = velocidad de giro (rpm.)

La máxima velocidad de corte corresponderá al diámetro máximo de los puntos de la pieza o de la herramienta que estén en contacto con la herramienta o la pieza respectivamente.

## 2.2.- AVANCE ( $a$ ).

El movimiento de avance se puede estudiar desde su velocidad o desde su magnitud.

- **Velocidad de avance ( $a_{min}$ ):** Longitud de desplazamiento de la herramienta respecto a la pieza o viceversa, en la unidad de tiempo (generalmente en un minuto). (Fig. 11)
- **Avance (magnitud) ( $a_v$ ):** Es el camino recorrido por la herramienta respecto a la pieza o por la pieza respecto a la herramienta en una vuelta o en una pasada. (Fig. 12)



En ciertas máquinas-herramientas no es posible programar la magnitud del avance, por lo que se hace necesario programar la velocidad de dicho avance. La magnitud del avance se relaciona con la velocidad de avance a través de la velocidad de giro:

$$a_v = \frac{a_{min}}{N} \quad \Rightarrow \quad a_{min} = a_v \cdot N$$

donde  $a_v$  = avance por vuelta o carrera.

$a_{min}$  = avance por minuto

$N$  = velocidad de giro en rpm.

El avance, cuando se trata de un **fresado** (Fig.13), se puede expresar de tres maneras:

- Avance por minuto ( $a_{min}$ )
- Avance por vuelta ( $a_v$ )

- Avance por diente ( $a_z$ )

siendo:

$$a_v = a_z \cdot Z \quad ; \quad a_{min} = a_v \cdot N = a_z \cdot Z \cdot N$$

donde:  $Z$  = número de dientes cortantes de la fresa

$a_z$  = avance por diente de la fresa

$a_v$  = avance por vuelta de la fresa

$a_{min}$  = avance por minuto de la fresa.

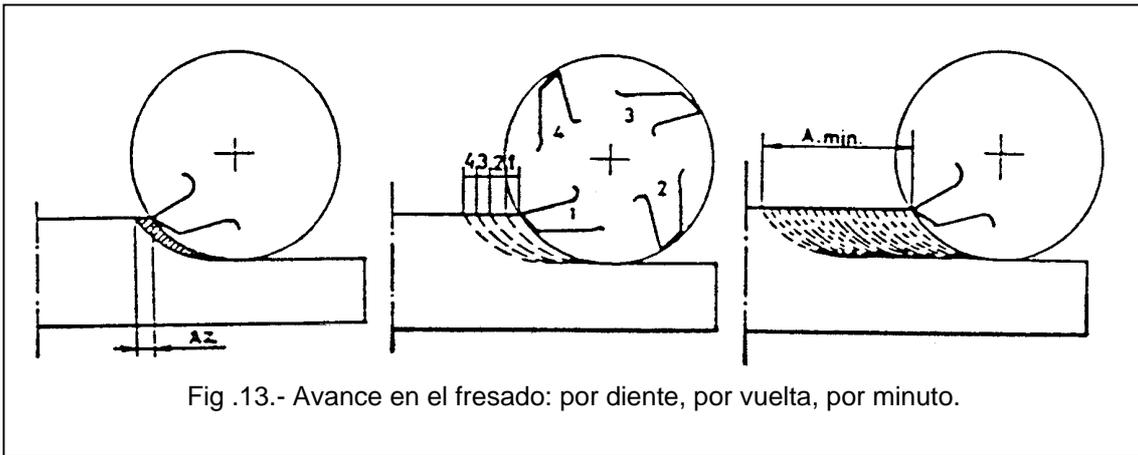


Fig .13.- Avance en el fresado: por diente, por vuelta, por minuto.

**El avance depende**, principalmente

- Del estado superficial que se desee obtener
- De la potencia de la máquina
- De la sección del mango de la herramienta
- De la sujección de la herramienta o plaquita
- De la rigidez de la máquina
- De su relación con la profundidad de pasada.

### 2.3.- PROFUNDIDAD DE PASADA ( $p$ ).

Generalizando, podemos definir la profundidad de pasada diciendo que:

**Es la longitud que penetra la herramienta, en la pieza, en cada pasada.**

De este movimiento no se estudia su velocidad.

**La profundidad de pasada depende**, principalmente,

- De la cantidad de material a quitar
- Del grado de precisión dimensional
- De la potencia de la máquina
- De su relación con el avance.

El concepto de profundidad de pasada adquiere algunas particularidades según sea la operación que se realice:

**Torneado. Cilindrado:** Es la diferencia de radios entre el comienzo y el final de la pasada. (Fig. 14)

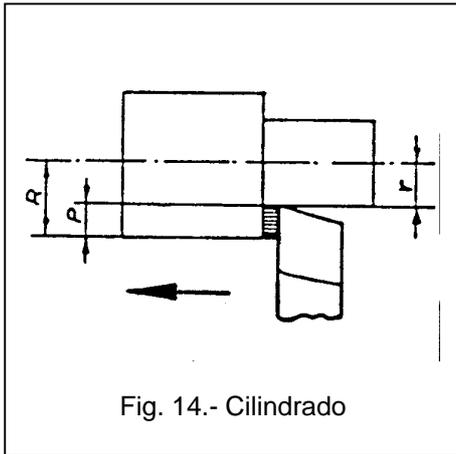


Fig. 14.- Cilindrado

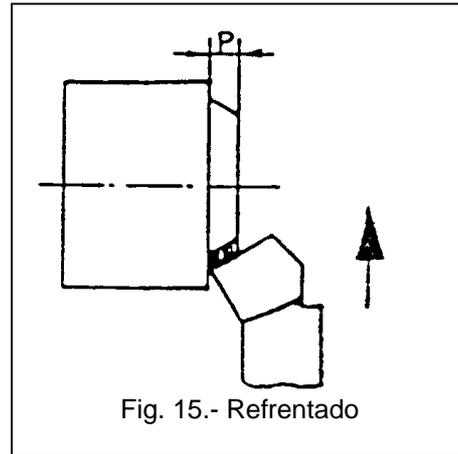


Fig. 15.- Refrentado

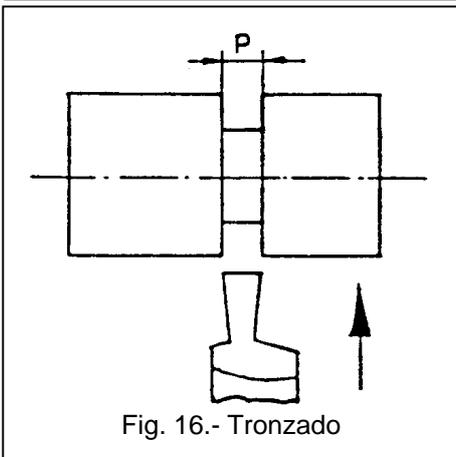


Fig. 16.- Tronzado

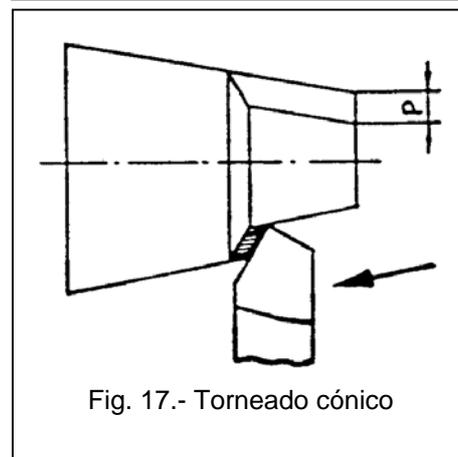


Fig. 17.- Torneado cónico

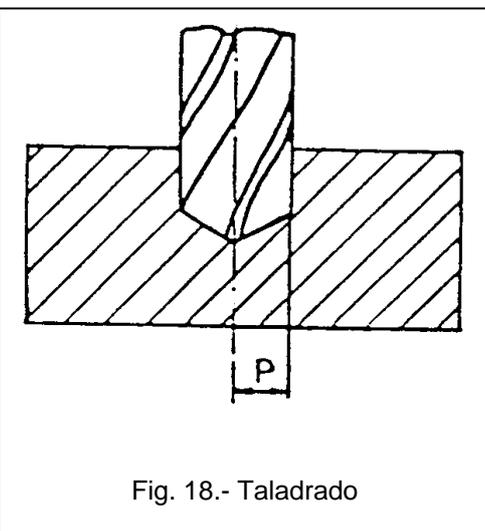


Fig. 18.- Taladrado

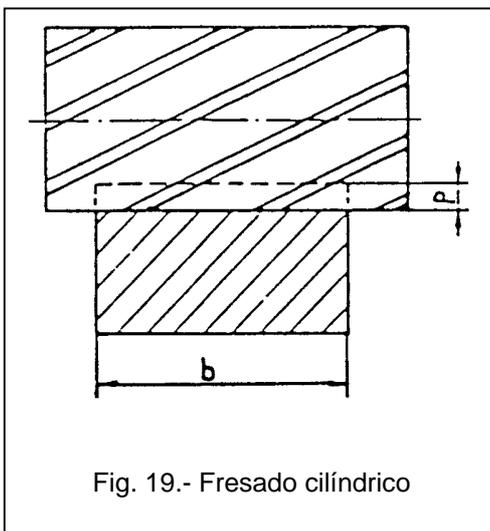


Fig. 19.- Fresado cilíndrico

**Torneado. Refrentado:** Es la distancia, proyectada sobre el eje de rotación, entre las superficies planas inicial y final. (Fig.15)

**Torneado. Tronzado y ranurado:** La profundidad de pasada coincide con el ancho de la herramienta. (Fig. 16)

**Torneado. Coneado:** Es la diferencia de cotas, antes y después de la pasada, medida perpendicularmente sobre el eje. (Fig. 17)

**Taladrado:** La profundidad de pasada en el taladrado coincide con el radio de la broca. (Fig. 18)

**Fresado:** la profundidad de pasada guarda relación con el tipo de fresa empleada. En el fresado, además de la profundidad de pasada ( $p$ ), se tiene en cuenta también el ancho de pasada ( $b$ ). (Figs. 19, 20 y 21)

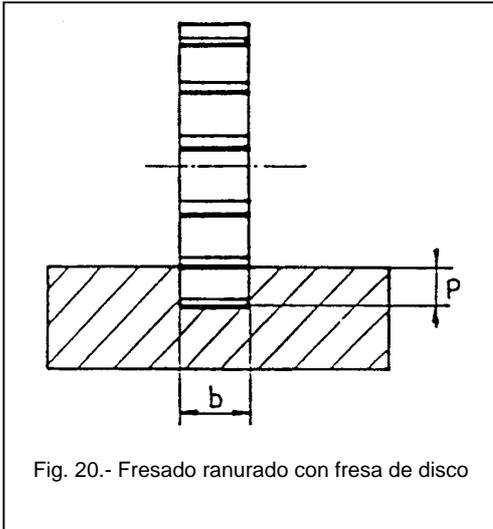


Fig. 20.- Fresado ranurado con fresa de disco

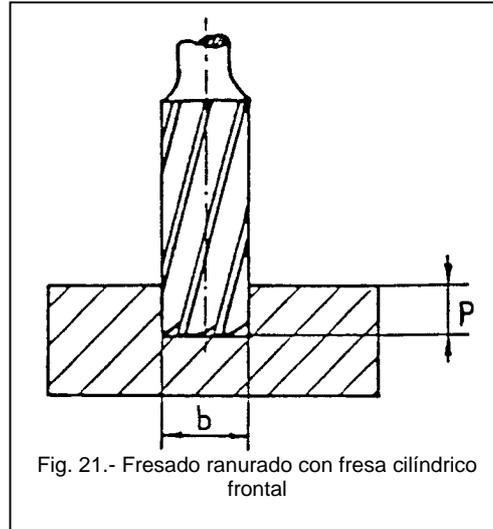


Fig. 21.- Fresado ranurado con fresa cilíndrica frontal

## 2.4.- OPERACIONES DE CORTE.

Desde el punto de vista del corte podríamos clasificar las operaciones en:

- Operaciones de desbaste
- Operaciones de acabado
- **Operación de desbaste.**

Se entiende por operación de desbaste aquella en que no se exige, en la superficie mecanizada, ninguna tolerancia de medida ni calidad superficial determinada.

Con este tipo de operación se debe quitar la mayor parte del material sobrante en el momento de conformar una pieza por el procedimiento de arranque de material.

- **Operación de acabado.**

Se entiende por operación de acabado aquella en que concurre una de las condiciones siguientes o ambas a la vez:

1. La medida a obtener debe quedar entre dos cotas bien definidas (tolerancia).
2. Ha de conseguirse una calidad superficial determinada, no pudiendo ésta ser más basta que la establecida.

Para cumplir las condiciones citadas será preciso que la sección de la viruta sea reducida. Consecuentemente, la velocidad de corte podría ser mayor que en la operación de desbaste.

## 3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTAS.

Las características técnicas de una máquina herramienta indican, de una forma simple, los elementos de la máquina en cuestión, así como sus posibilidades de trabajo. Dichas características permiten conocer rápidamente las prestaciones y la capacidad de la máquina.

Las características técnicas de una máquina-herramienta **pueden clasificarse en:**

- **CARACTERÍSTICAS GENERALES:** Se refieren a la clase de máquina, mando de la misma, naturaleza de los mecanismos principales, forma geométrica de los órganos másicos principales, etc.

- **CARACTERÍSTICAS DE CAPACIDAD:** Se refieren a las distancias entre elementos que definen las dimensiones máximas de las piezas a montar.
- **CARACTERÍSTICAS DE TRABAJO:** Se refieren a las posibilidades de potencias, velocidades, etc.

#### 4.- LA TALADRADORA.

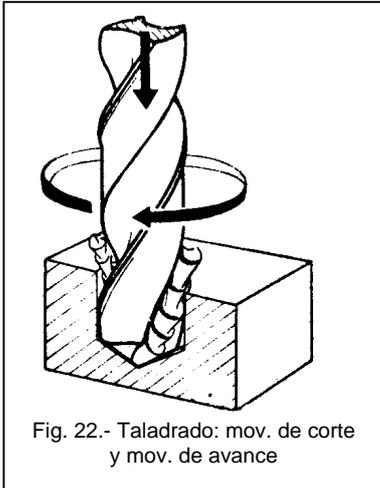


Fig. 22.- Taladrado: mov. de corte y mov. de avance

Es una máquina-herramienta donde el movimiento de corte, que es circular, corresponde a la herramienta (broca).

El movimiento de avance, que es rectilíneo, también corresponde a la herramienta.

La pieza, se mantiene en reposo sobre la mesa de la taladradora.

Esta máquina es adecuada para efectuar agujeros (taladros) cilíndricos en piezas macizas o agrandar agujeros ya existentes, obtenidos bien por taladros anteriores o por otros procedimientos (forja, fundición, etc.).

La taladradora, como máquina-herramienta, se compone de:

➤ **ÓRGANOS MÁSCOS:**

- Cabezal
- Bancada
- Montante o columna
- Mesa

➤ **MECANISMOS:**

- Motor
- Caja de cambios de velocidades de giro del husillo
- Caja de cambios de velocidades de avance del husillo
- Husillo

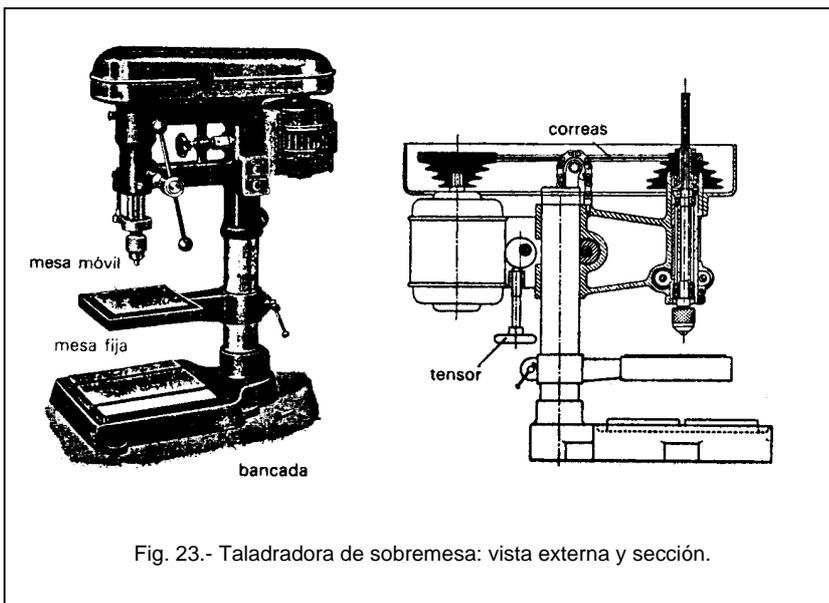


Fig. 23.- Taladradora de sobremesa: vista externa y sección.

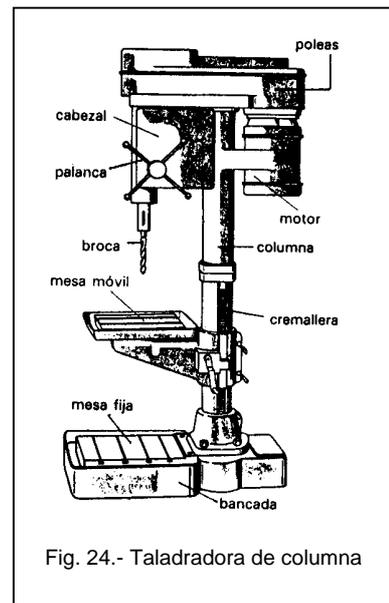
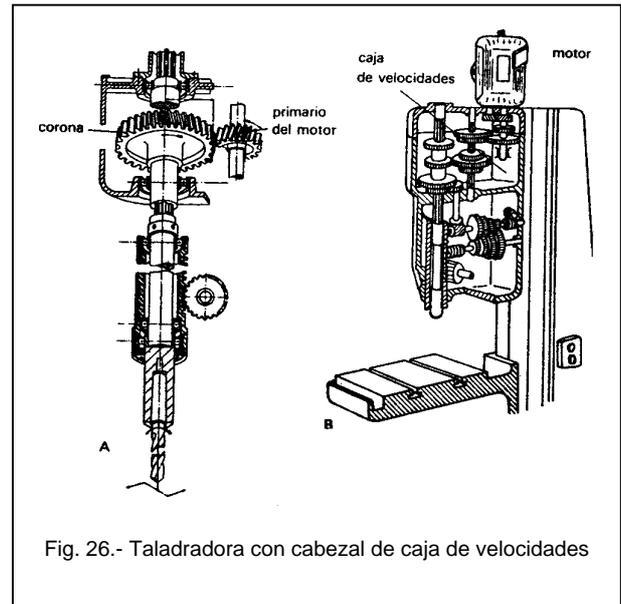
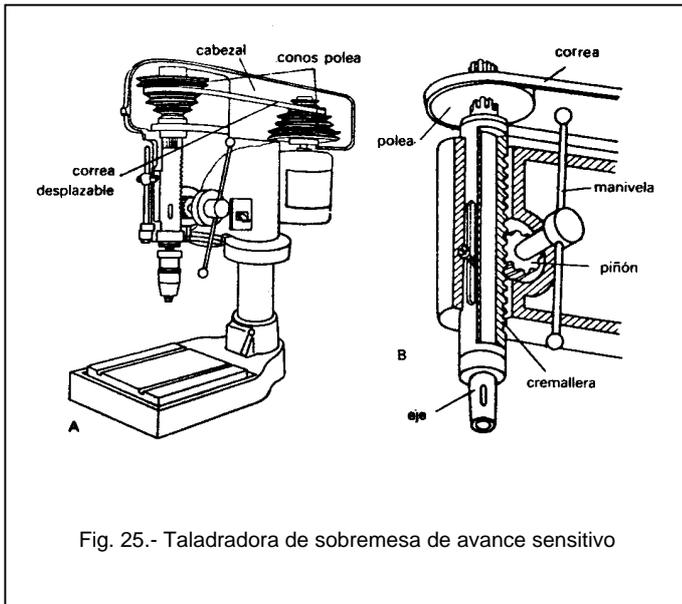


Fig. 24.- Taladradora de columna



#### 4.1.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TALADRADORA DE COLUMNA.

➤ **Características generales:**

- Clase de taladradora: de columna.
- Naturaleza del cabezal: de cono de poleas.
- Columna: cilíndrica.

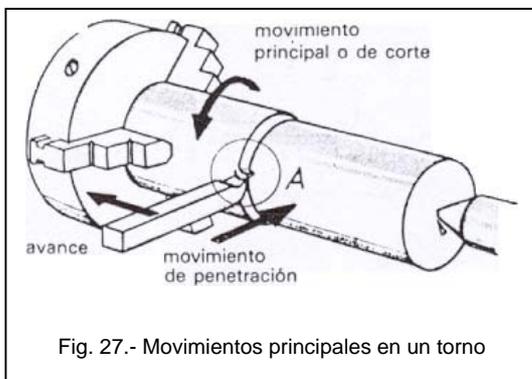
➤ **Características de capacidad:**

- Capacidad de taladrado (diámetro máximo de taladrado).
- Distancia del husillo a la mesa.

➤ **Características de trabajo:**

- Potencia del motor.
- Gama de velocidades de giro del husillo porta-brocas.
- Gama de velocidades de avance del husillo.

#### 5.- EL TORNO PARALELO.



Es una máquina-herramienta donde el movimiento de corte, que es circular, corresponde a la pieza.

La herramienta (cuchilla), que posee el movimiento de avance, se desplaza, siguiendo una trayectoria que va generando la superficie de la pieza, lo que le permite obtener piezas de revolución, como:

- Cilindros
- Conos
- Esferas
- Roscas
- Etc.

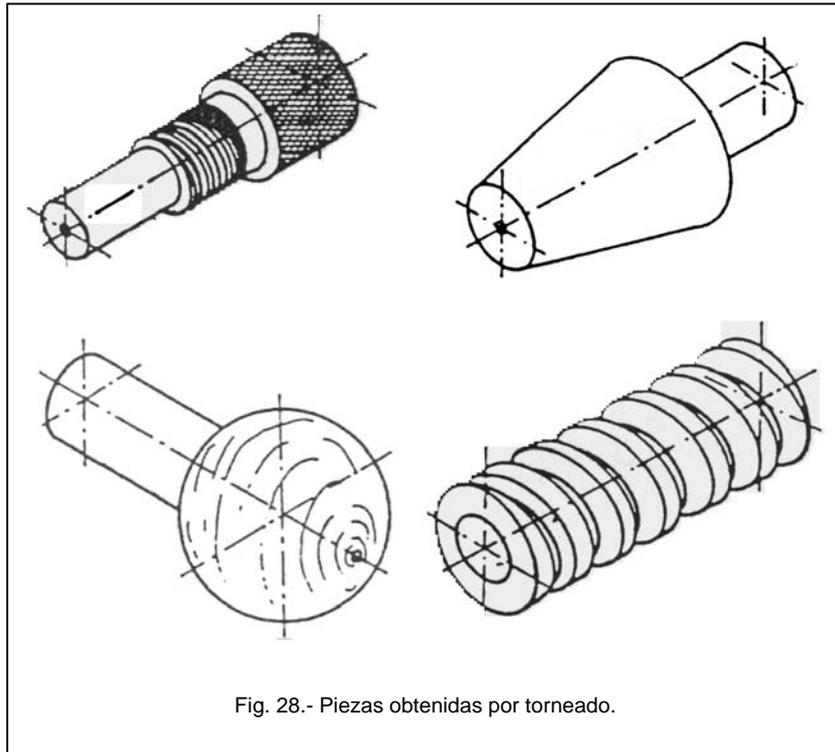


Fig. 28.- Piezas obtenidas por torneado.

Se llama torno paralelo porque la disposición del carro principal sobre la bancada le permite mecanizar superficies con generatrices paralelas al eje de rotación de la pieza.

El torno, como máquina-herramienta, se compone de:

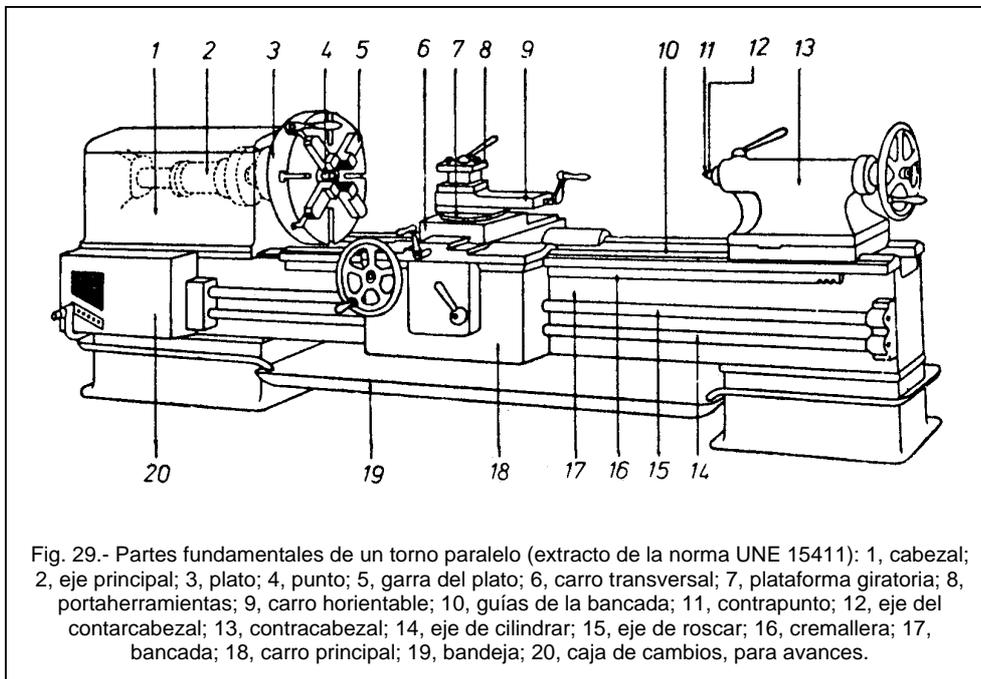


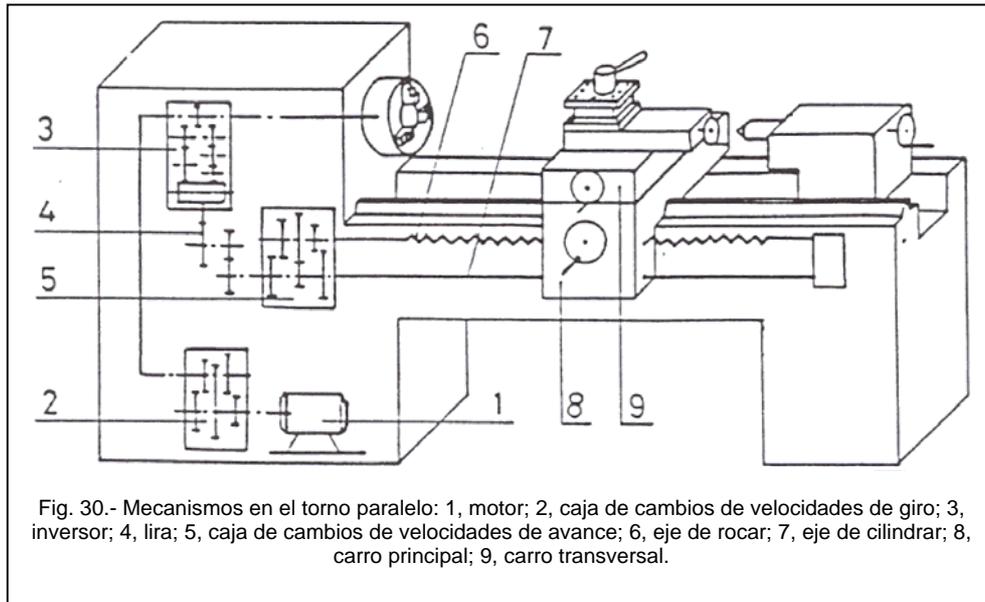
Fig. 29.- Partes fundamentales de un torno paralelo (extracto de la norma UNE 15411): 1, cabezal; 2, eje principal; 3, plato; 4, punto; 5, garra del plato; 6, carro transversal; 7, plataforma giratoria; 8, portaherramientas; 9, carro orientable; 10, guías de la bancada; 11, contrapunto; 12, eje del contarcafezal; 13, contracafezal; 14, eje de cilindrar; 15, eje de roscar; 16, cremallera; 17, bancada; 18, carro principal; 19, bandeja; 20, caja de cambios, para avances.

➤ **ÓRGANOS MÁSCOS:**

- Cabezal
- Bancada
- Contrapunto o contracafezal
- Carros: principal, transversal y orientable.

➤ **MECANISMOS:**

- Motor
- Caja de cambios de velocidades de giro
- Caja de cambios de velocidades de avance
- Inversor
- Lira
- Eje de cilindrar
- Eje de roscar



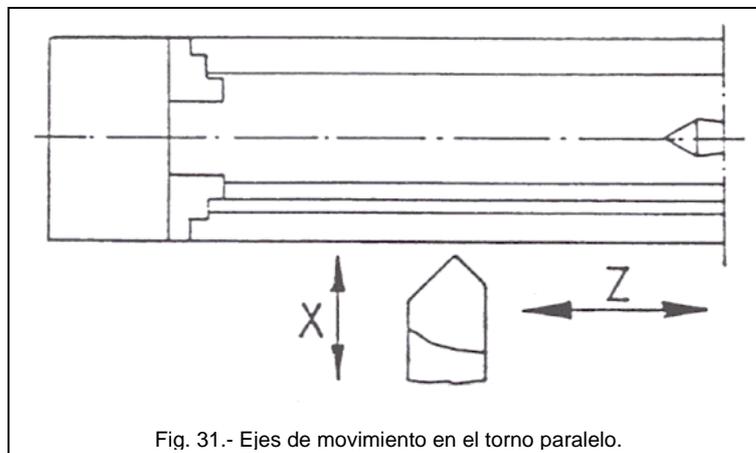
**5.1.- EJES DE MOVIMIENTO EN EL TORNO PARALELO.**

**Eje Z de movimiento:**

El movimiento según el eje Z es el que corresponde con la dirección del husillo principal, que es el que proporciona la potencia de corte, y es paralelo a las guías de la bancada.

**Eje X de movimiento:**

El eje X es radial, perpendicular al eje Z y paralelo a las guías del carro transversal.



## 5.2.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TORNO PARALELO.

### ➤ Características generales:

Clase de torno: Torno paralelo.

Naturaleza del cabezal: de cono de poleas.

Forma de la bancada: de guías prismáticas.

### ➤ Características de capacidad:

Altura del eje de giro sobre la bancada.

Longitud máxima de pieza que se puede tornearse.

Diámetro máximo de pieza que se puede tornearse.

### ➤ Características de trabajo:

Potencia del motor.

Gama de velocidades de giro del eje principal.

Gama de velocidades de avance del carro longitudinal y del transversal.

Dimensiones del cuerpo de la herramienta a montar sobre el porta-herramientas.

## 6.- LA FRESADORA.

Es una máquina-herramienta donde el movimiento de corte, que es circular, corresponde a la herramienta (fresa).

La pieza, que posee el movimiento de avance, se puede desplazar en varios sentidos, siguiendo diversas trayectorias, lo que le permite obtener piezas de las más variadas formas geométricas, como:

Piezas poliprismáticas  
Piezas ranuradas y taladradas  
Engranajes  
Levas helicoidales y espiroidales  
Etc.

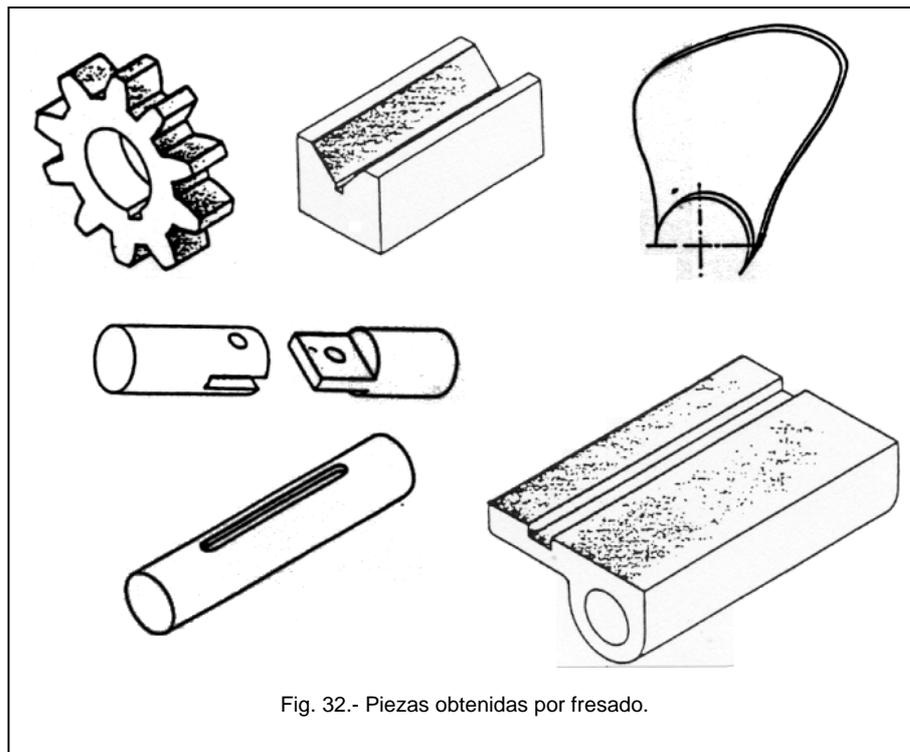
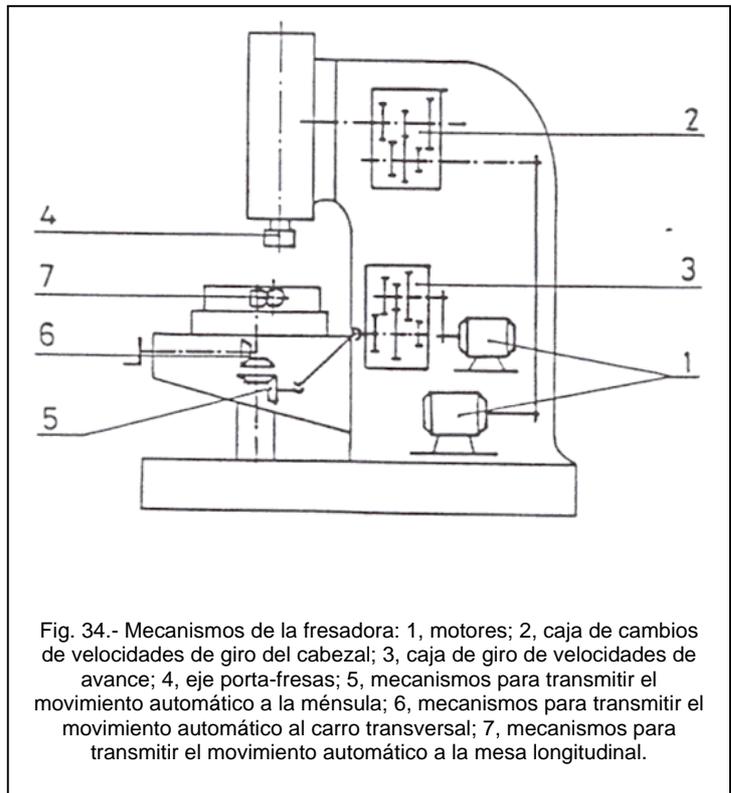
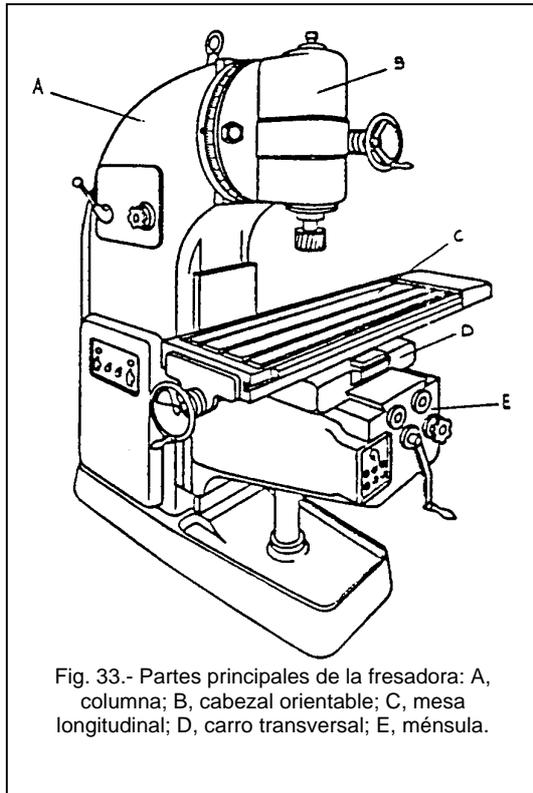


Fig. 32.- Piezas obtenidas por fresado.

Existen varios tipos de fresadoras: horizontales, verticales, etc.



La fresadora, como máquina-herramienta, se compone de:

➤ **ÓRGANOS MÁSCOS:**

- Cabezal
- Bancada
- Ménsula
- Carro portamesa
- Mesa

➤ **MECANISMOS:**

- Motor
- Caja de cambios de velocidades de giro del husillo
- Caja de cambios de velocidades de avance de la mesa, el carro y la ménsula
- Eje de transmisión de avances
- Husillo telescópico de la ménsula

**6.1.- EJES DE MOVIMIENTO EN LA FRESADORA.**

**Eje Z de movimiento:**

En este eje, que es el que posee la potencia de corte, va montada la herramienta cortante y puede adoptar distintas posiciones según las posibilidades del cabezal.

**Eje X de movimiento:**

Este eje es horizontal y paralelo a la superficie de sujeción de la pieza.

### Eje Y de movimiento:

Este eje forma con los ejes Z y X un triedro de sentido directo.

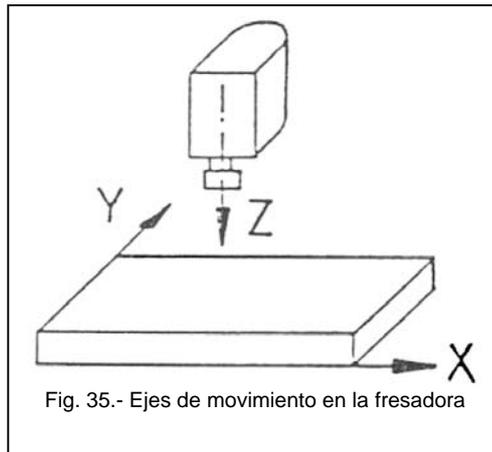


Fig. 35.- Ejes de movimiento en la fresadora

## 6.2.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA FRESADORA.

### ➤ Características generales:

Clase de fresadora: vertical, horizontal, universal,...

Naturaleza del cabezal: birrotativo.

Columna: de guías rectangulares.

### ➤ Características de capacidad:

Superficie útil de la mesa.

Curso longitudinal de la mesa.

Curso transversal del carro.

Curso vertical de la ménsula.

Conicidad normalizada del eje porta-fresas.

### ➤ Características de trabajo:

Potencia de los motores.

Gama de velocidades de giro del eje principal.

Gama de velocidades de avance: longitudinal, transversal y vertical.

## 7.- LA RECTIFICADORA UNIVERSAL.

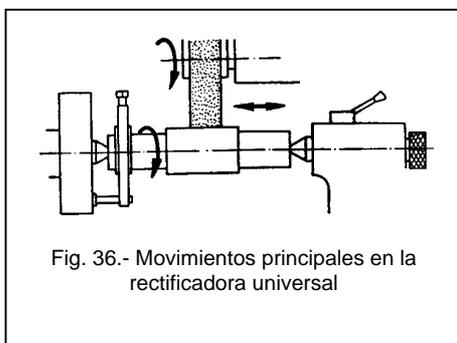


Fig. 36.- Movimientos principales en la rectificadora universal

Es una máquina-herramienta donde el movimiento de corte, que es circular, corresponde a la herramienta (muela abrasiva).

La pieza, que también está animada de un movimiento de rotación, posee el movimiento de avance y se desplaza siguiendo una trayectoria que le permite acabar piezas de revolución.

Es una máquina-herramienta indicada para eliminar, por abrasión, pequeños espesores de material en aquellas piezas previamente mecanizadas en otras máquinas-herramientas y que tienen unas características de dureza, dimensiones o estado superficial, que no es posible terminar por arranque de viruta con herramientas de corte.

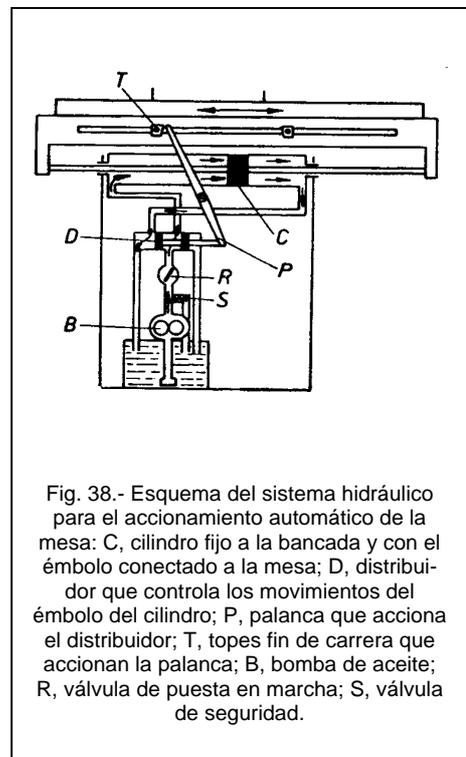
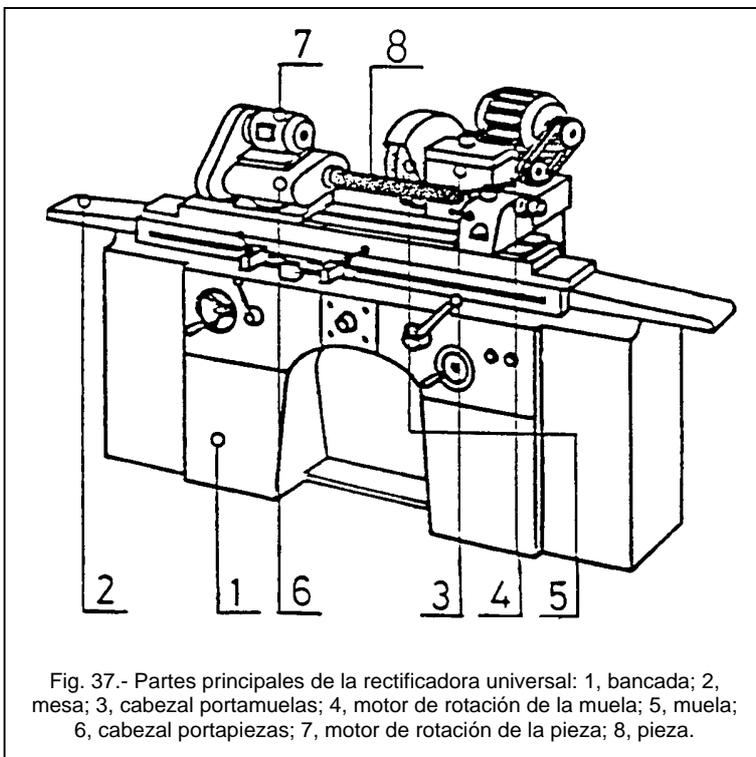
La rectificadora universal, como máquina-herramienta, se compone de:

➤ **ÓRGANOS MÁSCOS:**

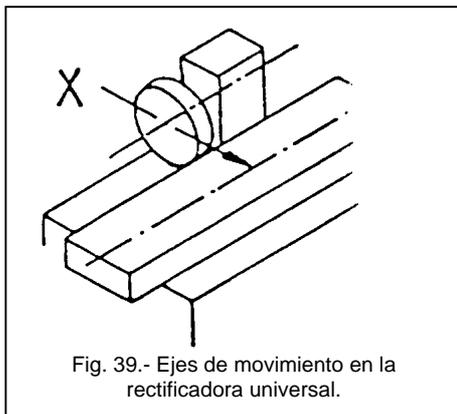
- Bancada
- Mesa
- Cabezal portapiezas
- Contrapunto
- Cabezal portamuela

➤ **MECANISMOS:**

- Motor correspondiente al portamuelas
- Motor correspondiente al portapiezas
- Poleas escalonadas
- Equipo hidráulico para el movimiento automático de la mesa.



**7.1.- EJES DE MOVIMIENTO EN LA RECTIFICADORA UNIVERSAL.**



**Eje X de movimiento:**

Corresponde al eje donde va montada la muela.

**Eje Z de movimiento:**

Corresponde al desplazamiento longitudinal de la mesa. Es horizontal y paralelo a la superficie de sujeción de la pieza y también al eje que proporciona la potencia de corte a la muela.

## 7.2.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA RECTIFICADORA UNIVERSAL.

### ➤ Características generales:

Clase de rectificadora: universal.

Naturaleza del cabezal portamuela: giratorio y desplazable.

Naturaleza del cabezal portapiezas: orientable.

### ➤ Características de capacidad:

Longitud máxima de pieza a rectificar en la máquina.

Diámetro máximo de pieza a rectificar en la máquina.

Dimensiones máximas de la muela.

### ➤ Características de trabajo:

Potencia de los distintos motores.

Gama de velocidades del eje portapiezas.

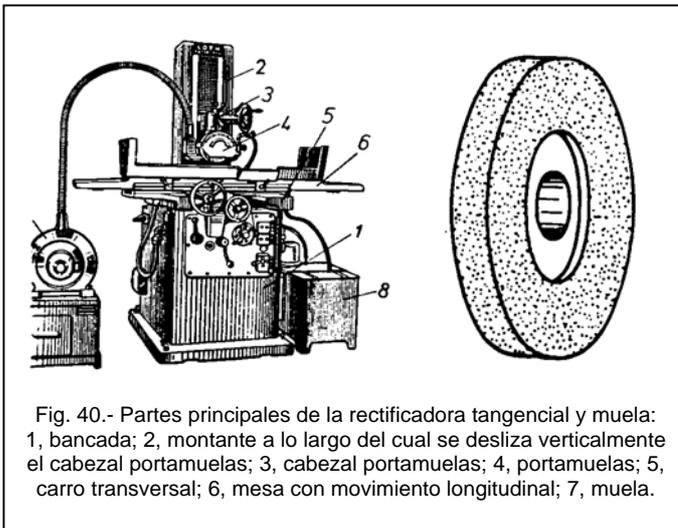
Gama de velocidades del eje portamuela.

Gama de velocidades de avances automáticos del cabezal portamuela por cada inversión de la pieza.

Giro máximo de la mesa en los dos sentidos.

Giro máximo del cabezal portamuela en los dos sentidos.

## 8.- LA RECTIFICADORA TANGENCIAL.



Es una máquina-herramienta donde el movimiento de corte, que es circular, corresponde a la herramienta (muela abrasiva).

La pieza, que posee el movimiento de avance, se puede desplazar siguiendo una trayectoria rectilínea, lo que hace posible el acabado de piezas con superficies planas.

Igualmente que con la rectificadora universal, en la rectificadora tangencial se eliminan, por abrasión, pequeños espesores de material en piezas que, previamente, han sido mecanizadas en otras máquinas-herramientas.

La rectificadora tangencial, como máquina-herramienta, se compone de:

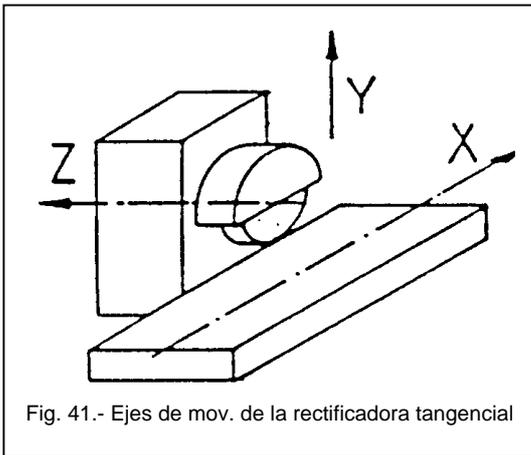
### ➤ ÓRGANOS MÁSICOS:

- Bancada
- Mesa portapiezas
- Montante
- Carro
- Cabezal portamuelas

➤ **MECANISMOS:**

- Motor correspondiente al portamuelas
- Husillo para el accionamiento del carro portamuelas
- Equipo hidráulico para el movimiento automático de la mesa.

**8.1.- EJES DE MOVIMIENTO EN LA RECTIFICADORA TANGENCIAL.**



**Eje Z de movimiento:**

Este eje posee la potencia de corte y en él va montada la muela abrasiva.

**Eje X de movimiento:**

Este eje es horizontal y paralelo a la superficie de sujeción de la pieza. Es perpendicular al eje Z.

**Eje Y de movimiento:**

Este eje es vertical, perpendicular al eje X y proporciona el movimiento de acercamiento de la muela a la pieza.

**8.2.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA RECTIFICADORA TANGENCIAL.**

➤ **Características generales:**

Clase de rectificadora: tangencial.

Naturaleza del cabezal portamuela: desplazable verticalmente.

➤ **Características de capacidad:**

Longitud máxima de la pieza a rectificar en la máquina.

Anchura máxima de la pieza a rectificar en la máquina.

Dimensiones máximas de la muela.

➤ **Características de trabajo:**

Potencia de los distintos motores.

Gama de velocidades del eje portamuelas.