

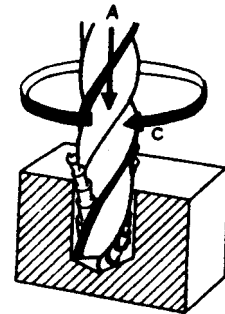
## TEMA 10

# ASPECTOS TECNOLÓGICOS DEL MECANIZADO DE AGUJEROS

## Taladradoras.

El mecanizado de agujeros tiene lugar, preferentemente, en máquinas taladradoras; caracterizadas porque los *movimientos principales* tienen la siguiente disposición:

- El *movimiento de corte*  $M_c$  lo efectúa la herramienta mediante giro del husillo.
- El *movimiento de avance*  $M_a$  lo efectúa también la herramienta.
- No se considera *movimiento de profundidad*.



Movimientos de trabajo:  
C, corte; A, avance

Su origen hay que buscarlo en la *taladradora de arco* cuya configuración es similar a la presentada en la figura adjunta, y cuyo empleo ha perdurado hasta nuestros días en la carpintería artesanal. La herramienta original era un palo de madera endurecida por el fuego unido al empleo de arena abrasiva mezclada con sebo de animal.

Las primeras taladradoras modernas dotadas de accionamiento con engranajes son debidas a James Nasmyth (1840) y a Sir Joseph Whitworth (1847).

En la actualidad, las máquinas taladradoras pueden clasificarse como sigue:

Según la posición del husillo { Horizontales { Mandrinadora  
Taladradora  
Verticales

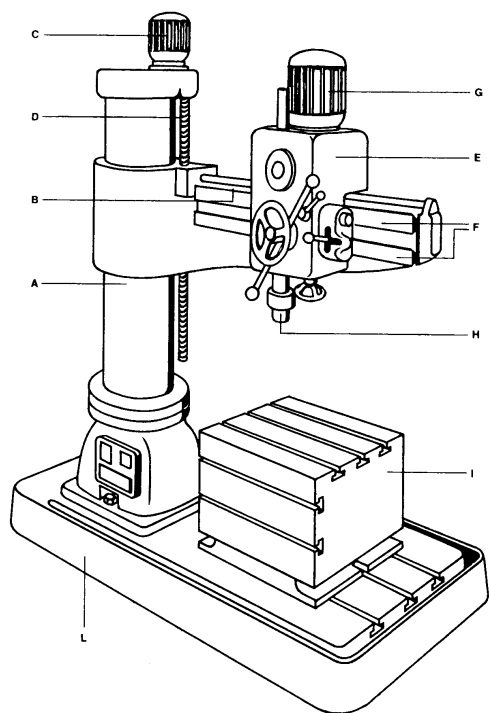
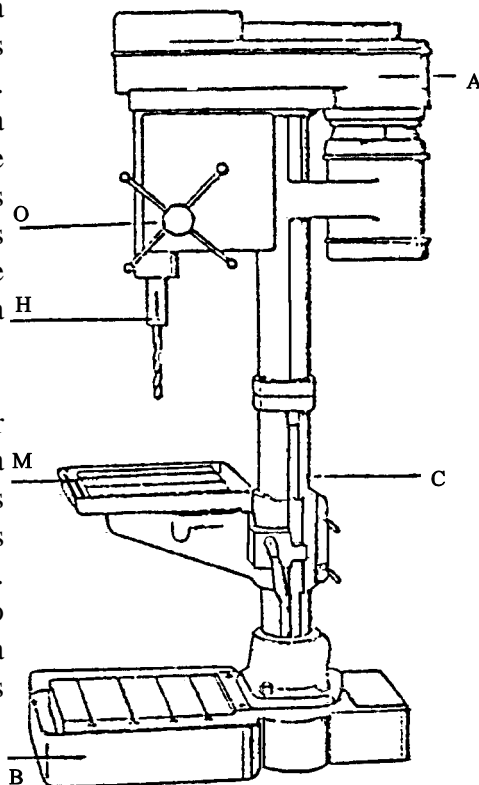
Según el accionamiento de avance { Manuales o sensitivas  
Con avance automático

Las taladradoras más usuales son las verticales y admiten la siguiente división:

- De sobremesa.
- De columna o de montante.
- De bandera o radial.
- De herramientas múltiples mono husillo, revólver o de torre.
- De husillos múltiples o multihusillo.
- De precisión, taladradora de plantillas o máquina punteadora.

**Taladradora de Columna.** Se llaman así por la forma de su montante. Son de tamaño variable y con ella es posible obtener agujeros de hasta 80 mm de diámetro. Tienen el armazón en forma de columna *C* empotrada en su parte inferior en una placa de base *B* sobre la que pueden sujetarse las piezas grandes por medio de las ranuras en *T* que posee dicha base. Para soportar piezas de tamaño medio y pequeño, existe además la mesa de trabajo *M*, que suele poder girar alrededor de la columna y también desplazarse en altura.

El husillo portaútil *H* es accionado por el motor *N* mediante un mecanismo sin escalonamiento o a través de una caja de cambios constituida por ruedas dentadas. Según el tipo de mecanizado las velocidades de estas taladradoras varían desde 30 hasta 1300 r.p.m. El movimiento de avance puede ser obtenido tanto manual como automáticamente, ya que en la taladradora de columna, se dispone de ambas posiciones.



### Taladradora radial.

Se emplea en el taladrado de piezas voluminosas, pero además puede efectuar fresados, roscados y refrentados. Con ellas es posible taladrar completamente hasta un diámetro de 100 mm.

Las partes principales de una taladradora radial son:

- A: Columna giratoria.
- B: Brazo que gira solidario a A.
- C: Motor para movimiento vertical del brazo B.
- D: Tornillo de elevación del brazo.
- E: Cabezal montado en el carro.
- F: Guías del carro.
- G: Motor del husillo del movimiento principal.
- H: Husillo del movimiento principal.
- I: Mesa portapiezas.
- L: Bancada.

El cabezal motor está dispuesto de manera que pueda deslizar a lo largo de un brazo horizontal que, a su vez, gira alrededor de la columna y que puede también desplazarse verticalmente. Gracias a la gran libertad de movimientos del cabezal es posible trabajar no sólo sobre piezas de grandes dimensiones, sino también sobre aquellas de formas especiales y voluminosas.

### *Herramientas para el mecanizado de agujeros*

Dentro de la designación *mecanizado de agujeros* van a ser consideradas las siguientes operaciones de mecanizado:

- Taladrado.
- Taladrado profundo.
- Escariado.
- Avellanado.
- Retaladrado o mandrinado con herramienta giratoria.
- Trepanado.
- Roscado con macho.

Para el *taladrado* la herramienta usual es la *broca*, cuya configuración básica o *broca helicoidal* fue inicialmente diseñada por Morse. Este tipo de herramienta consta de las siguientes partes:

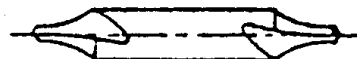
- Un cuerpo aproximadamente cilíndrico con dos ranuras helicoidales profundas y opuestas entre sí.
- Una parte activa en las proximidades de la punta de la herramienta, constituida por dos aristas de corte.
- Un mango cilíndrico o cónico con, opcionalmente una lengüeta de arrastre.



Una mayor descripción de los elementos constituyentes de las brocas se tiene en la norma UNE 16142 *Brocas. Términos, deficiencias y tipos*. De dicho documento se ha extraído la siguiente clasificación de los principales tipos de brocas normalizadas (o susceptibles de serlo) por UNE. A la derecha del nombre de la broca se indica la norma específica que considera dicho tipo de herramienta.



Brocas helicoidales. Mango cilíndrico. Serie corta . UNE - 16 1



Broca de centrar radiales para agujer de centrado. Forma R. UNE - 16 128



Brocas con plaquitas de metal duro. Mango cónico



Brocas helicoidales. Mango cónico. UNE - 16 125 y UNE - 16 12

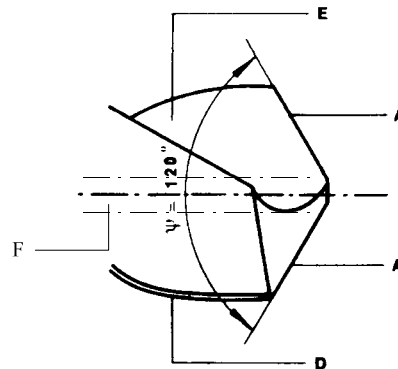
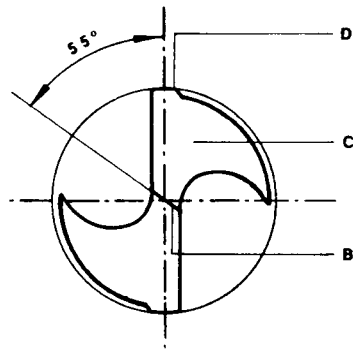


Brocas helicoidales. Mango cilíndrico. Serie larga. UNE - 16 124

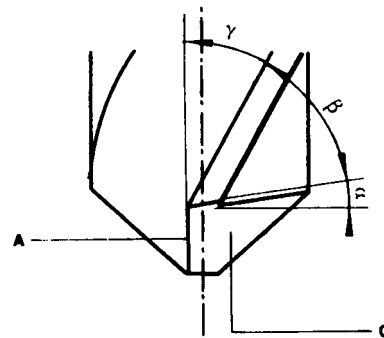


Brocas helicoidales. Mango cilíndrico. Serie extralarga. UNE - 16

La geometría de la parte activa, y en general de todo el cuerpo, de la broca es de importancia decisiva en el proceso de corte. Sus elementos característicos son los indicados en la figura. Refiriéndose a dicha figura, el arranque lo efectúan las aristas de corte A; el filo o arista transversal B (que une los extremos de las dos aristas de corte) no arranca material, sino que comprime el material del centro del agujero provocando una indentación cuyos resaltes laterales se sitúan frente a los filos de corte. La designación usual de los restantes elementos de la broca se facilita al lado de la figura.

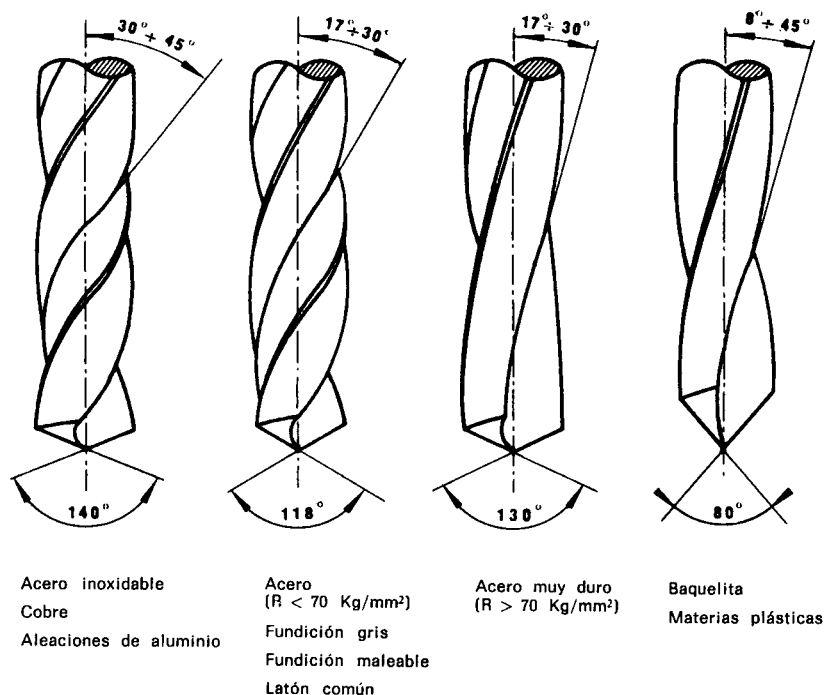


- " = ángulo de incidencia
- \$ = ángulo de filo
- ( = ángulo de desprendimiento
- Q = ángulo de la punta
- n = ángulo de filo transversal
- C = cara de incidencia
- D = faja de guía y labio
- E = cara de desprendimiento
- F = núcleo, es la parte central de la broca desde la punta al inicio del mango



En las brocas helicoidales, el espesor del núcleo va aumentando ligeramente a medida que se va acercando al mango; por el contrario la superficie circunscrita al cuerpo de la broca tiene una pequeña conicidad (del orden del 1:100 de su diámetro) con vértice hacia el lado del mango.

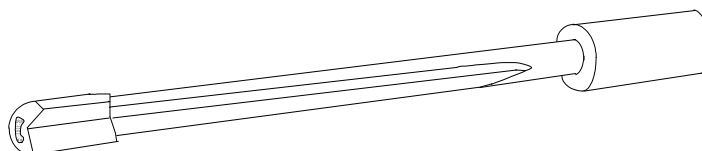
La geometría del cuerpo de las brocas varía sensiblemente según el material a taladrar, en la siguiente figura se presentan algunos casos típicos:



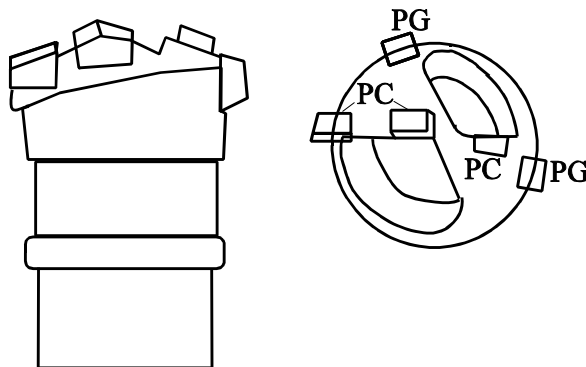
Para el *taladrado profundo* hay dos tipos de herramientas:

- *Broca cañón*; con un campo de aplicación a diámetros comprendidos entre 3 y 10 mm. Posee un único filo y una ranura de unos  $120^\circ$ , en disposición axial. La eliminación de la viruta tiene lugar a través de la ranura, empujada por el fluido de corte que es bombeado a gran presión en la zona de corte gracias a un conducto que a tal efecto dispone la broca.

En la actualidad se fabrican estas herramientas con plaquitas de metal duro soldadas.



- *Brocas y cabezales* para taladrado profundo; existen diversos diseños para este tipo de herramientas, cubriendo una gama de agujeros entre 20 y 65 mm. Tienen varias plaquitas de metal duro y placas de guiado (también de metal duro) que adicionalmente efectúan una operación de bruñido, mejorando el acabado superficial del agujero.

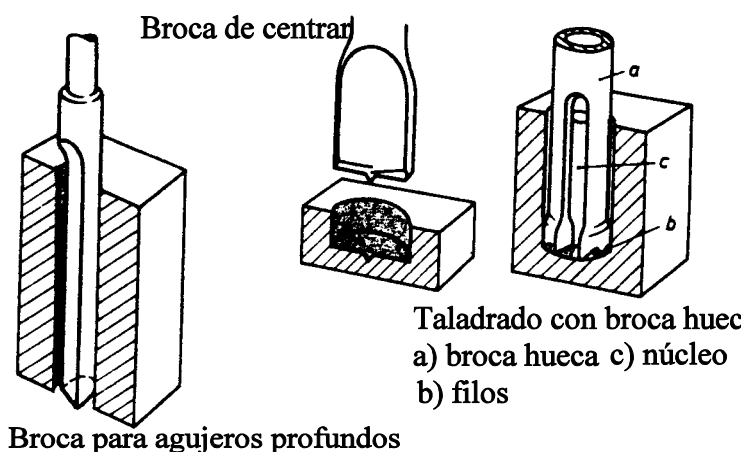


Estos cabezales son huecos y disponen de dos tubos concéntricos para la inyección del fluido de corte y la

evacuación de la viruta, respectivamente.

Tanto las brocas de cañón como los cabezales, suelen emplearse con taladradoras horizontales específicas para taladrado profundo, o en tornos adaptados a este tipo de mecanizado.

Además de estas existen otras muchas herramientas para taladrar agujeros y varían según las dimensiones de los mismos, según el tipo de mecanizado, la dureza del material a mecanizar y la precisión exigida.



## Algunas operaciones que pueden realizarse con la taladradora.

El *Escariado* es una operación llevada a cabo con una herramienta denominada escariador que puede operarse manualmente o a máquina y permite llevar un agujero, previamente obtenido, a su dimensión y acabado preciso. Hay escariadores cónicos y cilíndricos, teniendo estos últimos una pequeña zona cónica para facilitar la entrada. La forma de los escariadores es similar a la de la broca helicoidal, teniendo filos múltiples situados periféricamente sobre el cuerpo cónico o cilíndrico. Los filos pueden ser rectos o de forma helicoidal.

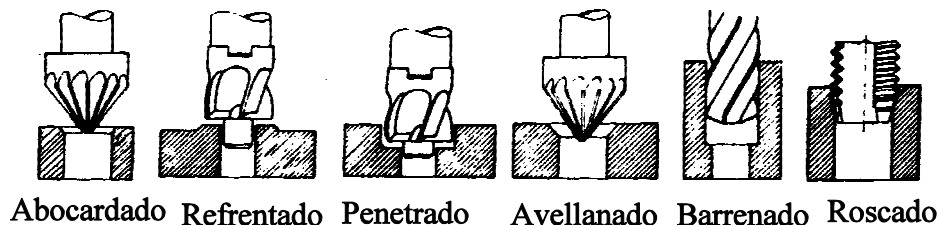
El *Avellanado* es una operación de empleo en el achaflanado de la entrada de los agujeros y se efectúa en el acabado de los mismos, aunque a veces tiene por objeto el desbaste y desbarbado de la entrada de los mismos. Cuando se emplea como operación de acabado su misión suele ser la de servir de alojamiento a la cabeza de los tornillos. Una operación similar es la obtención del alojamiento de forma cilíndrica para cabezas hexagonal y Allen mediante avellanados cilíndricos.

El *Retaladrado* consiste en el agrandamiento del diámetro de un agujero previamente taladrado u obtenido por fundición o estampación. Esta operación puede hacerse con *brocas-escariadores* (ya vistos en el apartado de brocas) de tres filos que es una herramienta más robusta y precisa que la broca helicoidal convencional o con cabezales especiales de retaladrar o mandrinar con plaquitas de metal duro.

En el *Trepanado*, el agujero se produce en una operación única, de aplicación en el caso de diámetros grandes (generalmente mayores de 120 mm.) y permitiendo conservar intacto el núcleo central del agujero. Precisa menos potencia global que el taladrado ya que el volumen de

material eliminado es menor y permite el aprovechamiento del núcleo para, por ejemplo, el control de la calidad. La herramienta es hueca y el corte se efectúa mediante plaquitas de metal duro.

El *Roscado con macho* permite el roscado normal o a máquina de agujeros previamente obtenidos. Los roscadores para este proceso son taladradores con el avance coincidente con el paso del roscado.



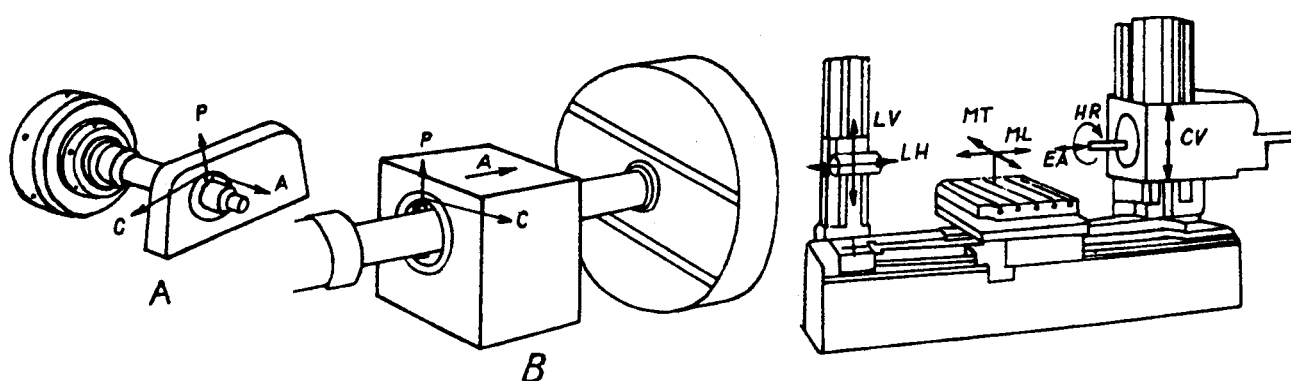
## La Mandrinadora.

La mandrinadora o taladradora horizontal es una máquina-herramienta muy versátil que se caracteriza por la disposición horizontal del husillo principal y por ser el cabezal desplazable verticalmente. Dicho husillo, al igual que en el resto de las taladradoras, dispone de un movimiento principal de rotación y de un movimiento rectilíneo en la dirección de su eje.

### Movimientos principales.

- 1) El movimiento de corte  $M_c$  se realiza por rotación de la herramienta.
- 2) El movimiento de avance  $M_a$  puede efectuarse por desplazamiento axial de la herramienta o por desplazamiento longitudinal de la pieza.
- 3) El movimiento de profundidad  $M_p$  es realizado por movimiento radial de la herramienta.

El nombre lo toma de la operación fundamental que realiza: mandrinar, es decir, agrandar un agujero ya existente aunque también puede realizar operaciones de fresado y torneado.



Hay dos tipos básicos de mandrinadoras:

- Mandrinadoras de bastidor fijo.
- Mandrinadoras de bastidor desplazable.

*Mandrinadoras de bastidor fijo.* Es la máquina-herramienta por arranque de viruta más

versátil que existe, pudiéndose efectuar en ella la mayoría de las operaciones de mecanizado ya que dispone de los siguientes movimientos:

- Rotación del husillo.
- Desplazamiento horizontal del husillo.
- Desplazamiento vertical del cabezal.
- Desplazamiento longitudinal de la mesa portapiezas.
- Desplazamiento transversal de la mesa portapiezas.
- Giro respecto a un eje vertical de la mesa portapiezas.

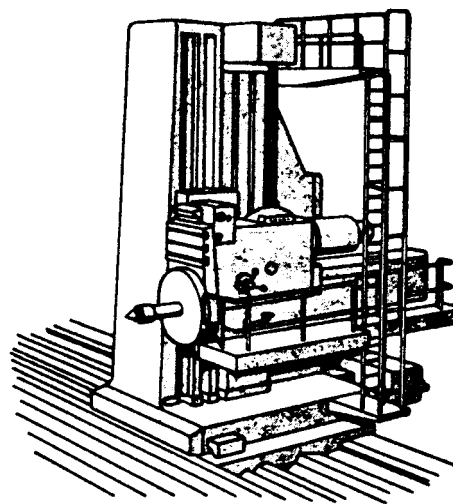
Además pueden ser montados en la mesa todo tipo de accesorios usados en las fresadoras y en las taladradoras y en el husillo pueden ser montados: útiles en voladizo, útiles sobre barra portaherramientas y plato portapiezas similar al del torno. Las partes principales de que constan las mandrinadoras de bastidor fijo son:

- A: Bancada.
- B: Bastidor fijo.
- C: Cabezal con accionamiento incorporado.
- D: Guías del cabezal.
- E: Tornillo para el desplazamiento vertical del cabezal.
- F: Husillo principal.
- G: Husillo para transmisión de los avances de la mesa portapiezas.
- H: Guías del carro portapiezas.
- I: Carro longitudinal.
- L: Mesa portapiezas.
- M: Bastidor auxiliar.
- N: Soporte de la barra portaherramientas.
- O: Tornillo para el desplazamiento vertical del soporte portaherramientas.

*Mandrinadoras de bastidor desplazables.* Se emplean para el mecanizado de piezas muy grandes y pesadas, ya que en dicho caso resulta más ventajoso realizar los movimientos de aproximación, de ajuste y de avance con el bastidor, el cabezal y el husillo que con la pieza. Este tipo de máquinas, suelen tener muy grandes dimensiones.

Herramientas. La mandrinadora puede equiparse con una gran variedad de herramientas, lo que permite realizar con ella trabajos de la más diversa índole.

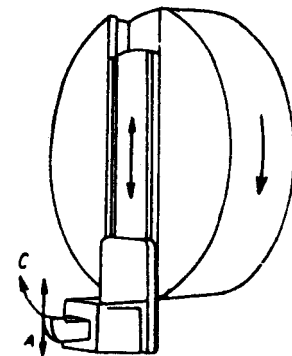
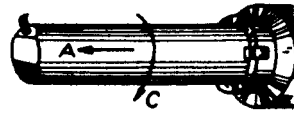
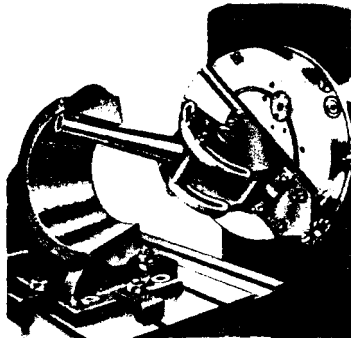
Las herramientas empleadas en las mandrinadoras pueden clasificarse en dos grupos: herramientas en *voladizo* y herramientas *apoyadas*. Las primeras van fijadas únicamente en el eje de trabajo en el plato; las segundas se apoyan además en el cojinete de la luneta.



Las herramientas de voladizo empleadas son: *brocas, cuchillas, escariadores, mandril*



*Barra de mandrinar..* Es una barra de acero templado, dotada de huecos para el alojamiento de herramientas radiales de posición graduable a mano, para aumentar la profundidad de pasada.



## La punteadora.

La punteadora o taladradora de plantillas, sirven para efectuar taladros con una precisión muy grande. Además de requerirse a veces agujeros con forma cilíndrica exacta que tengan pequeñas tolerancias en el diámetro, suele ser además necesaria una posición exacta del taladro, la mayoría de las veces perpendicular a una superficie determinada y a una cierta distancia de un plano de referencia dado o del eje de otro taladro.

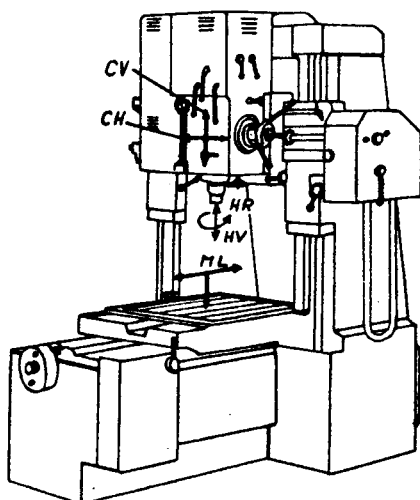
Estos requisitos sólo pueden cumplirse con punteadoras de precisión, las cuales además de presentar una gran rigidez y un cuidadoso ajuste y acabado, poseen dispositivos ópticos y electrónicos por medio de los cuales pueden conseguirse posicionados de la pieza con precisión de 0,001 mm. En su estructura se asemejan a las mandrinadoras, pero con dos montantes, situados a ambos lados de la bancada y unidos por un travesaño superior que a la vez que les da rigidez, aseguran su paralelismo. El cabezal se apoya en un puente deslizante en dirección vertical sobre dos guías de los montantes.

### Movimientos principales.

1) El movimiento de corte  $M_c$  lo produce la herramienta mediante un movimiento de rotación.

2) El movimiento de avance  $M_a$  también lo ejecuta la herramienta mediante un desplazamiento axial.

3) No se considera movimiento de profundidad  $M_p$  como tal.



Los elementos constitutivos de una punteadora son:

A: Bancada.

B: Bastidor.

C: Cabezal motor.

D: Guías del cabezal portahusillo.

E: Cabezal portahusillo.

F: Volante para el avance del husillo.

G: Husillo portaherramientas.

H: Lectores ópticos.

I: Volantes para el desplazamiento de la mesa portapiezas según dos direcciones perpendiculares en el plano horizontal.

Actualmente el elemento medidor de las máquinas punteadoras está constituido por reglas inductivas acoplada a las guías y conectadas a dispositivos visualizadores digitales o *digitalizadores de cotas*.