

► MAQUINAS HERRAMIENTAS Y CONTROL DIMENSIONAL II

SECUENCIA 1

Trabajo I Taladradora -Torno ► OBJETIVOS ► Aprender los conceptos básicos y resolver situaciones problemáticas con los aprendizajes adquiridos, aprender el funcionamiento y operaciones del Taladro.
Criterios de evaluación: -Entrega a tiempo de las actividades propuestas. - Participación y asistencia en clase.

El Trabajo Practico de esta materia se realizara construyendo una maquina plegadora de chapa (u otra maquina manual que el docente considere) con los recursos asignados a cada grupo de trabajo, para lo cual partiendo desde un modelo propuesto, deberá hacer un análisis tecnológico y rediseño de la misma utilizando las maquinas herramientas que vamos a ir estudiando a lo largo del ciclo lectivo, la presentación de la maquina se realizara en noviembre .La evaluación es formativa y se calificara la participación en clase.-

Profes: José Juárez – Daniel Schiavone



MAQUINAS HERRAMIENTAS Y CONTROL DIMENSIONAL II

SECUENCIA 1

Taladradora

Se denomina taladradora o taladro a la máquina o herramienta con la que se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo. Tienen dos movimientos: El de rotación de la broca que le imprime el motor eléctrico de la máquina a través de una transmisión por poleas y engranajes, y el de avance de penetración de la broca, que puede realizarse de forma manual sensitiva o de forma automática, si incorpora transmisión para hacerlo.

Se llama taladrar a la operación de mecanizado que tiene por objeto producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera, utilizando como herramienta una broca. La operación de taladrar se puede hacer con un taladro portátil, con una máquina taladradora, en un torno, en una fresadora, en un centro de mecanizado CNC o en una mandriladora.

De todos los procesos de mecanizado, el taladrado es considerado como uno de los procesos más importantes debido a su amplio uso y facilidad de realización, puesto que es una de las operaciones de mecanizado más sencillas de realizar y que se hace necesaria en la mayoría de los componentes que se fabrican.

Los taladros descritos en este artículo se refieren básicamente a los usados en las industrias metalúrgicas para el mecanizado de metales.

Historia

En el Paleolítico Superior los humanos taladraban conchas de moluscos con fines ornamentales. Se han hallado conchas perforadas de entre 70.000 y 120.000 años de antigüedad en África y Oriente Próximo, atribuidas al Homo sapiens. En Europa unos restos similares datados de hace 50.000 años muestran que también el Hombre de Neandertal conocía la técnica del taladrado.

Taladrar requiere imprimir un movimiento de rotación a la herramienta. El procedimiento más antiguo que se conoce para ello es el denominado "arco de violín", que proporciona una rotación alternativa.

Un bajorrelieve egipcio del año 2700 a. C. muestra una herramienta para taladrar piedra accionada de otra manera, mediante un mango.

A finales de la Edad Media está documentado el uso de taladros manuales llamadas berbiquís.

Siglo XIX

Hitos principales:

1838: primer taladro de sobremesa hecho enteramente de metal fue creado por James Nasmyth. En España es posible encontrar un taladro original de James Nasmyth en el Museo de la Siderurgia y la Minería de Castilla y León en Sabero, provincia de León. Este taladro se ubicó en la Ferrería de San Blas de Sabero, fábrica de hierro perteneciente a la Sociedad Palentina-Leonesa de Minas.

1850: taladro de columna con transmisión a correa y engranajes cónicos (Joseph Whitworth).

1851: primer taladro radial (Sharp, Roberts & Co).

1860: invención de la broca helicoidal por Martignon, que reemplaza rápidamente a las brocas en punta de lanza utilizadas hasta entonces.

1898: invención del acero rápido, que permite aumentar significativamente la velocidad de taladrado.

Siglo XX

Las tecnologías desarrolladas durante la Revolución Industrial se fueron aplicando a los taladros, que de esta manera fueron pasando a ser accionadas

eléctricamente y a ser cada vez más precisas gracias a la metrología y más productivas gracias a nuevos materiales como el carburo de silicio o el carburo de tungsteno. Sin embargo, en su arquitectura las máquinas se conservaron casi sin cambios las formas que habían sido puestas a punto a lo largo del siglo XIX.

La aparición del control numérico a partir de los años 1950 y sobre todo del control numérico por computadora a partir de los 1970 revolucionó las máquinas-herramienta en general y los taladros en particular. La microelectrónica permitió integrar los taladros con otras máquinas-herramienta como tornos o mandrinadoras para formar "centros de mecanizado" polivalentes gestionados por ordenador.

Proceso de taladrado

El taladrado es un término que cubre todos los métodos para producir agujeros cilíndricos en una pieza con herramientas de arranque de viruta. Además del taladrado de agujeros cortos y largos, también cubre el trepanado y los mecanizados posteriores tales como escariado, mandrinado, roscado y brochado. La diferencia entre taladrado corto y taladrado profundo es que el taladrado profundo es una técnica específica diferente que se utiliza para mecanizar agujeros donde su longitud es varias veces más larga (8-9) que su diámetro.

Con el desarrollo de brocas modernas el proceso de taladrado ha cambiado de manera drástica, porque con las brocas modernas se consigue que un taladro macizo de diámetro grande se pueda realizar en una sola operación, sin necesidad de un agujero previo, ni de agujero guía, y que la calidad del mecanizado y exactitud del agujero evite la operación posterior de escariado.

Taladro columna antiguo.

Como todo proceso de mecanizado por arranque de viruta la evacuación de la misma se torna crítica cuando el agujero es bastante profundo, por eso el taladrado está restringido según sean las características del mismo. Cuanto mayor sea su profundidad, más importante es el control del proceso y la evacuación de la viruta



Las brocas

- Son las herramientas más comunes que utilizan las taladradoras para formar un orificio en el material deseado.
- La geometría, dureza y velocidad de retirada de escoria son características a tener en cuenta de esta herramienta para utilizarla en el material adecuado. Estas tres características varían según sus elementos.



Accesorios de las taladradoras

Los accesorios fundamentales en esta herramienta son:

- **Portabrocas:** Es el dispositivo fijador de la broca.
- **Mordazas:** Es la parte que sujeta las piezas.
- **Granetes:** Accesorio para marcar el punto de corte.
- **Plantillas:** Utilizada en la producción en masa para taladrar de una forma estandarizada.



Producción de agujeros

Los factores principales que caracterizan un agujero desde el punto de vista de su mecanizado son:

- Diámetro
- Calidad superficial y tolerancia
- Material de la pieza

Material de la broca

- Longitud del agujero
- Condiciones tecnológicas del mecanizado
- Cantidad de agujeros a producir
- Sistema de fijación de la pieza en el taladro.

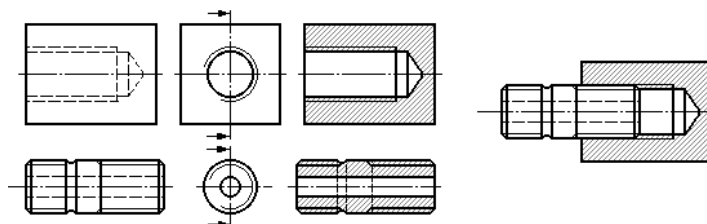
Casi la totalidad de agujeros que se realizan en los diferentes taladros que existen guardan relación con la tornillería en general, es decir la mayoría de los agujeros taladrados sirven para incrustar los diferentes tornillos que se utilizan para ensamblar unas piezas con otras de los mecanismos o máquinas de las que forman parte.

Según este criterio hay dos tipos de agujeros diferentes los que son pasantes y atraviesan en su totalidad la pieza y los que son ciegos y solo se introducen una longitud determinada en la pieza sin llegarla a traspasar, tanto unos como otros pueden ser lisos o pueden ser roscados.

Respecto de los agujeros pasantes que sirven para incrustar tornillos en ellos los hay de entrada avellanada, para tornillos de cabeza plana, agujeros de dos diámetros para insertar tornillos allen y agujeros cilíndricos de un solo diámetro con la cara superior refrentada para mejorar el asiento de la arandela y cabeza del tornillo. El diámetro de estos agujeros corresponde con el diámetro exterior que tenga el tornillo.

Respecto de los agujeros roscados el diámetro de la broca del agujero debe ser la que corresponda de acuerdo con el tipo de rosca que se utilice y el diámetro nominal del tornillo. En los tornillos ciegos se debe profundizar más la broca que la longitud de la rosca por problema de la viruta del macho de roscar.

Representación gráfica de los agujeros ciegos roscados



Parámetros de corte del taladrado

Los parámetros de corte fundamentales que hay que considerar en el proceso de taladrado son los siguientes:

- Elección del tipo de broca más adecuado
- Sistema de fijación de la pieza
- Velocidad de corte (V_c) de la broca expresada de metros/minuto
- Diámetro exterior de la broca u otra herramienta
- Revoluciones por minuto (rpm) del husillo portabrocas
- Avance en mm/rev, de la broca
- Avance en mm/mi de la broca
- Profundidad del agujero
- Esfuerzos de corte
- Tipo de taladro y accesorios adecuados

Velocidad de corte

Se define como velocidad de corte la velocidad lineal de la periferia de la broca u otra herramienta que se utilice en el taladro (Escariador, macho de roscar, etc). La velocidad de corte, que se expresa en metros por minuto (m/min), tiene que ser elegida antes de iniciar el mecanizado y su valor adecuado depende de muchos factores, especialmente de la calidad y tipo de broca que se utilice, de la dureza y la maquinabilidad que tenga el material que se mecanice y de la velocidad de avance empleada. Las limitaciones principales de la

máquina son su gama de velocidades, la potencia de los motores y de la rigidez de la fijación de la pieza y de la herramienta.

A partir de la determinación de la velocidad de corte se puede determinar las revoluciones por minuto que tendrá el husillo portafresas según la siguiente fórmula:

$$V_c \left(\frac{\text{m}}{\text{min}} \right) = \frac{n \left(\text{min}^{-1} \right) \times \pi \times D_c(\text{mm})}{1000 \left(\frac{\text{mm}}{\text{m}} \right)}$$

Donde V_c es la velocidad de corte, n es la velocidad de rotación de la herramienta y D_c es el diámetro de la herramienta.

La velocidad de corte es el factor principal que determina la duración de la herramienta. Una alta velocidad de corte permite realizar el mecanizado en menos tiempo pero acelera el desgaste de la herramienta. Los fabricantes de herramientas y prontuarios de mecanizado, ofrecen datos orientativos sobre la velocidad de corte adecuada de las herramientas para una duración determinada de la herramienta, por ejemplo, 15 minutos. En ocasiones, es deseable ajustar la velocidad de corte para una duración diferente de la herramienta, para lo cual, los valores de la velocidad de corte se multiplican por un factor de corrección. La relación entre este factor de corrección y la duración de la herramienta en operación de corte no es lineal.

Velocidad de rotación de la broca

La velocidad de rotación del husillo portabrocas se expresa habitualmente en revoluciones por minuto (rpm). En los taladros convencionales hay una gama limitada de velocidades, que dependen de la velocidad de giro del motor principal y del número de velocidades de la caja de cambios de la máquina. En los taladros de control numérico, esta velocidad es controlada con un sistema de realimentación que habitualmente utiliza un variador de frecuencia y puede seleccionarse una velocidad cualquiera dentro de un rango de velocidades, hasta una velocidad máxima.

La velocidad de rotación de la herramienta es directamente proporcional a la velocidad de

corte e inversamente proporcional al diámetro de la herramienta.

$$n \left(\text{min}^{-1} \right) = \frac{V_c \left(\frac{\text{m}}{\text{min}} \right) * 1000 \left(\frac{\text{mm}}{\text{m}} \right)}{\pi * D_c(\text{mm})}$$

Velocidad de avance

El avance o velocidad de avance en el taladrado es la velocidad relativa entre la pieza y la herramienta, es decir, la velocidad con la que progresa el corte. El avance de la herramienta de corte es un factor muy importante en el proceso de taladrado.

Cada broca puede cortar adecuadamente en un rango de velocidades de avance por cada revolución de la herramienta, denominado avance por revolución (frev). Este rango depende fundamentalmente del diámetro de la broca, de la profundidad del agujero, además del tipo de material de la pieza y de la calidad de la broca. Este rango de velocidades se determina experimentalmente y se encuentra en los catálogos de los fabricantes de brocas. Además esta velocidad está limitada por las rigideces de las sujeciones de la pieza y de la herramienta y por la potencia del motor de avance de la máquina. El grosor máximo de viruta en mm es el indicador de limitación más importante para una broca. El filo de corte de las herramientas se prueba para que tenga un valor determinado entre un mínimo y un máximo de grosor de la viruta.

La velocidad de avance es el producto del avance por revolución por la velocidad de rotación de la herramienta.

$$F \left(\text{mm/minuto} \right) = N \left(\text{rpm} \right) \times F \left(\text{mm/rev} \right)$$

Al igual que con la velocidad de rotación de la herramienta, en los taladros convencionales la velocidad de avance se selecciona de una gama de velocidades disponibles, mientras que los taladros de control numérico pueden trabajar con cualquier velocidad de avance hasta la máxima velocidad de avance de la máquina.

Control de viruta y refrigeración

- La generación de formas y tamaños de viruta adecuados, y también su evacuación, es vital para realizar correctamente cualquier operación de taladrado. De suceder una acumulación de escoria, el proceso del taladro no procedería.
- Durante el mecanizado se inyecta fluido de corte en la punta de la broca para lubricarla y para evacuar la viruta por los canales, además de refrigerar el sistema, que elevó su temperatura debido a la energía del movimiento.

Tiempo de mecanizado

Para poder calcular el tiempo de mecanizado de un taladro hay que tener en cuenta la longitud de aproximación y salida de la broca de la pieza que se mecaniza. La longitud de aproximación depende del diámetro de la broca.

$$T \text{ (minutos)} = \frac{\text{Longitud de acercamiento (mm)} + \text{Longitud a taladrar (mm)}}{F \text{ (mm/minuto)}}$$

Fuerza específica de corte

La fuerza de corte es un parámetro necesario para poder calcular la potencia necesaria para efectuar un determinado mecanizado. Este parámetro está en función del avance de la broca, de la velocidad de corte, de la maquinabilidad del material, de la dureza del material, de las características de la herramienta y del espesor medio de la viruta. Todos estos factores se engloban en un coeficiente denominado Kx. La fuerza específica de corte se expresa en N/mm².

Potencia de corte

La potencia de corte Pc necesaria para efectuar determinado mecanizado se calcula a partir del valor del volumen de arranque de viruta, la fuerza específica de corte y del rendimiento que tenga el taladro. Se expresa en kilovatios (kW).

Esta fuerza específica de corte Fc, es una constante que se determina por el tipo de material que se está mecanizando, geometría de la herramienta, espesor de viruta, etc.

Para poder obtener el valor de potencia correcto, el valor obtenido tiene que dividirse por un determinado valor (ρ) que tiene en cuenta la eficiencia de la máquina. Este valor es el porcentaje de la potencia del motor que está disponible en la herramienta puesta en el husillo.

$$P_c = \frac{A_c * p * f * F_c}{60 * 10^6 * \rho}$$

donde

Pc es la potencia de corte (kW)

Ac es el diámetro de la broca (mm)

p es la profundidad de pasada (mm)

f es la velocidad de avance (mm/min)

Fc es la fuerza específica de corte (N/mm²)

ρ es el rendimiento o la eficiencia de la máquina

El Torno

¿Qué es un Torno?

Tornear es quitar parte de una pieza mediante una cuchilla u otra herramienta de corte para darle forma (moldear).

Se denomina torno (del latín tornus, y este del griego τόρνος 'giro' 'vuelta') a un conjunto de máquinas y herramientas que permiten mecanizar, roscar, cortar, agujerear, cilindrar, desbastar y ranurar piezas de forma geométrica por revolución. Estas máquinas-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o también llamado chuck fijada entre los puntos de centraje) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas. Desde

el inicio de la Revolución industrial, el torno se ha convertido en una máquina básica importante en el proceso industrial de mecanizado.

La **herramienta de corte** va montada sobre un carro que se desliza sobre unas guías o rieles paralelos al eje de giro de la pieza que se torne, llamado eje x; sobre este carro hay otro que se mueve según el eje z, en dirección radial a la pieza que se torne, y puede haber un tercer carro llamado charriot que se puede inclinar, para hacer conos, y donde se apoya la torreta portaherramientas. Cuando el carro principal desliza la herramienta a lo largo del eje de rotación, produce el cilindrado de la pieza, y cuando el carro transversal se desliza de forma perpendicular al eje de simetría de la pieza se realiza la operación denominada refrentado.

Los tornos copiadores, automáticos y de control numérico llevan sistemas que permiten trabajar a los dos carros de forma simultánea, consiguiendo cilindrados cónicos y esféricos. En el caso de los tornos paralelos, llevan montado un tercer carro, de accionamiento manual y giratorio, llamado charriot, sujeto al carro transversal. Con el charriot inclinado a los grados necesarios es posible mecanizar conos. Encima del charriot va fijada la torreta portaherramientas.

Los materiales con los que se pueden mecanizar piezas en los tornos, pueden ser diversos, desde el acero y el hierro de fundición entre los de mayor dureza; el bronce y el latón, más blandos; alcanzando a tornearse hasta los más plásticos como el nailon y el grilón, por ejemplo.

Historia

Tornos antiguos

La existencia de tornos está atestiguada desde al menos el año 850 a. C. La imagen más antigua conocida se conserva en la tumba de un sumo sacerdote egipcio llamado Petosiris (siglo IV a. C.).

Durante siglos los tornos funcionaron según el sistema de «arco de violín». En el siglo XIII se inventó el torno de pedal y pértiga flexible, que tenía la ventaja de ser accionado con el pie en vez de con las manos, con lo cual estas quedaban libres para otras tareas. En el siglo XV surgieron otras dos mejoras: la transmisión por correa y el mecanismo de biela-manivela.

Tornos mecánicos

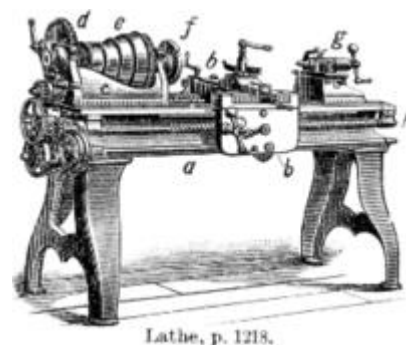
Al comenzar la Revolución industrial en Inglaterra, durante el siglo xvii, se desarrollaron tornos capaces de dar forma a una pieza metálica. El desarrollo del torno pesado industrial para metales en el siglo xviii hizo posible la producción en serie de piezas de precisión:

año 1751: Jacques de Vaucanson construye un torno con portaherramientas deslizante.

hacia 1797: Henry Maudslay y David Wilkinson mejoran el invento de Vaucanson permitiendo que la herramienta de corte pueda avanzar con velocidad constante.

1820: Thomas Blanchard inventa el torno copiador.

años 1840: desarrollo del torno revólver.



En 1833, Joseph Whitworth se instaló por su cuenta en Mánchester. Sus diseños y realizaciones influyeron de manera fundamental en otros fabricantes de la época. En 1839 patentó un torno paralelo para cilindrar y roscar con bancada de guías planas y carro transversal automático, que tuvo una gran aceptación. Dos tornos que llevan incorporados elementos de sus patentes se conservan en la actualidad. Uno de ellos, construido en 1843, se conserva en el Science Museum de

Londres. El otro, construido en 1850, se conserva en el Birmingham Museum. En 1850 se ubicó en la Ferrería de San Blas de Sabero, León, fábrica de hierro perteneciente a la Sociedad Palentina-Leonesa de Minas, un torno para tornear los cilindros de laminación de los trenes laminadores, actualmente está expuesto en el Museo de la Siderurgia y Minería de Castilla - León en Sabero en el mismo lugar donde se ubicó hace más de 160 años.

Pero en 1839 fue J. G. Bodmer quien tuvo la idea de construir tornos verticales. A finales del siglo XIX, este tipo de tornos eran fabricados en distintos tamaños y pesos. El diseño y patente en 1890 de la caja de Norton, incorporada a los tornos paralelos, dio solución al cambio manual de engranajes para fijar los pasos de las piezas a roscar.



Introducción del control numérico por computadora

El torno de control numérico es un ejemplo de automatización programable. Se diseñó para adaptar las variaciones en la configuración de los productos. Su principal aplicación se centra en volúmenes de producción medios de piezas sencillas y en volúmenes de producción medios y bajos de piezas complejas. Uno de los ejemplos más importantes de automatización programable es el control numérico en la fabricación de partes metálicas. El control numérico (CN) es una forma de automatización programable en la cual el equipo de procesamiento se controla a través de números, letras y otros símbolos. Estos números, letras y símbolos están codificados en un formato apropiado para definir un programa de instrucciones para desarrollar una tarea concreta. Cuando la tarea en cuestión cambia,

se cambia el programa de instrucciones. La capacidad de cambiar el programa hace que el CN sea apropiado para volúmenes de producción bajos o medios, dado que es más fácil escribir nuevos programas que realizar cambios en los equipos de procesamiento.

El primer desarrollo en el área del control numérico lo realizó el inventor estadounidense John T. Parsons (Detroit, 1913-2007), junto con su empleado Frank L. Stulen, en la década de 1940. El concepto de control numérico implicaba el uso de datos en un sistema de referencia para definir las superficies de contorno de las hélices de un helicóptero.



Tipos de tornos

Actualmente se utilizan en la industria del mecanizado varios tipos de tornos, cuya aplicación depende de la cantidad de piezas a mecanizar por serie, de la complejidad de las piezas y de la dureza de las piezas.

Torno paralelo

El torno paralelo o mecánico es el tipo de torno que evolucionó partiendo de los tornos antiguos cuando se le fueron incorporando nuevos equipamientos que lograron convertirlo en una de las máquinas herramientas más importante que han existido. Sin embargo, en la actualidad este tipo de torno está quedando relegado a realizar tareas poco importantes, a utilizarse en los talleres de aprendices y en los talleres de mantenimiento para realizar trabajos puntuales o especiales.

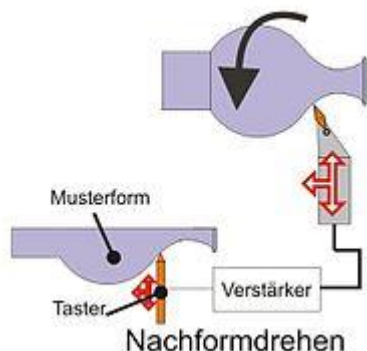
Para la fabricación en serie y de precisión han sido sustituidos por tornos copiadores, revólver, automáticos y de CNC. Para manejar bien estos tornos se requiere la pericia de profesionales muy bien cualificados, ya que el manejo manual de sus carros puede ocasionar errores, a menudo, en la geometría de las piezas torneadas.

Torno copiadore

Se llama torno copiadore a un tipo de torno que operando con un dispositivo hidráulico y electrónico permite el torneado de piezas de acuerdo a las características de la misma siguiendo el perfil de una plantilla que reproduce una réplica igual a la guía.

Este tipo de tornos se utiliza para el torneado de aquellas piezas que tienen diferentes escalones de diámetros, que han sido previamente forjadas o fundidas y que tienen poco material excedente. También son muy utilizados estos tornos en el trabajo de la madera y del mármol artístico para dar forma a las columnas embellecedoras. La preparación para el mecanizado en un torno copiadore es muy sencilla y rápida y por eso estas máquinas son muy útiles para mecanizar lotes o series de piezas que no sean muy grandes.

Las condiciones tecnológicas del mecanizado son comunes a las de los demás tornos, solamente hay que prever una herramienta que permita bien la evacuación de la viruta y un sistema de lubricación y refrigeración eficaz del filo de corte de las herramientas mediante abundante aceite de corte o taladrina.



Torno revólver

El torno revólver es una variedad de torno diseñado para mecanizar piezas sobre las que sea posible el trabajo simultáneo de varias herramientas con el fin de disminuir el tiempo total de mecanizado. Las piezas que presentan esa condición son aquellas que, partiendo de barras, tienen una forma final de casquillo o similar. Una vez que la barra queda bien sujeta mediante pinzas o con un plato de garras, se va taladrando, mandrilando, roscando o escariando la parte interior mecanizada y a la vez se puede ir cilindrando, refrentando, ranurando, roscando y cortando con herramientas de torneado exterior.

El torno revólver lleva un carro con una torreta giratoria en la que se insertan las diferentes herramientas que realizan el mecanizado de la pieza. También se pueden mecanizar piezas de forma individual, fijándolas a un plato de garras de accionamiento hidráulico.



Operaria manejando un torno revolver

Torno automático

Se llama torno automático a un tipo de torno cuyo proceso de trabajo está enteramente automatizado. La alimentación de la barra necesaria para cada pieza se hace también de forma automática, a partir de una barra larga que se inserta por un tubo que tiene el cabezal y se sujeta mediante pinzas de apriete hidráulico.

Estos tornos pueden ser de un solo husillo o de varios husillos:

Los de un solo husillo se emplean básicamente para el mecanizado de piezas pequeñas que requieran grandes series de producción.

Cuando se trata de mecanizar piezas de dimensiones mayores se utilizan los tornos automáticos multihusillos donde de forma programada en cada husillo se va realizando una parte del mecanizado de la pieza. Como los husillos van cambiando de posición, el mecanizado final de la pieza resulta muy rápido porque todos los husillos mecanizan la misma pieza de forma simultánea.

La puesta a punto de estos tornos es muy laboriosa y por eso se utilizan principalmente para grandes series de producción. El movimiento de todas las herramientas está automatizado por un sistema de excéntricas y reguladores electrónicos que regulan el ciclo y los topes de final de carrera.

Un tipo de torno automático es el conocido como «cabezal móvil» o «tipo suizo» (Swiss type), en los que el desplazamiento axial viene dado por el cabezal del torno. En estas máquinas el cabezal retrocede con la pinza abierta, cierra pinza y va generando el movimiento de avance de la barra para mecanizar la pieza mientras las herramientas no se desplazan axialmente. Los tornos de cabezal móvil tienen también la peculiaridad de disponer de una luneta o cañón que guía la barra a la misma altura de las herramientas. Por este motivo es capaz de mecanizar piezas de gran longitud en comparación a su diámetro. El rango de diámetros de un torno de cabezal móvil llega actualmente a los 38 milímetros de diámetro de barra, aunque suelen ser máquinas de diámetros menores. Este tipo de tornos pueden funcionar con levas o CNC y son capaces de trabajar con tolerancias muy estrechas.

Torno vertical

El torno vertical es una variedad de torno, de eje vertical, diseñado para mecanizar piezas de gran tamaño, que van sujetas al plato de garras u otros operadores y que por sus dimensiones o peso harían difícil su fijación en un torno horizontal.

Los tornos verticales no tienen contrapunto sino que el único punto de sujeción de las piezas es el plato horizontal sobre el cual van apoyadas. La manipulación de las piezas para fijarlas en el plato se hace mediante grúas de puente o polipastos.



Torno CNC

El torno CNC es un torno dirigido por control numérico por computadora.

Ofrece una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y la trayectoria de la herramienta de torneado es controlada por un ordenador que lleva incorporado, el cual procesa las órdenes de ejecución contenidas en un software que previamente ha confeccionado un programador conocedor de la tecnología de mecanizado en torno. Es una máquina que resulta rentable para el mecanizado de grandes series de piezas sencillas, sobre todo piezas de revolución, y permite mecanizar con precisión superficies curvas coordinando los movimientos axial y radial para el avance de la herramienta.

La velocidad de giro de cabezal portapiezas, el avance de los carros longitudinal y transversal y las cotas de ejecución de la pieza están programadas y, por tanto, exentas de fallos imputables al operario de la máquina.



Otros tipos de tornos

Además de los tornos empleados en la industria mecánica, también se utilizan tornos para trabajar la madera, la ornamentación con mármol o granito.

El nombre de torno se aplica también a otras máquinas rotatorias como por ejemplo el torno de alfarero o el torno dental. Estas máquinas tienen una aplicación y un principio de funcionamiento totalmente diferentes de las de los tornos descritos en este artículo.

Estructura del torno

El torno tiene cinco componentes principales:

1. Bancada: sirve de soporte para las otras unidades del torno. En su parte superior lleva unas guías por las que se desplaza el cabezal móvil o contrapunto y el carro principal.
2. Cabezal fijo: contiene los engranajes o poleas que impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. Incluye el motor, el husillo, el selector de velocidad, el selector de unidad de avance y el selector de sentido de avance. Además sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se apoya en el husillo.
3. Contrapunto: el contrapunto es el elemento que se utiliza para servir de apoyo y poder colocar las piezas que son torneadas entre puntos, así como otros elementos tales como portabrocas o brocas para hacer taladros en el centro de los ejes. Este contrapunto puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada.
4. Carro portátil: consta del carro principal, que produce los movimientos de la

herramienta en dirección axial; y del carro transversal, que se desliza transversalmente sobre el carro principal en dirección radial. En los tornos paralelos hay además un carro superior orientable, formado a su vez por tres piezas: la base, el charriot y la torreta portaherramientas. Su base está apoyada sobre una plataforma giratoria para orientarlo en cualquier dirección.

5. Cabezal giratorio o chuck: su función consiste en sujetar la pieza a mecanizar. Hay varios tipos, como el chuck independiente de cuatro mordazas o el universal, mayoritariamente empleado en el taller mecánico, al igual que hay chucks magnéticos y de seis mordazas.



Equipo auxiliar

Se requieren ciertos accesorios, como sujetadores para la pieza de trabajo, soportes y portaherramientas. Algunos accesorios comunes incluyen:

- Plato de sujeción de garras universal: sujeta la pieza de trabajo en el cabezal y transmite el movimiento.
- Plato de sujeción de garras blandas: sujeta la pieza de trabajo en el cabezal a través de una superficie ya acabada. Son mecanizadas

para un diámetro específico no siendo válidas para otros.

- Centros o puntos: soportan la pieza de trabajo en el cabezal y en la contrapunta.
- Perno de arrastre: Se fija en el plato de torno y en la pieza de trabajo y le transmite el movimiento a la pieza cuando está montada entre centros.
- Soporte fijo o luneta fija: soporta el extremo extendido de la pieza de trabajo cuando no puede usarse la contrapunta.
- Soporte móvil o luneta móvil: se monta en el carro y permite soportar piezas de trabajo largas cerca del punto de corte.
- Torreta portaherramientas con alineación múltiple.
- Plato de arrastre: para amarrar piezas de difícil sujeción.
- Plato de garras independientes: tiene 4 garras que actúan de forma independiente unas de otra.

Herramientas de torneado

Las herramientas de torneado se diferencian en dos factores, el material del que están constituidas y el tipo de operación que realizan. Según el material constituyente, las herramientas pueden ser de acero rápido, metal duro soldado o plaquitas de metal duro (widia) intercambiables.

Herramientas para diversos mecanizados

La tipología de las herramientas de metal duro está normalizada de acuerdo con el material que se mecanice, puesto que cada material ofrece unas resistencias diferentes. El código ISO para herramientas de metal duro se recoge en la tabla más abajo.

Cuando la herramienta es de acero rápido o tiene la plaquita de metal duro soldada en el portaherramientas, cada vez que el filo se desgasta hay que desmontarla y afilarla correctamente con los ángulos de corte específicos en una afiladora. Esto ralentiza bastante el trabajo porque la herramienta se tiene que enfriar constantemente y verificar que el ángulo de incidencia del corte este correcto. Por ello, cuando se mecanizan piezas en serie lo normal es utilizar portaherramientas con plaquitas intercambiables, que tienen varias caras de

corte de usar y tirar y se reemplazan de forma muy rápida.

Especificaciones técnicas de los tornos

Principales especificaciones técnicas de los tornos convencionales:6

Capacidad

Altura de puntos;

distancia entre puntos;

diámetro admitido sobre bancada o volteo, se mide del centro del husillo al inicio de la bancada

diámetro admitido sobre escote;

diámetro admitido sobre carro transversal;

ancho de la bancada;

longitud del escote delante del plato liso.

Cabezal fijo

caja Norton

Diámetro del agujero del husillo principal o paso de barra;

nariz del husillo principal; o nariz de husillo secundario

cono Morse del husillo principal;

gama de velocidades del cabezal (habitualmente en rpm);

número de velocidades.

Carros

Recorrido del carro transversal;

recorrido del "charriot" o carro superior;

dimensiones máximas de la herramienta,

gama de avances longitudinales;

gama de avances transversales.

recorrido del avance automático (carro longitudinal)

recorrido del avance automático (carro transversal).

Roscado

Gama de pasos métricos;

gama de pasos Whitworth;

gama de pasos modulares;

gama de pasos Diametral Pitch;

paso del husillo patrón.

Cabezal móvil

El cabezal móvil está compuesto por dos piezas, que en general son de fundición. Una de ellas, el soporte, se apoya sobre las guías principales del torno, sobre las que se puede fijar o trasladar desde el extremo opuesto al cabezal. La otra pieza se ubica sobre la anterior y tiene un husillo que se acciona con una manivela para el desplazamiento longitudinal del contrapunto, encajándolo con la presión adecuada en un agujero cónico ciego, denominado punto de centrado, practicado sobre el extremo de la pieza opuesto al cabezal fijo.⁷

Motores

Potencia del motor principal (habitualmente en kW);

potencia de la motobomba de refrigerante (en kW).

Lunetas

No todos los tipos de tornos tienen las mismas especificaciones técnicas. Por ejemplo los tornos verticales no tienen contrapunto y solo se mecanizan las piezas sujetas al aire. El roscado a máquina con Caja Norton solo lo tienen los tornos paralelos.

Movimientos de trabajo en la operación de torneado

- **Movimiento de corte:** por lo general se imparte a la pieza que gira rotacionalmente sobre su eje principal. Este movimiento lo imprime un motor eléctrico que transmite su giro al husillo principal mediante un sistema de poleas o engranajes. El husillo principal tiene acoplado a su extremo

distintos sistemas de sujeción (platos de garras, pinzas, mandrinos auxiliares u otros), los cuales sujetan la pieza a mecanizar. Los tornos tradicionales tienen una gama fija de velocidades de giro, sin embargo los tornos modernos de Control Numérico la velocidad de giro del cabezal es variable y programable y se adapta a las condiciones óptimas que el mecanizado permite.

- **Movimiento de avance:** es el movimiento de la herramienta de corte en la dirección del eje de la pieza que se está trabajando. En combinación con el giro impartido al husillo, determina el espacio recorrido por la herramienta por cada vuelta que da la pieza. Este movimiento también puede no ser paralelo al eje, produciéndose así conos. En ese caso se gira el carro charriot, ajustando en una escala graduada el ángulo requerido, que será la mitad de la conicidad deseada. Los tornos convencionales tienen una gama fija de avances, mientras que los tornos de Control Numérico los avances son programables de acuerdo a las condiciones óptimas de mecanizado y los desplazamientos en vacío se realizan a gran velocidad.
- **Profundidad de pasada:** movimiento de la herramienta de corte que determina la profundidad de material arrancado en cada pasada. La cantidad de material factible de ser arrancada depende del perfil del útil de corte usado, el tipo de material mecanizado, la velocidad de corte, potencia de la máquina, avance, etc.
- **Nonios de los carros:** para regular el trabajo de torneado los carros del torno llevan incorporado unos nonios en forma de tambor graduado, donde cada división indica el desplazamiento que tiene el carro, ya sea el longitudinal, el transversal o el charriot. La medida se va conformando de forma manual por el operador de la máquina por lo que se requiere que sea una persona muy experta quien lo manipule si se trata de conseguir dimensiones con tolerancias muy estrechas. Los tornos de control numérico ya no llevan nonios sino que las

dimensiones de la pieza se introducen en el programa y estas se consiguen automáticamente.

Operaciones de torneado

Cilindrado

Esta operación consiste en el mecanizado exterior o interior al que se someten las piezas que tienen mecanizados cilíndricos. Para poder efectuar esta operación, con el carro transversal se regula la profundidad de pasada y, por tanto, el diámetro del cilindro, y con el carro paralelo se regula la longitud del cilindro. El carro paralelo avanza de forma automática de acuerdo al avance de trabajo deseado. En este procedimiento, el acabado superficial y la tolerancia que se obtenga puede ser un factor de gran relevancia. Para asegurar calidad al cilindrado el torno tiene que tener bien ajustada su alineación y concentricidad.

El cilindrado se puede hacer con la pieza al aire sujeta en el plato de garras, si es corta, o con la pieza sujeta entre puntos y un perno de arrastre, o apoyada en luneta fija o móvil si la pieza es de grandes dimensiones y peso. Para realizar el cilindrado de piezas o ejes sujetos entre puntos, es necesario previamente realizar los puntos de centraje en los ejes.

Cuando el cilindrado se realiza en el hueco de la pieza se llama mandrinado.

Refrentado

La operación de refrentado consiste en un mecanizado frontal y perpendicular al eje de las piezas que se realiza para producir un buen acoplamiento en el montaje posterior de las piezas torneadas. Esta operación también es conocida como frunteado. La problemática que tiene el refrentado es que la velocidad de corte en el filo de la herramienta va disminuyendo a medida que avanza hacia el centro, lo que ralentiza la operación. Para mejorar este aspecto muchos tornos modernos incorporan variadores de velocidad en el cabezal de tal forma que se puede ir aumentando la velocidad de giro de la pieza.

Ranurado

El ranurado consiste en mecanizar unas ranuras cilíndricas de anchura y profundidad variable en las

piezas que se tornearn, las cuales tienen muchas utilidades diferentes. Por ejemplo, para alojar una junta tórica, para salida de rosca, para arandelas de presión, etc. En este caso la herramienta tiene ya conformado el ancho de la ranura y actuando con el carro transversal se le da la profundidad deseada. Los canales de las poleas son un ejemplo claro de ranuras torneadas.

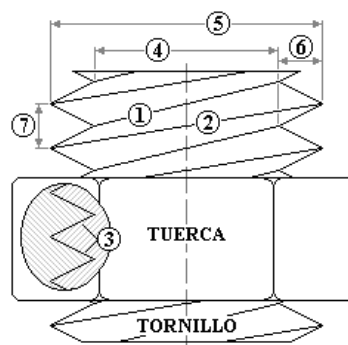
Roscado en el torno

Hay dos sistemas de realizar roscados en los tornos, de un lado la tradicional que utilizan los tornos paralelos, mediante la Caja Norton, y de otra la que se realiza con los tornos CNC, donde los datos de las roscas van totalmente programados y ya no hace falta la caja Norton para realizarlo.

Para efectuar un roscado con herramienta hay que tener en cuenta lo siguiente:

Las roscas pueden ser exteriores (tornillos) o bien interiores (tuercas), debiendo ser sus magnitudes coherentes para que ambos elementos puedan enroscarse.

Los elementos que figuran en la tabla son los que hay que tener en cuenta a la hora de realizar una rosca en un torno:



	Rosca exterior o macho	Rosca interior o hembra
1	Fondo o base	Cresta o vértice
2	Cresta o vértice	Fondo o base
3	Flanco	Flanco
4	Diámetro del núcleo	Diámetro del taladro
5	Diámetro exterior	Diámetro interior
6	Profundidad de la rosca	
7	Paso	

Para efectuar el roscado hay que realizar previamente las siguientes tareas:

- Tornear previamente al diámetro que tenga la rosca
- Preparar la herramienta de acuerdo con los ángulos del filete de la rosca.
- Establecer la profundidad de pasada que tenga que tener la rosca hasta conseguir el perfil adecuado.

Roscado en torno paralelo

Una de las tareas que pueden ejecutarse en un torno paralelo es efectuar roscas de diversos pasos y tamaños tanto exteriores sobre ejes o interiores sobre tuercas. Para ello los tornos paralelos universales incorporan un mecanismo llamado Caja Norton, que facilita esta tarea y evita montar un tren de engranajes cada vez que se quisiera efectuar una rosca.

La caja Norton es un mecanismo compuesto de varios engranajes que fue inventado y patentado en 1890, que se incorpora a los tornos paralelos y dio solución al cambio manual de engranajes para fijar los pasos de las piezas a roscar. Esta caja puede constar de varios trenes desplazables de engranajes o bien de uno basculante y un cono de engranajes. La caja conecta el movimiento del cabezal del torno con el carro portaherramientas que lleva incorporado un husillo de rosca cuadrada.

El sistema mejor conseguido incluye una caja de cambios con varias reductoras. De esta manera con la manipulación de varias palancas se pueden fijar distintas velocidades de avance de carro portaherramientas, permitiendo realizar una gran variedad de pasos de rosca tanto métricos como Whitworth. Las hay en baño de aceite y en seco, de engranajes tallados de una forma u otra, pero básicamente es una caja de cambios.

En la siguiente figura se observa cómo partiendo de una barra hexagonal se mecaniza un tornillo. Para ello se realizan las siguientes operaciones:

Se cilindra el cuerpo del tornillo dejando la cabeza hexagonal en sus medidas originales.

Se achaflana la entrada de la rosca y se refrenta la punta del tornillo.

Se ranura la garganta donde finaliza la rosca junto a la cabeza del tornillo.

Se rosca el cuerpo del tornillo, dando lugar a la pieza finalizada.

Este mismo proceso se puede hacer partiendo de una barra larga, tronzando finalmente la parte mecanizada.



barra hexagonal



Figura 1



Figura 2



Figura 3

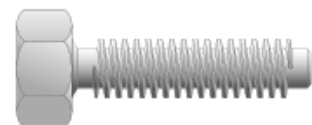


Figura 4

Moleteado

El moleteado es un proceso de conformado en frío del material mediante unas moletas que presionan la pieza mientras da vueltas. Dicha deformación produce un incremento del diámetro de partida de la pieza. El moleteado se realiza en piezas que se tengan que manipular a mano, que generalmente

vayan roscadas para evitar su resbalamiento que tendrían en caso de que tuviesen la superficie lisa.

El moleteado se realiza en los tornos con unas herramientas que se llaman moletas, de diferente paso y dibujo.

Un ejemplo de moleteado es el que tienen las monedas de 50 céntimos de euro, aunque en este caso el moleteado es para que los invidentes puedan identificar mejor la moneda.

El moleteado por deformación se puede ejecutar de dos maneras:

Radialmente, cuando la longitud moleteada en la pieza coincide con el espesor de la moleta a utilizar.

Longitudinalmente, cuando la longitud excede al espesor de la moleta. Para este segundo caso la moleta siempre ha de estar biselada en sus extremos.

