



Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”
Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas

HOJA: 1 DE:80

Taller de Máquinas Herramientas

Taller de Máquinas Herramientas

Profesor:
Melgarejo Emanuel



Capítulo I: Herramientas y Máquinas – Reseña histórica

Introducción

Para hablar de herramientas hay que remontarse hasta los orígenes del hombre porque, desde siempre, lo acompañaron en su evolución. Cuando las manos del hombre ya no eran suficientes para realizar alguna tarea, necesitó algún objeto o dispositivo para ayudarse, así nacieron las herramientas.

Si bien las herramientas fueron variando en cuanto a su forma, diseño, tamaño, calidad, hoy en día siguen siendo el principal auxilio con que cuenta el ser humano para realizar su trabajo. Miles de ellas surgieron en esa evolución, empezando por la simple palanca que, sin duda, fue una de las primeras.

Por eso, en una simple definición, podemos decir que "las herramientas son una prolongación de la mano del hombre".

Máquinas y herramientas

Al hablar de herramientas y máquinas herramientas es menester aclarar que, contando ambas con distintos orígenes, la historia se encargó de unir sus desarrollos y evolución, al punto de existir en la actualidad una dependencia directa de unas con otras, siendo ambas pertenecientes a industrias distintas.

Los conceptos de herramienta y de máquina herramienta difieren bastante. Las herramientas son pensadas en función de los materiales (tanto en su fabricación, como con el material con el que se trabajará), mientras las máquinas herramientas son pensadas en función de la operatoria a realizar por ésta (será diseñada para realizar distintas operatorias como: agujerear, cortar, pulir, torneear, fresar, etc.).

Aparición de las primeras máquinas

*¿Cómo hacer para determinar cuáles fueron las primeras máquinas?
Primero, tendríamos que definir qué interpretamos por máquina. Se entiende por máquina al conjunto de piezas o elementos, móviles o no móviles que por efecto de su enlace es capaz de transformar la energía que se le suministra.*

Tecnológicamente, se diría que las primeras máquinas herramientas fueron tornos y taladros muy sencillos cuando el hombre dejó libre sus manos, pudiendo imprimir el movimiento necesario con el pie, mediante el artificio de pedal y pértiga flexible. Esto

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 “Domingo Crespo” Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 3 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

fue -aproximadamente- en un período posterior al Imperio romano, entre los años 1000 al 1200 de nuestra era.

Durante muchos años posteriores, los tremendos cambios sociales y culturales producto de las constantes luchas, guerras e invasiones mutuas entre imperios y naciones, del hasta entonces mundo conocido, no permitieron mayores desarrollos. Solo tuvieron evolución aquellos vinculados al diseño y la fabricación de armamentos.

Se podría decir que fue un periodo de la historia con sociedades abocadas a sus necesidades mínimas y no a la investigación.

Entre los siglos XV y XVIII comienzan a aparecer en el mundo síntomas de cambios muy profundos. Transcurren las guerras religiosas, el expansionismo europeo con los imperios marítimos, la colonización de América, las revoluciones burguesas en Holanda, Inglaterra, Norteamérica, Francia, por citar algunos ejemplos, hechos que concentraron la atención de las sociedades de la época. También, época donde surgen mentes brillantes como Voltaire, Galileo Galilei o Miguel Ángel Buonarroti que contribuyen al cambio.

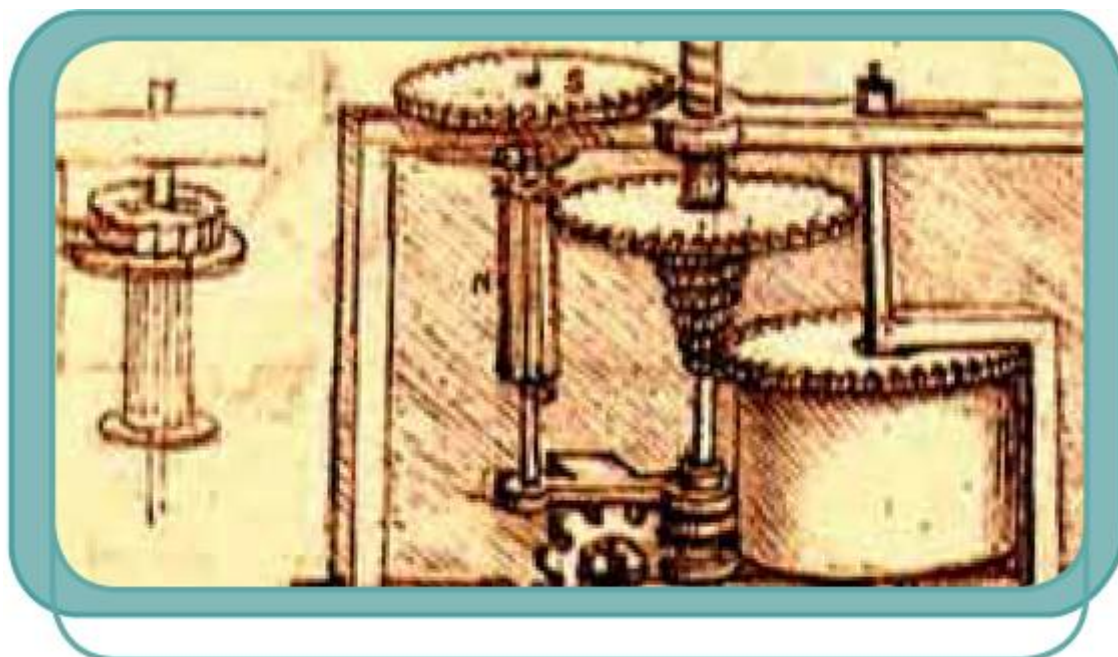
En lo referente a las máquinas, también aportan lo suyo, ilustres como el prodigio matemático francés Blaise Pascal, quien enuncia el principio que lleva su nombre en el “Tratado sobre el equilibrio de los líquidos” y descubre el principio de la prensa hidráulica; o como el florentino Benvenuto Cellini que construye la primera prensa de balancín o el incomparable Leonardo da Vinci.

Bocetos de Leonardo da Vinci

Hombre de una inteligencia, inventiva y creatividad casi únicas, el cuál efectuó significativos aportes a la arquitectura, botánica, medicina, pintura, escultura, física y, también, a la mecánica. Como inventor dejó los planos del primer tanque de guerra y el principio del helicóptero. Pero sobre todo diseños de máquinas herramientas como: una máquina para acuñar monedas, una lámina-dora, una recortadora, y un sinnúmero de variantes de tornos y sus dispositivos. No pudo fabricar estas máquinas por falta de medios, pero dieron origen a la mayoría de las construidas con posterioridad por los más importantes fabricantes de máquinas herramientas.

El mundo de la mecánica cimentó su desarrollo futuro gracias a los trabajos y estudios de Leonardo. Motores, transmisiones, máquinas herramientas, vehículos mecánicos, o todo tipo de maquinaria que utiliza engranajes aplican los principios de Leonardo, desde el comienzo de sus diseños hasta la fabricación, todos vigentes hasta el día de hoy.

Seguramente, el mundo de la mecánica no sería el mismo de no haber existido Leonardo da Vinci.



Aparición de la máquina de vapor

Un francés, Denis Papin, dio a conocer en 1690 el principio fundamental de la máquina de vapor.

Unos años más tarde, Thomas Newcomen en 1712 construyó unas rudimentarias máquinas de vapor que se utilizaron para achicar (extraer) el agua en las minas inglesas de carbón. Finalmente, James

Watt, un joven escocés de 29 años, construyó, bajo su diseño en 1765, las primeras máquinas de vapor de uso industrial, que permitieron la independencia de las máquinas en el uso de energía.

La máquina de Watt permitió más flexibilidad en la instalación de las máquinas herramientas, incluso podía aplicarse en equipos pequeños, permitiendo una pronta proliferación de industrias de todo tipo (para la época industrias muy importantes como la textil, naval, construcción, armamentística, ferroviaria, entre otras) lo que provocó el mayor espaldarazo a lo que la historia conoce como Revolución Industrial.

La Revolución Industrial

Le llevó mucho tiempo a Watt mejorar su invento. Para fines de 1780 pudo perfeccionar la máquina de vapor convirtiéndola en una verdadera aplicación práctica como proveedora de energía a las máquinas herramientas.

Para ese entonces, después de muchos intentos fallidos debido a que no se podían obtener tolerancias adecuadas en el mecanizado de cilindros en barrenadoras o mandrinadoras de

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 “Domingo Crespo” Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 5 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

la época para la fabricación de cañones, el industrial inglés John Wilkinson (llamado “Hierro enojado” por su mal carácter, y su terrible obsesión con el hierro fundido) construye, por encargo de Watt, una mandrinadora-agujereadora de diseño novedoso y técnicamente avanzado, por su mayor precisión.

Con esta máquina herramienta, equipada con un ingenioso cabezal giratorio y desplazable, se consiguió un error máximo del espesor de una moneda de seis peniques en un diámetro de 72 pulgadas. Evidentemente una tolerancia muy grosera, hoy día, pero suficiente para garantizar el ajuste y hermetismo entre pistón y cilindro de la máquina de vapor de Watt. A la máquina de vapor se le suma una importante mejora en las tolerancias de fabricación, y las primeras herramientas de acero al carbono, la sumatoria de las tres novedades tecnológicas resultan los puntales de los grandes cambios y desarrollos que dieron vida a la Revolución Industrial.

Las máquinas creadas originariamente para el procesamiento de la madera fueron copiadas, pero mejoradas para su utilización con materiales ferrosos. Así, nacen máquinas herramientas como: tornos totalmente mecánicos (por ese entonces los bastidores y bancadas eran de maderas duras, que fueron mayormente reemplazadas por piezas de fundición); tornos con torretas (se usaban con un solo porta herramientas, la variante estaba en incorporar varias herramientas para distintas operatorias en una misma torreta); tornos copiadores mejorados (con la particularidad de poder efectuar piezas idénticas, mecanizándolas con un dispositivo llamado copiador, que permitía copiar un diseño patrón y así hacer todas las piezas iguales); y un número importante de máquinas herramientas desarrolladas en esa época. Las acepilladoras, mortajadoras, y taladradoras fueron mejoradas, mientras que las pulidoras, también llamadas rectificadoras, fueron rediseñadas para el uso de nuevos tipos de piedras. Por último, nace la -quizás- máquina de mayor desarrollo desde su creación hasta nuestros días, la fresadora.

Durante todo el siglo XIX se construyeron una gran variedad de tipos de máquinas herramientas para dar respuesta, en cantidad y calidad, al mecanizado de todas las piezas metálicas de los nuevos productos que se iban desarrollando.

El aporte de Joseph Whitworth

En el momento de mayor desarrollo de la máquina herramienta, el millonario británico Sir Joseph Whitworth desarrolló un método de producción denominado de medidas finas, con el que se obtenían piezas con superficies planas. El sistema consistía en realizar el acabado frotando dos superficies con una mezcla de aceite y esmeril, logrando superficies planas con una exactitud maravillosa.

Este polifacético hombre perfeccionó un torno paralelo al que le incorpora un dispositivo que permite realizar, en dicho torno, una rosca que lleva su nombre. En 1841 perfeccionó un sistema para roscas de tornillos ideado por él, que se transformó en el primer sistema estandarizado de rosca y que, con el tiempo, se convirtió en el “Whitworth estándar

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 “Domingo Crespo” Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 6 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

británico”, mundialmente conocido como rosca BSW, adoptado por el gobierno británico en 1884 y revalidado en 1956.

La estandarización permitió una mejor organización y manejo de piezas a rosca en la mayor industria desarrollada por los ingleses en esa época, los ferrocarriles. Su trascendencia fue tal que, en determinado momento y a través de los ferrocarriles ingleses, esa rosca fue conocida y utilizada en casi todo el mundo. Ya para 1850, Whitworth era reconocido como el primer y mayor constructor de máquinas herramientas del mundo. También se lo conoce por introducir en las máquinas herramientas la caja Norton: una caja de velocidades que permite transmitir la velocidad en la máquina mediante el uso de engranajes reemplazando las poleas. Una variante que mantiene vigencia hasta nuestros días.

Las herramientas al rojo vivo de Taylor

Ya casi finalizando el siglo XIX, se produce uno de los acontecimientos más importantes del rubro metalmecánico. Exactamente en 1898, el ingeniero norteamericano Frederick Winslow Taylor, sin saberlo, hizo un descubrimiento que se transformaría en un hito y pondría a las herramientas de corte en una posición privilegiada. Experimentando con su colega Maunsell White con unos aceros Midvale N° 68, al que les había agregado altos contenidos de tungsteno y cromo, comprobó -accidentalmente- que calentándolo casi hasta la temperatura de fusión para templearlo, adquiriría una nueva y desconocida propiedad que la denominó dureza al rojo vivo (las publicaciones de la época la denominaban rojo cereza). Esa propiedad consistía en conservar la dureza de temple hasta temperaturas del orden de los 600° grados centígrados, temperatura que sólo se puede generar durante el corte de metales, sobre todo sometido a la fricción de altas velocidades de corte. Justamente, los operarios de la empresa Bethlehem Iron Company, en la que Taylor trabajaba como consultor, fueron los que hablaban de un acero para trabajar muy rápido. Al poco tiempo, pasaron a denominarlos -genéricamente- como aceros rápidos.

Gracias al descubrimiento de Taylor y White, la firma en la que se produjo el novel descubrimiento y en la que también se efectuaron ensayos posteriores, pasó a llamarse Bethlehem Steel Company.

Taylor siguió perfeccionándolo y en 1906 le incorporó vanadio, mejorando su calidad. Estas herramientas revolucionaron el mundo metalmecánico ya que “no” existían máquinas herramientas que permitiesen obtener su máximo rendimiento, provocando en los fabricantes de máquinas el gran desafío de incrementar al triple las velocidades de corte de la época. Éstas podían trabajar a más de 40 metros por minuto, velocidades muy por arriba de los 10 metros por minuto que se utilizaban por entonces.

Con estas herramientas Taylor efectuó miles de ensayos para establecer las bondades que tenían mecanizando más de 400 toneladas de distintos tipos de materiales. También llamado el padre de la industrialización moderna, y artífice del movimiento empresarial

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 "Domingo Crespo" Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 7 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

denominado "Taylorismo", estandarizó el diseño constructivo de distintas herramientas, adaptando cada diseño al material a mecanizar. Tan completo resultó su trabajo, que sus diseños aplicados con los aceros rápidos de hace más de 100 años, siguen vigentes hasta nuestros días.

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 “Domingo Crespo” Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 8 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

Capítulo II: Diseño y uso de Máquinas Herramientas

¿Qué es una máquina herramienta?

Se denomina máquinas herramientas a las herramientas que utilizan una fuente de energía distinta del movimiento humano, aunque también puedan ser movidas por personas cuando no hay otra fuente de energía. Los historiadores de la tecnología consideran que las máquinas herramientas nacieron cuando se eliminó la actuación directa del hombre en el proceso de dar forma o troquelar los distintos tipos de herramientas. Por ejemplo, se considera que el primer torno que puede considerarse máquina herramienta fue el inventado alrededor de 1751 por Jacques de Vaucanson, porque fue el primero que incorporó el instrumento de corte en una cabeza ajustable mecánicamente, quitándolo de las manos del operario.

Rubros más destacados en el uso de máquinas herramientas

Las máquinas herramientas en sus orígenes eran máquinas muy simples, compuestas básicamente por un cuadro base o estructura central, a la que se le adosaban distintos tipos de dispositivos que funcionaban con movimientos sencillos. Estos movimientos cíclicos, pendulares o circulares, presentaban opciones para dar forma a una pieza.

En todos los casos, las máquinas herramientas aportaron la variante operacional del trabajo de mecanizado, ya que el trabajo de dar forma siempre fue realizado por una herramienta, por ejemplo: en el caso de una prensa o balancín: el molde; o en un torno paralelo: la herramienta de corte. Los responsables de dar forma a la pieza, ya sea por deformación o arranque de viruta, son los moldes o las herramientas de corte que realizan el trabajo real y definitivo sobre la pieza en cuestión.

A través de los últimos años, fueron ampliando sus capacidades productivas, se fueron sofisticando sus procesos de aplicación en diversos rubros. Su uso creció en forma desmesurada, a medida que se incrementaban los programas de producción en los rubros que hacían uso de ellas.

Las primeras y más recordadas, fueron las utilizadas por los rubros que trabajaban originariamente la madera (máquinas cepilladoras, tornos madereros y sierras) y los textiles que fabricaban telas (telares, hilanderas). La Revolución Industrial dio un impulso muy importante para que se produjeran los cambios que llegan a nuestros días.



RUBRO	PORCENTAJE
Metalmecánico	59
Plástico	11
Textil	9
Maderero	8
Gráfico	2
Otros	11

Como se puede ver, el rubro metalmecánico es el que más utiliza las máquinas herramientas.

Proceso de mecanizado sin arranque de viruta

Se puede definir como mecanizado, al proceso de transformación que se produce en una pieza, al llevarla de una forma o material en bruto, a su dimensión ideal o próxima, por medio del trabajo de una herramienta o molde. Este proceso cuenta con dos variantes bien definidas: mecanizado sin arranque de viruta o mecanizado con arranque de viruta, ambos procesos son realizados por máquinas herramientas desarrolladas para tal fin. Estos procesos cuentan con consumos dispares:

PROCESO DE MECANIZADO	PORCENTAJE
Con arranque de viruta	30
Sin arranque de viruta	70

Proceso de mecanizado sin arranque de viruta

Es un proceso de mecanizado que se realiza con máquinas herramientas consideradas de un segundo nivel, ya que la mayoría de esas máquinas establecen un tipo de mecanizado primario simple, son pocas las máquinas que efectúan operatorias de pieza terminada. Generalmente, es un proceso que produce materiales o piezas que luego cuentan con una segunda etapa de mecanizado posterior o de terminación. Se los denomina sin arranque de viruta porque los procesos como: laminado, forja, estampado, prensado, trefilado, extrusión, doblado, embutido, etc. son procesos que buscan obtener la deformación de la



pieza original, llevándola a un determinado formato o tamaño, mediante distintos procesos físicos, que pueden ser realizados en caliente o en frío, según el diseño y el material. El laminado, estampado, prensado y doblado pueden hacerse tanto en frío como en caliente, según la necesidad. En cambio, forja, trefilado, extrusión y embutido deben realizarse siempre en caliente. En estos casos se procesa la materia prima en un estado y forma, para transformarla en otra o llevarla al diseño de una pieza.

Proceso de mecanizado con arranque de viruta

En general, el proceso con arranque de viruta es el más utilizado, también es el que más desarrollo tuvo a lo largo de los años. Se realiza en máquinas cuyo trabajo consiste en llevar una pieza o materia prima al formato o diseño definido previamente, mediante el trabajo de una o varias herramientas de corte, mediante las operatorias que permita la máquina (rotación, translación, otras).



Los procesos más utilizados son: torneado, fresado, perforado, taladrado, mandrinado, cepillado, escariado, aserrado, rectificado, bruñido, tronzado, alesado, electroerosionado. Para cada caso, existe una máquina herramienta diseñada para llevar adelante el proceso o modalidad de arranque de viruta correspondiente. Todas estas máquinas tienen como característica principal el sacar viruta de la pieza que se está mecanizando. Para ello

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 "Domingo Crespo" Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 11 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

existen varias tareas alternativas, que son posibles de realizar de acuerdo a las características y dispositivos de la máquina herramienta.

Máquinas herramientas convencionales torno y fresadora

Las máquinas herramientas más conocidas son las que podríamos llamar convencionales. Generalmente, están compuestas por una estructura básica y un proceso de funcionamiento simple. Las más conocidas son: tornos, fresadoras, perforadoras o agujereadoras, serruchos y rectificadoras.

Tornos convencionales

El torno, máquina más antigua, versátil y de mayor uso a nivel mundial, es una máquina herramienta que hace girar la pieza y, por medio de una herramienta, busca dar a la pieza una forma cilíndrica.

Los tornos modernos operan a partir del mismo principio básico. La pieza a trabajar se sostiene en un plato y gira sobre su eje, mientras una herramienta de corte avanza sobre las líneas del corte deseado.

Con los aditamentos y herramientas de corte adecuadas, en un torno se pueden realizar muchas operaciones de torneado, hacer conos, formados varios, cortar, tronzar, refrentear, taladrar, mandrinar, esmerilar, pulir, roscar y muchas más. Las partes principales de un torno se componen de un bastidor robusto, generalmente de acero fundido de longitudes varias.

En nuestros días, el torno sigue siendo la máquina herramienta más usada y más vendida, se aplica a un sin fin de rubros e industrias. Su modernización incorpora variantes en sus controles para una mayor precisión en su funcionamiento, y dispositivos para una mayor automatización.

Su actualización permite que esta máquina herramienta siga respondiendo a los requisitos y necesidades de la industria moderna.

Fresadoras convencionales

Las máquinas fresadoras son máquinas herramientas que se utilizan para producir con precisión una o más superficies mecanizadas sobre una pieza. Su versatilidad convierte a las fresadoras en la segunda máquina herramienta de mecanizado de mayor consumo y utilización en el mundo entero.

El principio de funcionamiento es una mesa donde se coloca la pieza o dispositivo que sujeta firmemente la pieza a mecanizar (mesa que cuenta sólo con dos movimientos horizontales de translación) y un puente o brazo superior que sujeta un árbol mecánico que toma el movimiento del husillo, donde se coloca la herramienta de corte giratoria llamada fresa, que efectuará el trabajo de arranque de viruta sobre la pieza.

Los componentes de una fresadora guardan similitud con los de un torno, una bancada con guías sobre una estructura generalmente de fundición, que están dispuestas en forma vertical y no horizontal como en los tornos. Tiene una caja de velocidades para poder controlar las vueltas usadas (RPM) que está ubicada en la mitad de la estructura en el



interior, por debajo del eje del husillo, que transmite el movimiento de rotación para la fresa. La fresa es la herramienta de corte a utilizar. En el extremo superior de la estructura se encuentra el contra soporte o brazo superior que se desplaza por las guías superiores de la bancada para sustentar y transmitir el movimiento giratorio del husillo por medio de soportes al porta útil de la fresa.

A diferencia de los tornos convencionales que permiten trabajar sobre dos ejes, las fresadoras que se citan nos permiten trabajar sobre tres ejes, y en algunos casos en forma constante, solo las fresadoras con CNC permiten incorporar otro eje.



Las fresadoras se pueden clasificar en tres tipos básicos:

- Las máquinas fresadoras horizontales simples.
- Las máquinas fresadoras horizontales universales.
- Las máquinas fresadoras verticales.

Con las máquinas herramientas fresadoras también se pueden efectuar trabajos simples de mandrilado y alisado. A pesar de que existen máquinas diseñadas para esos trabajos específicos, como máquinas mandrinadoras o máquinas alisadoras, las fresadoras pueden, con la incorporación de algunos dispositivos para el caso, realizar esas tareas.

Máquinas herramientas con CNC

El control numérico por computadora (CNC) y la computadora han aportado cambios significativos a la industria metalmecánica. Nuevas máquinas herramientas, en combinación con CNC, le permiten a la industria producir de manera consistente



componentes y piezas con precisiones imposibles de imaginar hace solo unos cuantos años. Si el programa CNC ha sido apropiadamente preparado, y la máquina ha sido puesta a punto correctamente, utilizando bien la herramienta de corte adecuada se puede producir la misma pieza con el mismo grado de precisión cualquier cantidad de veces. Los comandos operacionales que controlan la máquina herramienta mediante el CNC son ejecutados automáticamente con una velocidad, eficiencia, precisión y capacidad de repetición, realmente asombrosas.



Centros de mecanizados



Taller de Máquinas Herramientas

Se trata de máquinas que pueden ejecutar muy eficientemente las operaciones de taladrado, fresado, mandrilado, aplanado y perfilado de precisión en un mismo equipo con increíble calidad y una repetitividad acorde a las necesidades.

Todas estas máquinas cuentan con controles CNC con versiones modernas muy sofisticadas.

Incluso cuentan con gráficos en tres dimensiones en las pantallas de los simuladores de las máquinas, permitiendo al operador tener una visión más real del trabajo a realizar en la pieza que se mecaniza.

Los centros de mecanizado más conocidos son tres, de diseños bien definidos:

- Centro de mecanizado horizontal.
- Centro de mecanizado vertical. (foto)
- Centro de mecanizado universal.





Capítulo III: Materiales para procesos de mecanizado

1. Introducción a los materiales de mecanizado

El mecanizado es un proceso fundamental en la fabricación industrial que consiste en dar forma a materiales, especialmente metálicos, mediante la eliminación de material. Para lograr resultados óptimos, es esencial conocer los distintos tipos de materiales y cómo responden a los procesos de corte, torneado, fresado, taladrado, entre otros.

2. Clasificación de materiales (Tipos)

Los materiales para mecanizado se clasifican en:

- Metales ferrosos: como aceros al carbono, aleados y fundidos.
- Metales no ferrosos: como aluminio, cobre, bronce, latón.
- Aleaciones especiales: como las de níquel, cobalto, titanio.
- Materiales no metálicos: plásticos técnicos (nylon, PVC), cerámicos y composites.

Cada uno ofrece ventajas y desafíos únicos para el mecanizado.

3. Características generales

Las principales características que determinan la idoneidad de un material para el mecanizado incluyen:

- Maquinabilidad
- Dureza
- Tenacidad
- Resistencia al desgaste
- Estabilidad térmica

Estas características influyen en la elección de herramientas, refrigerantes y parámetros de corte.

4. Propiedades técnicas importantes

Entre las propiedades más relevantes para el mecanizado se encuentran:

- Resistencia a la tracción
- Dureza (Brinell, Rockwell, Vickers)
- Punto de fusión
- Conductividad térmica y eléctrica
- Expansión térmica

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 “Domingo Crespo” Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 16 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

Estas propiedades se deben considerar para evitar deformaciones, exceso de calor o desgaste prematuro de las herramientas.

5. Comportamiento durante el mecanizado

Cada material se comporta de forma diferente:

- Aceros: buena maquinabilidad, aunque los de alta aleación pueden requerir herramientas especiales.
- Hierro fundido: se mecaniza bien, pero genera polvo abrasivo.
- Aluminio: excelente maquinabilidad, baja dureza.
- Cobre/latón: fáciles de mecanizar, aunque el cobre puro tiende a pegarse.
- Titanio: difícil de mecanizar, produce mucho calor.
- Plásticos técnicos: requieren velocidades moderadas para evitar fundido.

El comportamiento influye directamente en la calidad del acabado y vida útil de la herramienta.

6. Tratamientos térmicos

Se aplican para modificar propiedades mecánicas:

- Temple: aumenta la dureza.
- Revenido: reduce la fragilidad del temple.
- Cementado: endurecimiento superficial manteniendo un núcleo tenaz.
- Normalizado: mejora la estructura interna.
- Recocido: ablanda para mejorar la maquinabilidad.

Estos tratamientos permiten adaptar los materiales a distintos requerimientos de servicio.

7. Tratamientos termoquímicos

Se aplican en la superficie del material para modificar propiedades específicas:

- Niquelado: resistencia a la corrosión.
- Cromado: resistencia al desgaste y estética.
- Nitrurado: endurecimiento superficial mediante nitrógeno.
- Carburizado: similar al cementado, pero con carbono.

Estos tratamientos prolongan la vida útil de las piezas.

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 “Domingo Crespo” Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 17 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

8. Aleaciones: tipos y usos en la industria

Las aleaciones permiten combinar propiedades deseables:

- Aceros al carbono: económicos y versátiles.
- Aceros aleados: con elementos como Cr, Ni, Mo para mejorar resistencia.
- Aleaciones de aluminio: ligeras, resistentes a la corrosión.
- Bronce: buena resistencia al desgaste.
- Latón: buena conductividad, fácil mecanizado.
- Titanio: alta relación resistencia/peso, ideal para aeroespacial.

La elección depende del entorno de trabajo y exigencias mecánicas.

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 "Domingo Crespo" Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 18 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

Capítulo IV: Diseño y uso de Herramientas de corte

Herramientas de corte

Al hablar de herramientas, las primeras imágenes que nos vienen a la mente son aquellas que generalmente se conocen en un hogar, las de mayor acceso y que puede utilizar cualquier persona. Estas son las herramientas manuales: martillo, pinza, destornillador, tenaza, llaves de tuercas fijas o móviles, un serrucho, etc.

Algunos recordarán a su abuelo o su padre trabajando en la casa, seguramente con algunas herramientas como: limas, escofinas, cepillos o formones. Tal vez usando alguna de las más comunes máquinas herramientas manuales como la agujereadora de pecho, que perforaba utilizando brocas de acero rápido, una morsa de sujeción de banco o alguna guillotina de corte con palanca. Equipamientos simples que también tuvieron su evolución. Se fueron perfeccionando con el tiempo, gracias a la evolución de la tecnología, que le permitió llegar hasta las actuales perforadoras eléctricas manuales o de columna (de uso industrial), lijadoras eléctricas, prensas, serruchos mecánicos, amoladoras, cortadoras eléctricas, etc. Todo un potencial de versátiles máquinas herramientas y herramientas de todo tipo que permiten la máxima comodidad y seguridad para afrontar cualquier trabajo manual que quiera realizar el hombre moderno.

En la actualidad, la variedad tanto de herramientas y máquinas herramientas existentes es muy amplia, con los más variados diseños y aplicables en todo tipo de usos.

Arranque de viruta

Al hablar de herramientas de corte, nos referimos a las herramientas de mayor consumo industrial en el mundo, en la actualidad, y en los últimos cuarenta años. Estas herramientas, utilizadas mayoritariamente en máquinas herramientas, son aquellas que realizan el principal trabajo en todo tipo de mecanizado. La operación que realizan se llama *arranque de viruta* y permite obtener la mayor cantidad de viruta de la pieza a mecanizar.

Las herramientas de corte cuentan con una división elemental. A principios del siglo XX, el ingeniero estadounidense Frederick Winslow Taylor, con sus trabajos de normalización, las definió como: herramientas monofilos y multifilos. En una segunda división aparecen las estáticas (herramientas fijas) y las giratorias. Más allá de sus divisiones, todas cumplen la misma función: el arranque de viruta.



Herramientas de acero

Frederick Winslow Taylor fue el primero en establecer una norma de estandarización y categorización de las primeras herramientas de corte, basándose exclusivamente en el tipo de material descubierto por él.

Taylor, secundado por otro ingeniero M.J. White, ensayaba con un acero Midvale N° 68, un típico acero de la época, un acero aleado al que siderúrgicamente agregó un 5% de tungsteno.

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 “Domingo Crespo” Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 20 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

Una vez fabricado, comprobó que calentándolo casi hasta la temperatura de fusión para templarlo, adquiriría una nueva y desconocida propiedad que la denominó dureza al rojo (en realidad lo llamó rojo cereza). Tal propiedad consistía en una conservación de la dureza del temple hasta temperaturas del orden de los 600 grados centígrados, y estas temperaturas solo pueden generarse durante el corte, por el calor friccional de las altas velocidades de corte. De aquí en más, los aceros que admitían el tratamiento de Taylor fueron denominados aceros de corte rápidos. Los operarios las llamaban herramientas rápidas, finalmente se las terminó llamando aceros rápidos.

Los trabajos que realizaron sobre diseños y ángulos de fi los realizados con unas 400.000 toneladas de los más variados materiales, en especial aceros y fundiciones, fueron tan brillantes que tienen vigencia como un patrón de fabricación de herramientas en casi todo el mundo.

Las **herramientas positivas** tienen un ángulo de corte más agudo, especialmente desarrolladas para materiales de difícil mecanizado, como son los materiales muy pastosos (acero SAE 1010), con mucho contenido de plomo, o inoxidable serie SAE304/306, latón y aluminio. Estas herramientas positivas trabajan al corte. Se usan cuando se cuenta con poca potencia o mucha inestabilidad en la máquina herramienta utilizada.

Las **herramientas neutras** en la práctica también son positivas, pero sus ángulos de corte no son tan agudos, resguardando más el fi lo de corte. Suelen utilizarse con materiales más estables para su mecanizado como lo son los aceros SAE 1045, 8620, 4140 ó 5160. También se utilizan en cobre, bronce y titanio. Se usan para mecanizados generales, o donde haya golpes, durezas e imperfecciones. Como las positivas, también trabajan al corte.

Las **herramientas negativas** tienen ángulos de corte recto. Solo se usan para el mecanizado de fundiciones de acero de cualquier tipo, o materiales duros o templados. No trabajan al corte, sino con la deformación plástica del material que se mecanice. Para este tipo de herramientas se tiene que contar con máquinas de más potencia que para las positivas.

Taylor mejora la fabricación de sus herramientas en 1906, agregándoles un porcentual no determinado de “vanadio” y logrando una sensible mejora en su rendimiento general, sin efectuar cambios en su nombre. Durante los veinte años siguientes, la mayoría de fabricantes de aceros para herramientas continuaron haciendo ensayos con resultados muy dispares. Hasta que en 1925, en una pequeña acería de Filadelfia, unos ingenieros siderúrgicos lograron con la aplicación de un mayor porcentual de cobalto (con un valor del orden del 12% como máximo) una muy importante mejora de su rendimiento. En los Estados Unidos se los comienza a conocer como **aceros súper rápidos**, luego mundialmente como **aceros HSS**, siempre respetando lo hecho por Taylor.



El hardmetal

Bajo la licencia de General Electric, la firma Alemana Osram comienza a fabricar lámparas incandescentes para consumo propio y para toda Europa. Sin que se conozca la fecha exacta de este hecho, en los laboratorios de Osram se obtiene un filamento o tocho de un material compuesto de carburo de tungsteno y cobalto, algunos historiadores también lo citan como volframio al tungsteno. La primera mención al volframio se remonta a 1574, cuando los mineros de estaño en Cornualles (Inglaterra) encontraron un material al que llamaron "el lobo" (wolf). El nombre describía cómo el material "comía" el estaño como un lobo come a un carnero (ram), de ahí la denominación "wolfram". Unos doscientos años después, se descubre el mismo metal en Suecia, donde se lo llamó "tungsten" (piedra pesada en sueco) por su elevada densidad. Ahora, se usa el término carburo de tungsteno, pero existen ambos nombres. Este es el compuesto de los filamentos de las lámparas incandescentes. Al comprobar que no se podía mecanizar con ninguna de las herramientas conocidas hasta el momento, fue una sorpresa conocer un material muy pero muy duro, por eso se lo llamó hardmetal (en alemán metal duro).

En 1925 se ofrece este nuevo producto a la firma Krupp (empresa dueña de la mayoría de minas de metales y comercializadora de ellos en toda Europa) porque no tenía aplicación práctica como filamento para lámparas. Ese mismo año, la firma de la familia Krupp adquiere de la empresa Osram la división "Tungsten Carbide". En esa división se fabricó el tocho de hardmetal, que a partir de entonces pasó a llamarse Krupp Widia Factory con sede en Essen,

Alemania. La marca WIDIA (en alemán "wie" -igual o como- y "diamant" -diamante- la abreviatura originó WIDIA) fue registrada con patente oficial en Alemania y casi toda Europa en el año 1927, año de su presentación en la Exposición Internacional de Leipzig Spring Fair de Alemania (patente oficial N° 351828/1927).

Este descubrimiento es el hecho más importante del siglo pasado para las herramientas de corte y en el rubro metalmecánico, por los efectos y consecuencias positivas que aportó a la industria en general a lo largo de todo el siglo XX.

MARCA REGISTRADA: Uno de los descubrimientos más importantes del siglo XX en el rubro metalmecánico, el METAL DURO, no fue mundialmente conocido como hardmetal como lo llamaban los alemanes, sus descubridores al fin.

La empresa Krupp, quien heredó la División Carbide de Osram, realizó un estudio en el año 1925 para establecer un nombre a un producto de reciente invención. Para 1927, el metal duro era un metal con una dureza que era la más próxima al diamante, así era presentado en la Feria Mundial de Leipzig, Alemania, siendo denominadas por los especialistas como, unas herramientas exóticas para el futuro.

En alemán WIER, significa igual o como, y DIAMANT, significa diamante. Las abreviaturas de WIER (WI) y de DIAMANT (DIA) la unión de ambas dieron origen a WIDIA, marca registrada por la firma Krupp.

Es común hoy día, escuchar a mucha gente mal llamar a los insertos de metal duro, como herramientas de WIDIA.



El sistema consiste en un trozo de metal duro con dos o cuatro de sus caras ya afiladas y rectificadas, que se aloja en el extremo de un mango que cuenta con una cavidad ya preparada para alojar el trozo de metal duro.



Se podría decir que así nace lo que pasó a llamarse un inserto de metal duro, que fue insertado en un portainserto (su mango de acero).

Bajo las normas ISO, el metal duro ha tenido una proliferación sin precedentes, ya que en los últimos 40 años se transformó en la herramienta de corte más vendida en el mundo entero.

Como ejemplo cabe mencionar que en el año 2006 se consumieron en el mundo aproximadamente unos 6.130 millones de insertos de metal duro.

Estas herramientas de diseños positivos, negativos y neutros, tienen vigencia hasta nuestros días con un gran desarrollo, con una importante variedad de formatos, ángulos y variantes de aplicabilidad sobre todo tipo de materiales a mecanizar.





Los revestimientos

Una gran mejora se produce con la llegada de las herramientas recubiertas en los años 70. Se trata de las herramientas originales a las que se les efectúa un recubrimiento de unos 3 ó

4 micrones de espesor (como referencia, el cabello de un hombre tiene un espesor promedio entre 80/90 micrones), que con las técnicas actuales le permiten a los insertos, según sea el caso, incrementar su dureza de fi lo o desarrollar un inserto con mayor tenacidad. Son recubrimientos con procesos químicos o físicos, que permiten efectuar la adición de materiales cerámicos como TiN (nitruro de titanio, que es de color dorado) TiC (carburo de titanio de color gris), Al₂O₃ (óxido de aluminio, de color negro) y otras combinaciones; pero en su gran mayoría intercalando estos compuestos.

Las cerámicas

En Alemania nacieron las primeras herramientas de corte de cerámicas, llamadas de primera generación. Se trataba de herramientas de color blanco construidas con Óxido de Aluminio (alúmina) prensadas en frío, (se denomina prensadas en frío cuando se realiza su prensado a una temperatura por debajo de los 600°, si fuese por sobre esta temperatura se denomina prensado en caliente). Fueron diseñadas para hacer trabajos de terminación. Construidas bajo normas ISO, de gran volumen, necesitaban ciertas condiciones de estabilidad y rigidez difíciles de cumplir en una máquina herramienta como un torno.



PLAQUITA DE CORTE DE FRESADO / DE CERÁMICA / CUADRADA

Herramientas de CBN

En la década de los 50, en la empresa estadounidense General Electric Company, un grupo de investigadores norteamericanos obtuvo un producto de dureza extrema como resultado de una serie de experimentos, cuyo fin era obtener algún material que se aproximara a las virtudes del diamante.

Se descubrió que tras un proceso de horneado y sometido a extremas presiones, el nitruro de boro cúbico (CBN) puede tomar una dureza tan solo un punto por debajo del diamante natural.

Sin embargo, durante varios años no se encontró aplicación específica para este hallazgo. Recién a mediados de la década de los 60 se propone utilizarlo como herramienta de corte y se lo comercializa con la marca Borazon (marca registrada por General Electric y comercializada por Carboloy).

Es un material cuya particularidad principal pasa por su extrema dureza, que le permite ser utilizado con materiales muy duros o endurecidos, como aceros templados o nitrurados con valores de durezas del orden de 50/55 HRC (Rockwell C). Así su campo de aplicación abarca prácticamente cualquier material, transformándose en una herramienta de corte muy versátil que se aplica a casi cualquier mecanizado.



Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”
Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas

HOJA: 25 DE:80

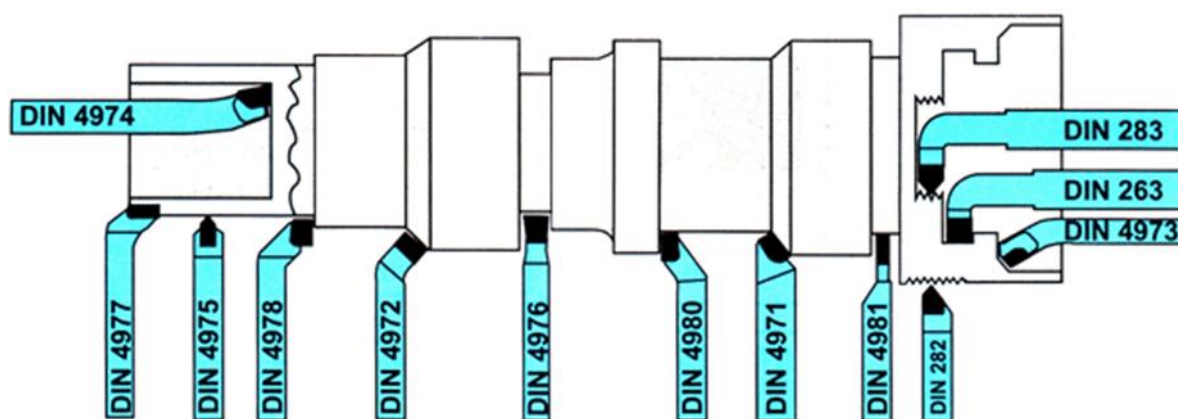
Taller de Máquinas Herramientas

Dureza: Resistencia de un material a ser penetrado o deformado permanentemente y que cesa cuando desaparece la fuerza ejercida sobre este. La dureza se puede medir con diversas escalas o tipos de medición. Los más conocidos son las escalas en **Brinell, Rockwell, Shore y Vickers**. Las más usadas en la metalmecánica son las escalas en **Brinell o Rockwell**.

Brinell: Dureza que expresa la relación entre carga de prueba y superficie de la huella de impresión, cuando se presiona durante 10 segundos, bajo la acción de una carga de 29.420 N (Newton) con una bola de diámetro fijo de 10 mm, sobre una probeta o pieza de prueba.

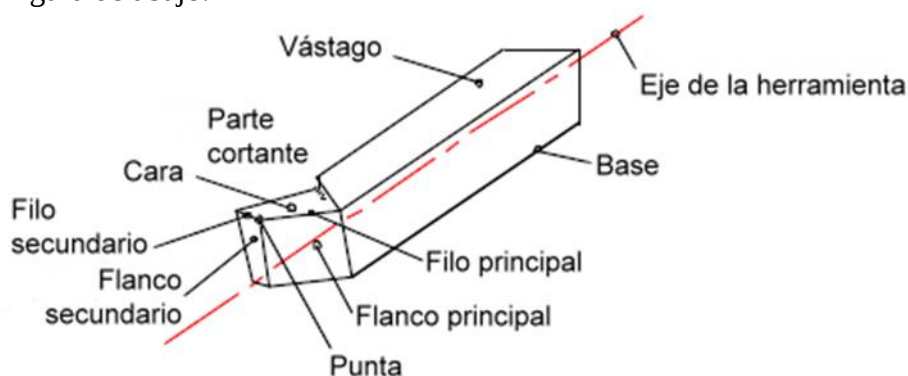
Rockwell: Un tipo de dureza que se calcula midiendo la profundidad de la deformación permanente producida por un cono de diamante (escala C) o por una bola de acero (escala B), lleva el nombre de su inventor, en la metalmecánica la más utilizada es la **escala C**.

Capítulo V: Tipos de herramientas de corte de torno



Básicamente, el mecanizado mediante un torno genera formas cilíndricas con una herramienta de corte o cuchilla que, en la mayoría de los casos, es estacionaria, mientras que la pieza de trabajo es giratoria.

Una herramienta de corte típica para usar en un torno (también conocida como buril) consta principalmente de un cuerpo, mango o vástago, y de un cabezal donde se encuentra la parte cortante. A su vez, el cabezal se compone de diversas partes, tal como vemos en la figura de abajo.



Es requisito indispensable que la herramienta de corte presente alta dureza, incluso a temperaturas elevadas, alta resistencia al desgaste y gran ductilidad. Estas características dependen de los materiales con los que se fabrica la herramienta, los cuales se dividen en varios grupos:

Acero al carbono: de escasa aplicación en la actualidad, las herramientas fabricadas en acero al carbono o acero no aleado tienen una resistencia térmica al rojo de 250-300 °C y, por lo tanto, se emplean solamente para bajas velocidades de corte o en el torneado de

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 "Domingo Crespo" Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 27 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

madera y plásticos. Son herramientas de bajo costo y fácil tratamiento térmico, pero por encima de 300°C pierden el filo y la dureza. Con acero al carbono se fabrican machuelos, terrajas, limas de mano y otras herramientas similares

Acero rápido: son herramientas de acero aleado con elementos ferrosos tales como tungsteno, cromo, vanadio, molibdeno y otros. Estos aceros adquieren alta dureza, alta resistencia al desgaste y una resistencia térmica al rojo hasta temperaturas de 650 °C. Aunque a escala industrial y en el mecanizado de alta velocidad su aplicación ha disminuido notablemente en los últimos años, las herramientas de acero rápido aún se prefieren para trabajos en metales blandos o de baja producción, porque son relativamente económicas y son las únicas que se pueden volver a afilar en amoladoras o esmeriladoras provistas de una muela abrasiva de óxido de aluminio, de uso común en la mayoría de los talleres.

A modo de repaso los materiales que siguen son aquellos con los que se construyen los hoy tan difundidos insertos o plaquitas.

Carburo cementado o metal duro: estas herramientas se fabrican a base de polvo de carburo, que junto a una porción de cobalto, usado como aglomerante, le otorgan una resistencia de hasta 815°C. Los carburos más comunes son: carburo de tungsteno (WC o widia), carburo de titanio (TiC), carburo de tantalio (TaC) y carburo de niobio (NbC). Por su dureza y buena resistencia al desgaste son las herramientas más adecuadas para maquinar hierro colado, metales no ferrosos y algunos materiales abrasivos no metálicos. Otra categoría de metales duros aleados comprende carburo cementado recubierto, donde la base de carburo cementado se recubre con carburo de titanio, nitruro de titanio (TiN), óxido de aluminio, nitruro de titanio y carbono (TiCN) y nitruro de titanio y aluminio (TiAlN).

Cermet (combinación de material cerámico y metal): aunque el nombre es aplicable incluso a las herramientas de carburo cementado, en este caso las partículas base son de TiC, TiCN y TiN en vez de carburo de tungsteno. El aglomerante es níquel-cobalto. Estas herramientas presentan buena resistencia al desgaste, alta estabilidad química y dureza en caliente. Su aplicación más adecuada es en los materiales que producen una viruta dúctil, aceros y las fundiciones dúctiles.

Cerámica: existen dos tipos básicos de cerámica, las basadas en óxido de aluminio y las de nitruro de silicio. Son duras, con alta dureza en caliente y no reaccionan químicamente con los materiales de la pieza, pero son muy frágiles. Se emplean en producciones en serie, como el sector automotriz y las autopartes, donde dado a su buen desempeño, han logrado aumentar notablemente la cantidad de piezas fabricadas.

Nitruro de boro cúbico (CBN): es el material más duro después del diamante. Presenta extrema dureza en caliente, excelente resistencia al desgaste y en general buena estabilidad química durante el mecanizado. Es frágil, pero más tenaz que la cerámica.

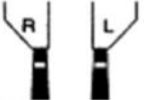
Diamante policristalino (PCD): es sintético y casi tan duro como el diamante natural. Presenta una increíble resistencia al desgaste y una baja conductividad térmica, por lo que



Taller de Máquinas Herramientas

la vida útil de la herramienta es hasta cien veces mayor que la del carburo cementado. Sin embargo, también es muy frágil, las temperaturas de corte no deben exceder de 600 °C, no puede usarse para cortar materiales ferrosos porque existe afinidad y no sirve para cortar materiales tenaces.

Clasificación ISO/DIN de las herramientas con placa soldada de metal duro

Clasificación ISO	Clasificación DIN	Aplicación	Forma del cabezal (R=derecha; L=izquierda)
1	4971	Herramienta de desbaste recta	
2	4972	Herramienta de desbaste acodada	
3	4978	Herramienta de cilindrar y <u>refrentar</u>	
4	4976	Herramienta de pala para acanalar	
5	4977	Herramienta de <u>refrentar</u> acodada	
6	4980	Herramienta de cilindrar acodada	
7	4981	Herramienta de tronzar	



Taller de Máquinas Herramientas

8	4973	Herramienta para agujeros pasantes	
9	4974	Herramienta para agujeros ciegos	
351	4975	Herramienta de punta para cilindrar y afinar	
282	-	Herramienta de roscado exterior	
283	-	Herramienta de roscado interior	
263	-	Herramienta de <u>ranurado</u> interior	

Nomenclatura de los insertos de corte o plaquitas

Existen innumerables insertos de corte —llamados también plaquitas— para el mecanizado por control numérico: triangulares, circulares, cuadrados, en forma de diamante, de metal duro recubierto, sin recubrir, de acero rápido, etcétera.

En un artículo anterior, hemos hecho una introducción para comenzar a abordar el tema y en este artículo, profundizamos la cuestión para analizar cómo clasificar estos insertos de corte según distintos criterios, dado que la ISO preparó una norma —la número 1832— que veremos a continuación

Códigos ISO 1832 para insertos de corte

La clasificación de los insertos de corte se da según la norma ISO 1832, que estandariza un código de la forma:

En la cual las primeras cuatro letras indican, respectivamente, la geometría, el ángulo de incidencia, la tolerancia y el sistema de sujeción-rompevirutas.

Los primeros dos números indican el tamaño del filo de corte y el espesor del inserto. Son números de dos cifras cada uno, que pueden o no llevar un cero a la izquierda, o una letra.

Finalmente, el tercer número corresponde sólo a los insertos para tornos, y especifica el radio de la punta de corte.

Geometría

Los insertos de corte pueden fabricarse en distintas formas: cuadrados, pentágonos, hexágonos, círculos, paralelogramos, diamantes, rectángulos, octógonos, etcétera.

La primera letra del código describe esta geometría, incluyendo el ángulo de la cara con respecto a la horizontal.

Ángulo de incidencia



Taller de Máquinas Herramientas

Es el ángulo por el cual el inserto logrará arrancar viruta. Junto con los ángulos de filo y de ataque, conforman el punto por el cual el inserto logra disminuir la fricción contra el material.

Como guía, la siguiente tabla nos proporciona el ángulo de incidencia aproximado de acuerdo al material a desbastar y al tipo de herramienta.

Ejemplos de ángulos de incidencia

Material a mecanizar	Material de la herramienta			
	Acero rápido		Metal duro	
	Incidencia	Viruta	Incidencia	Viruta
Acero al carbono R = 50Kg/mm ²	6°	25°	-	-
Acero al carbono R = 60 Kg/mm ²	6°	20°	5°	12°
Acero al carbono R = 70 Kg/mm ²	6°	15°	5°	10°
Acero al carbono R = 80 Kg/mm ²	6°	10°	5°	10°
Fundición gris 140 HB	8°	15°	7°	10°
Fundición gris 180 HB	6°	10°	6°	8°



Taller de Máquinas Herramientas

Bronce duro, latón agrio	8°	5°	7°	10°
Aluminio, cobre	10°	30°	8°	15°
Latón en barra	8°	20°	7°	10°

Tolerancia

Es la tolerancia, expresada en milímetros, de las medidas del inserto. Por lo general es un número que expresa una tolerancia mínima y máxima, en la forma $\pm n,nnn$.

Sujeción y rompeviruta

Esta letra indica tanto la presencia de agujeros —con o sin avellanado— para sujetar el inserto al portaherramientas como la presencia de rompevirutas.

Tamaño, espesor y radio

El número correspondiente al tamaño es de dos cifras e indica, de acuerdo a la letra de la geometría, la longitud del filo de corte en milímetros. Este número puede tener un cero a la izquierda, o una letra.

El segundo código numérico, como su nombre lo indica, nos dice el espesor del inserto.

Por último, el radio de la nariz o punta nos da una idea de la forma en la punta de corte.

Este último valor puede representarse con un número entero o una letra, y sólo se especifica si el inserto está pensado para utilizarse en tornos.



Taller de Máquinas Herramientas

Tablas de códigos de letras

Código de geometría

Letra	Descripción	Ángulo de corte	Figura
A	Paralelogramo a 85°	85	
B	Paralelogramo a 82°	82	
C	Diamante a 80°	80	
D	Diamante a 55°	55	
E	Diamante a 75°	75	
H	Hexágono	120	
K	Paralelogramo a 55°	55	
L	Rectángulo	90	
M	Diamante a 86°	86	
N	Paralelogramo a 55°	55	
O	Octágono	135	
P	Pentágono	108	
R	Circular	radio completo	
S	Cuadrado	90°	
T	Triángulo	60°	
V	Diamante a 35°	35°	
W	Trígono	80°	
X	Paralelogramo de forma especial	85°	



Taller de Máquinas Herramientas

Código de ángulo de incidencia

Letra	Ángulo	Figura
N	0°	
A	3°	
B	5°	
C	7°	
P	11°	
D	15°	
E	20°	
F	25°	
G	30°	

Código de tolerancia

Letra	Esquina (mm)	Espesor (mm)	Círculo inscripto (mm)
A	0,005	0,025	0,025
C	0,013	0,025	0,025
E	0,025	0,025	0,025
F	0,005	0,025	0,013
G	0,025	0,13	0,025
H	0,013	0,025	0,013
J	0,005	0,025	0,05 a 0,13
K	0,013		



**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 34 DE:80

Taller de Máquinas Herramientas

Código de sujeción y rompevirutas

Letra	Figura	¿Posee agujero?	Forma del agujero	Rompevirutas
		No		No posee
A		Sí	Cilíndrico	No posee
B		Sí	70-90° con doble avellanado	No posee
D		Sí	Cilíndrico	No posee
E		No		No posee
F		No		De ambos lados
G		Sí	Cilíndrico	De ambos lados
H		Sí	70-90° con avellanado arriba	Arriba



**Escuela de Educación Técnico
Profesional N° 285 “Domingo Crespo”**
**Modalidad Técnico Profesional -
Equipos e instalaciones
Electromecánicas**

HOJA: 35 DE:80

Taller de Máquinas Herramientas

M		Sí	Cilíndrico o con doble avellanado	Arriba
N		No		No posee
P		Sí	Cilíndrico	Arriba o de ambos lados
Q		Sí	40-60° con doble avellanado	No posee
R		No		Arriba
S		Sí	Cilíndrico	Arriba o de ambos lados
T		Sí	40-60° con doble avellanado	Arriba
U		Sí	40-60° con doble avellanado	De ambos lados
W		Sí	40-60° con doble avellanado	No posee
Z		Sí	Cilíndrico	De ambos lados



Taller de Máquinas Herramientas

Tablas de códigos numéricos

Tamaño del filo de corte

Longitud del filo de corte de acuerdo al código de geometría del inserto (en mm)						
C	D	R	S	T	V	W
S4	04 (4)	03 (3)	03 (3)	06 (6)		
04 (4)	05 (5)	04 (4)	04 (4)	08 (8)	08 (8)	S3
05 (5)	06 (6)	05 (5)	05 (5)	09 (9)	09 (9)	03 (3)
06 (6)	07 (7)	06 (6)	06 (6)	11 (11)	11 (11)	04 (4)
08 (8)	9	07 (7)	07 (7)	13 (13)	13 (13)	05 (5)
09 (9)	11 (11)	09 (9)	09 (9)	16 (16)	16 (16)	06 (6)
11	13	11 (11)	11 (11)	19 (19)	19	7
12 (12)	15 (15)	12 (12)	12 (12)	22 (22)	22 (22)	08 (8)
14	17	14 (14)	14 (14)	24	24	9
16 (16)	19 (9)	15 (15)	15 (15)	27 (27)	27 (27)	10 (10)
17	21	17 (17)	17 (17)	30	30	11
19 (19)	23 (23)	19 (19)	19 (19)	33 (33)	33 (33)	13 (13)
22 (22)	27 (27)	22 (22)	22 (22)	38 (38)	38 (38)	15 (15)
25 (25)	31 (31)	25 (25)	25 (25)	44 (44)	44 (44)	17 (17)
32 (32)	38	31 (31)	31 (31)	54 (54)	54 (54)	21 (21)
		32 (32)				



Taller de Máquinas Herramientas

Códigos de espesores

Código ISO	Valor fraccionario en pulgadas	Valor en milímetros
-	0,79	
T0		1,00
01	1/16	1,59
T1	5/64	1,98
02	3/32	2,38
T2	7/64	2,78
03	1/8	3,18
T3	5/32	3,97
04	3/16	4,76
05	7/32	5,56
06	1/4	6,35
07	5/16	7,9
09	3/8	9,53
	1/2	12,7



Taller de Máquinas Herramientas

Código ISO	Valor fraccionario en pulgadas	Valor en milímetros
-	Plano	Plano
M0	0	0
00		0,1
		0,1
00		0,2
		0,2
		0,2
04	1/64	0,4
05		0,5
08	1/32	0,8
10		1,02
12	3/64	1,2
16	1/16	1,6
20	5/64	2
24	3/32	2,4
29	7/64	2,9
32	1/8	3,2

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 “Domingo Crespo” Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 39 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

Material del inserto

Existe un código de colores, normalizado por la ISO 513, muy sencillo, que abarca los materiales disponibles en el mercado.

Código de colores

Color	Categoría de materiales	Materiales recomendados para el corte
P: azul	Aceros al carbono	Válido para mecanizar toda clase de aceros y fundiciones excepto aceros inoxidables y aceros de estructura austenítica
M: amarillo	Inoxidables	Aceros inoxidables, fundiciones y aceros de estructura austenítica y ferrítica-austenítica
K: rojo	Fundiciones	Fundición de hierro, fundición gris, fundición dúctil, ASTM A47 (maleable).
N: verde	No ferrosos	Aluminio y otros metales no ferrosos; materiales no metálicos.
S: marrón	Aleaciones termorresistentes	Titanio y aleaciones de alta temperatura, aleaciones de hierro, níquel y cobalto, aleaciones de titanio.
H: gris	Aceros endurecidos	Aceros con tratamientos térmicos de endurecimiento.

Ejemplo



Ejemplo de insertos de corte – nomenclatura

Supongamos que tenemos una cajita azul de insertos para fresa, con el código SEHT 1204. A simple vista vemos que son cuadrados (de acuerdo a la primera letra, S, del código de geometría).

El ángulo de incidencia, marcado por el código E, es de 20°.

La tolerancia, marcada por la letra H, es de 0,013 mm para el radio y de 0,025 mm para el espesor.

El siguiente código, T, indica la presencia de rompevirutas y agujero de sujeción; en este caso, posee agujero con doble avellanado a 40-60°, y rompevirutas en la cara superior.

En cuanto a las medidas, el primer número, 12, nos indica, de acuerdo a la letra S, que el tamaño del filo de corte es efectivamente de 12 mm.

El segundo número, 04, nos indica que el espesor es de 3/16 de pulgada, es decir, 4,76 mm.

Finalmente, el código de color (azul), nos indica que el inserto sirve para mecanizar aceros al carbono excepto aceros inoxidable y aceros de estructura austenítica.

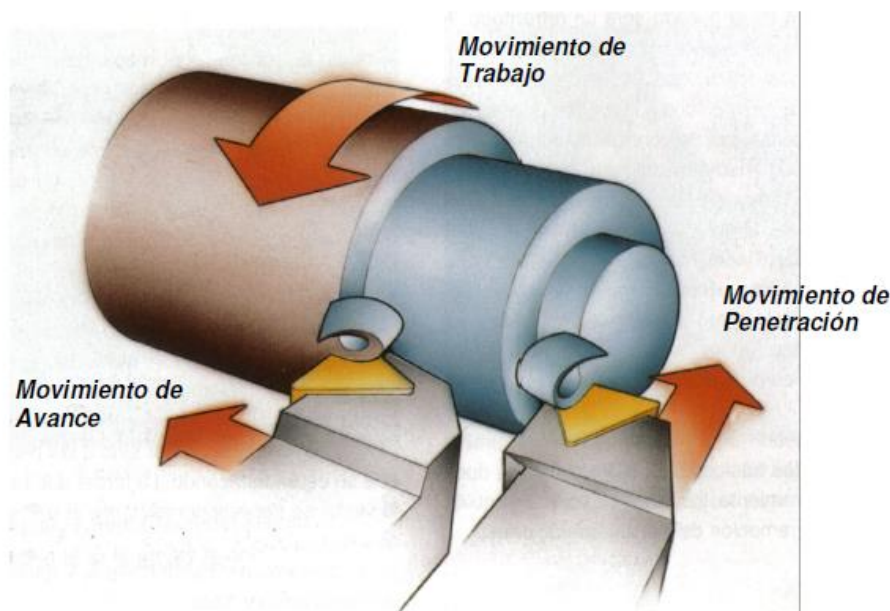
Capítulo VI: El torno paralelo

En este capítulo, nos dedicaremos a analizar el torno paralelo.

Debe su nombre al hecho de que el carro que tiene las herramientas cortantes se desplaza sobre dos guías paralelas entre sí y a su vez paralelas al eje del torno, que coincide con el eje de giro de la pieza.

Movimientos de trabajo

En el torno, la pieza gira sobre su eje realizando un movimiento de rotación denominado movimiento de Trabajo, y es atacada por una herramienta con desplazamientos de los que se diferencian dos:



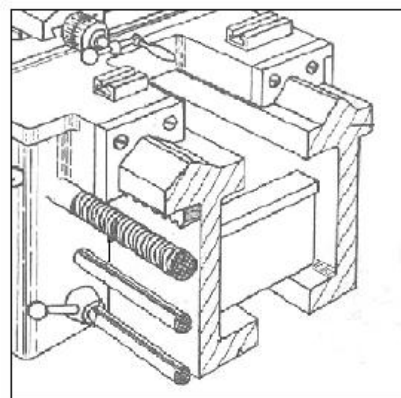
Estructura Del Torno

El torno tiene cuatro componentes principales:

- Bancada: sirve de soporte y guía para las otras partes del torno. Está construida de fundición de hierro gris, hueca para permitir el desahogo de virutas y líquidos refrigerantes, pero con nervaduras interiores para mantener su rigidez. En su parte superior lleva unas guías de perfil especial, para evitar vibraciones, por las que se desplazan el cabezal móvil o contrapunta y el carro portaherramientas principal. Estas pueden ser postizas de acero templado y rectificado.



Vista superior de un detalle de la bancada



Detalle del perfil de una bancada

Observaciones: Como es una superficie de deslizamiento, es importante mantenerla en óptimas condiciones. De esto dependerá la calidad del mecanizado y la vida de los otros componentes de la máquina. Por lo tanto, debe mantenerse limpia de virutas, perfectamente lubricada y no se deben apoyar objetos pesados en ella ni golpearla.

Cabezal fijo

Es una caja de fundición ubicada en el extremo izquierdo del torno, sobre la bancada. 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 (también llamado Caja Norton) y el selector de sentido de avance. Además sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se apoya en el husillo. El husillo, o eje del torno, es una pieza de acero templado cuya función es sostener en un extremo el dispositivo de amarre de la pieza (plato, pinza) y en su parte media tiene montadas las poleas que reciben el movimiento de rotación del motor. Es hueco, para permitir el torneado de piezas largas, y su extremo derecho es cónico (cono Morse) para recibir puntos.



← Vista general del cabezal fijo.

Otra vista con la Caja Norton con sus palancas. ↗

Observaciones:

Ningún cambio en las velocidades de este cabezal se puede realizar con la máquina en marcha, con riesgo de rotura de engranajes. Si algún cambio se resiste a entrar, mover con la mano el plato hasta que lo coloquemos. Sobre el cabezal no se deben colocar elementos que puedan rodar o deslizarse por la vibración. Recordar revisar periódicamente los niveles de aceite del cabezal.

Contrapunta o cabezal móvil

La contrapunta es el elemento que se utiliza para servir de apoyo y poder colocar las piezas que son torneadas entre puntos, así como para recibir otros elementos tales como mandriles portabrocas o brocas para hacer taladrados en el centro de las piezas. Esta contrapunta puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada.

La contrapunta es de fundición, con una perforación cuyo eje es coincidente con el eje del torno. En la misma, corre el manguito, pínula o cañón. Su extremo izquierdo posee una perforación cónica (cono Morse), para recibir mandriles portabrocas y puntos. El otro extremo tiene montada una tuerca de bronce, que un conjunto con





un tornillo interior solidario con un volante, extrae u oculta el manguito dentro de la contrapunta.

Posee dos palancas-frenos: una para bloquear la contrapunta sobre la bancada, y otra para bloquear el manguito dentro de la contrapunta.

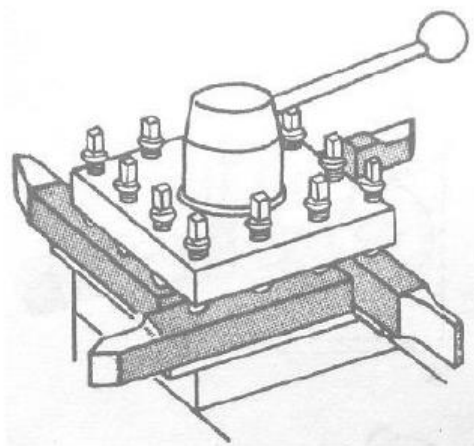
Carro portaherramienta, consta de:

Carro Longitudinal, que produce el movimiento de avance, desplazándose en forma manual o automática paralelamente al eje del torno. Se mueve a lo largo de la bancada, sobre la cual apoya.

Carro Transversal, se mueve perpendicular al eje del torno de manera manual o automática, determinando la profundidad de pasada. Este está colocado sobre el carro anterior.

En los tornos paralelos hay además un Carro Superior orientable (llamado Charriot), formado a su vez por dos piezas: la base, y el porta herramientas. Su base está apoyada sobre una plataforma giratoria para orientarlo en cualquier dirección angular. El dispositivo donde se coloca la herramienta, denominado Torre Portaherramientas, puede ser de cuatro posiciones, o torreta regulable en altura.

Todo el conjunto, se apoya en una caja de fundición llamada Delantal, que tiene por finalidad contener en su interior los dispositivos que le transmiten los movimientos a los carros.



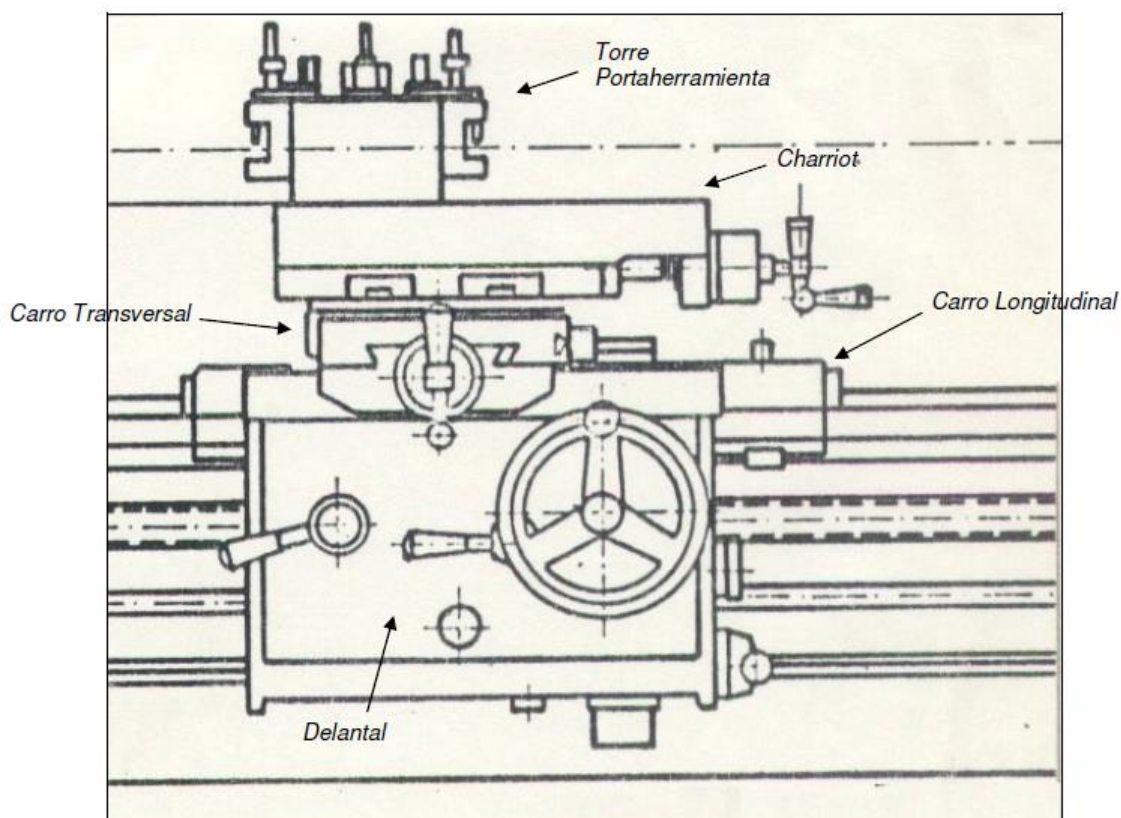
Torre de cuatro posiciones



Torre con regulador de altura



Taller de Máquinas Herramientas



Observaciones:

Debe mantenerse limpio de virutas, perfectamente lubricado y no se deben apoyar objetos pesados en los carros ni golpear sus guías de desplazamiento.

Accesorios.

- Platos



Platos Universales de tres mordazas.

Los mismos sirven para sujetar la pieza durante el mecanizado. Pueden ser de tres mordazas, para piezas cilíndricas o con un número de caras laterales múltiplo de tres. Los mismos cierran o abren simultáneamente sus mordazas por medio de una llave de ajuste.

Pueden tener un juego de mordazas invertidas, para piezas de diámetros grandes, y un juego de mordazas blandas, para materiales blandos o cuando no se quieren lastimar las piezas durante su agarre.



De cuatro mordazas, cuando la pieza a sujetar es de geometría variada.

En este caso, cada mordaza se ajusta por separado.

También se pueden invertir para diámetros grandes.



Plato liso de arrastre.

Lo utilizamos cuando colocamos una pieza entre puntas. El mismo consta de un agujero central y un perno o tornillo de arrastre. No tiene mordazas.

Su uso se detalla más adelante en Montaje de la pieza. Montaje entre Puntas.



Pinzas de apriete

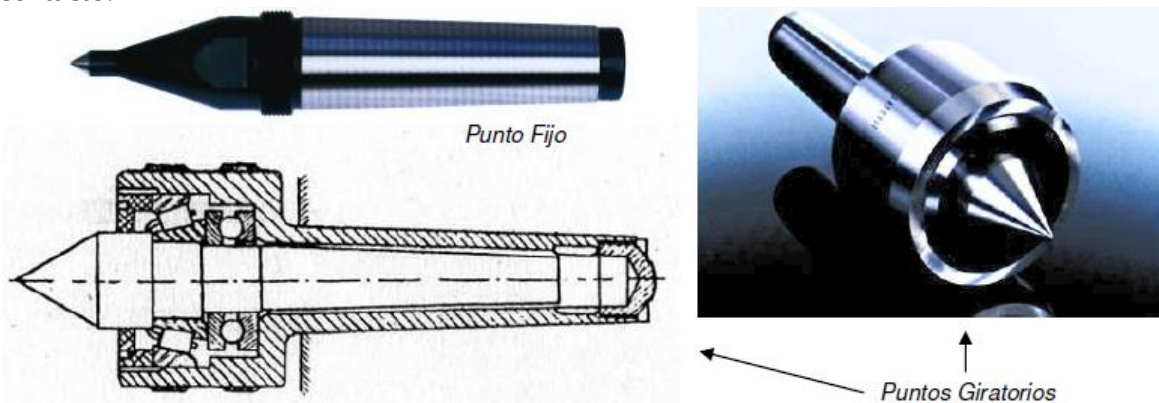
Las mismas se colocan sacando el plato del extremo del husillo y montándolas con un dispositivo sujetador en el agujero del eje del torno.

Su inconveniente es que se pueden utilizar para un número muy reducido de diámetros cada una, por lo cual se debe contar con una cantidad importante de pinzas si cambiamos la medida de diámetro frecuentemente.



Puntos

Se emplea para sujetar los extremos libres de las piezas de longitud considerable. Los mismos pueden ser fijos -en cuyo caso deben mantener su punta constantemente lubricada-, o giratorios, los cuales no necesitan la lubricación, ya que cuentan en el interior de su cabeza con un juego de dos rulemanes que le permiten clavar y mantener fija su cola, mientras su punta gira a la misma velocidad de la pieza con la que está en contacto.



Lunetas

Cuando la pieza es muy larga y delgada, lo cual la tornará "flexible" si está girando, o cuando el peso de la misma recomienda sostenerla, utilizamos una luneta.

La misma puede ser de dos puntas de apoyo, tres o cuatro. Fija o móvil.

Consta de un cuerpo de fundición y patines de bronce o de rodamiento, regulables por medio de tornillos. La luneta fija, se sujeta por medio de una zapata inferior y un bulón y tuerca a la bancada misma. En tanto que la móvil, se sujeta por tornillos al carro y acompaña al mismo en su desplazamiento.

De acuerdo a las características de la pieza o el tipo de mecanizado es que se usa una, la otra o ambas.



Luneta móvil



Luneta fija

Bridas

Las mismas son piezas que sujetan un extremo –el más cercano al plato- en los trabajos con montaje entre puntas.

Constan de un cuerpo perforado central, una cola de arrastre y un tornillo que se ajustará sobre el diámetro de la pieza.

Su uso se detalla más adelante en Montaje de la pieza. Montaje entre Puntas.



Transmisión De Los Movimientos



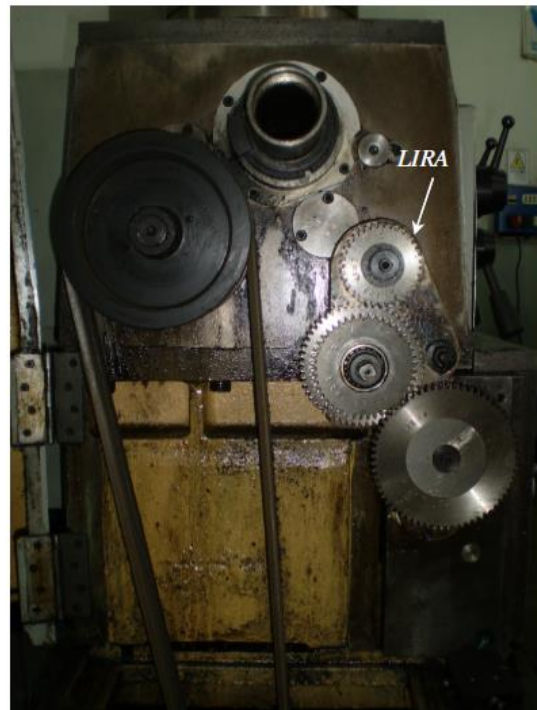
Del motor al eje

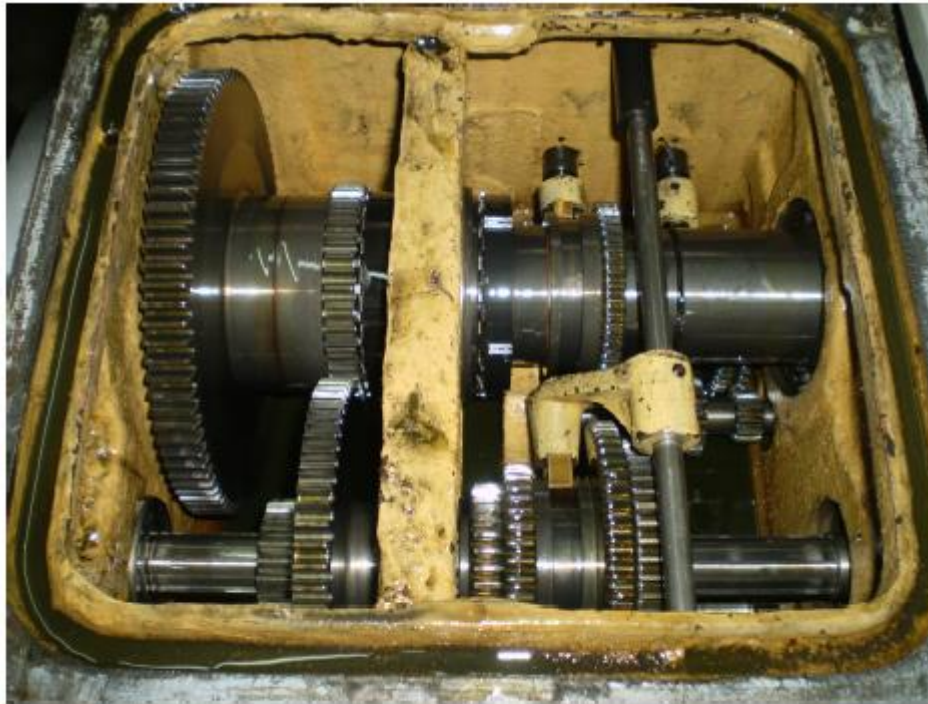
El motor se encuentra en la parte inferior izquierda del torno. Este transmite su rotación al cabezal fijo por medio de un sistema polea- correa.

Esta puede ser de perfil dentado, lo que permitirá una transmisión más fiel de los giros sin patinar.

La última polea, está montada sobre un eje que ingresa en el cabezal, el cual es paralelo al eje principal o husillo. Sobre el mismo, encontramos sistemas de engranajes escalonados, los que permitirán transmitirle al husillo, y por ende a la pieza, un número determinado de revoluciones.

En el exterior del cabezal, vemos un sistema de transmisión de poleas, denominado Lira. Este tren, transmitirá las revoluciones desde el cabezal hasta la caja de velocidades de los movimientos automáticos, por medio de tres ruedas: conductora, intermedia y conducida.





Vista interior de un cabezal fijo

De la caja Norton a los automáticos de los carro

La última rueda dentada de la lira, está montada sobre un eje que entra en la caja de velocidades Norton.

En el interior de esta, se encuentran series de engranajes que, de acuerdo a su disposición, transmiten distintos números de avances a los automáticos de los carros.



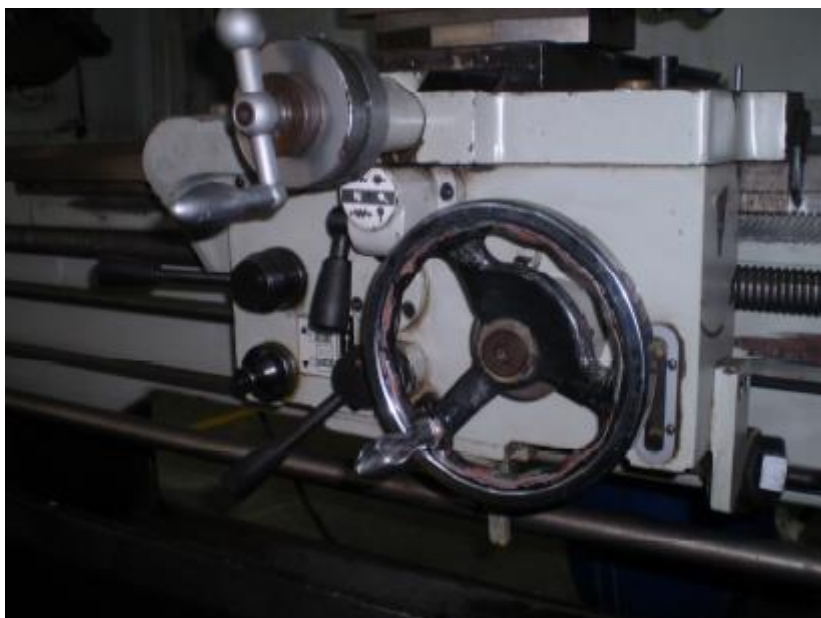


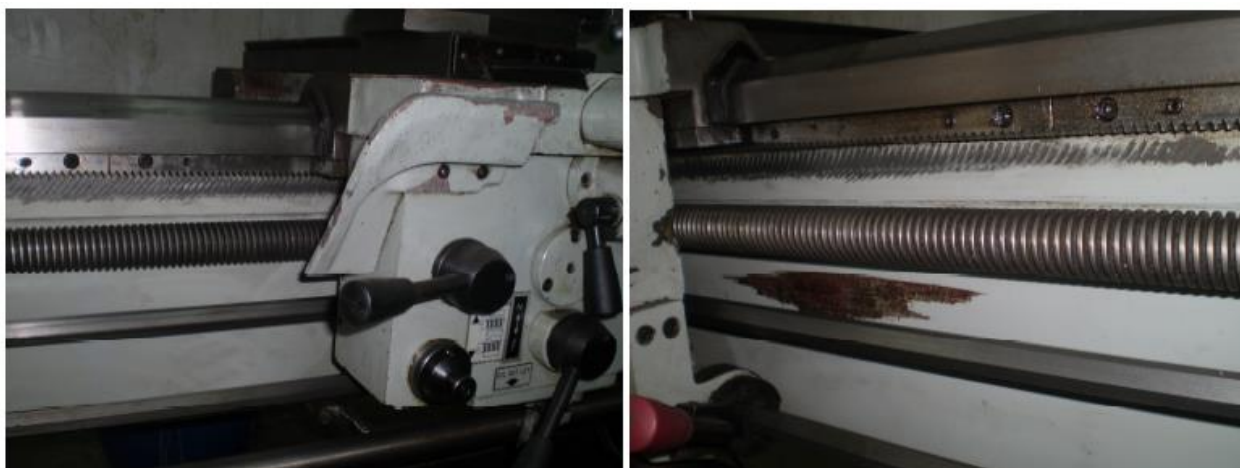
A la salida de la caja Norton, se encuentran dos barras: una de sección hexagonal o cilíndrica con chavetero, denominada Barra de Avances, y otra que en realidad es un tornillo de filete cuadrado denominado

Tornillo Patrón.

La Barra de Avances es quien se encarga de transmitir las velocidades de la Caja Norton al interior del Delantal. En este, estas rotaciones se transforman por medio de un sistema de engranes en avances automáticos de los carros longitudinal o transversal.

El Tornillo Patrón le transmite avances automáticos al carro longitudinal en los casos de roscados.





En ambas fotografías se observan en perfil de la cremallera superior, que engrana con un piñón dentro del delantal para el avance automático longitudinal, el tornillo patrón en el centro, y la barra de avances debajo.

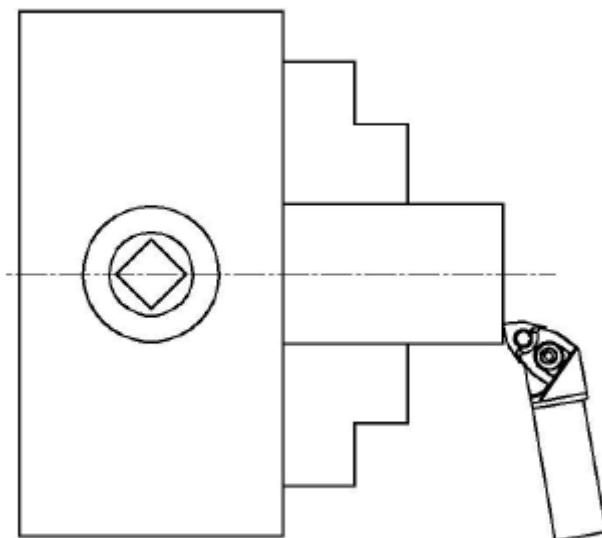
Montajes De La Pieza En El Torno

Montaje en el aire

Cuando la pieza es de poca longitud, de manera que no sobresale demasiado suspendida del extremo del husillo, y su peso no es considerable, utilizamos este montaje.

En el mismo, la pieza se sujeta en uno solo de sus extremos, quedando el otro suspendido sobre la bancada para poder mecanizarla.

Los dispositivos de amarre son el plato universal de tres mordazas, el plato de cuatro mordazas o la pinza de apriete.



Observaciones:

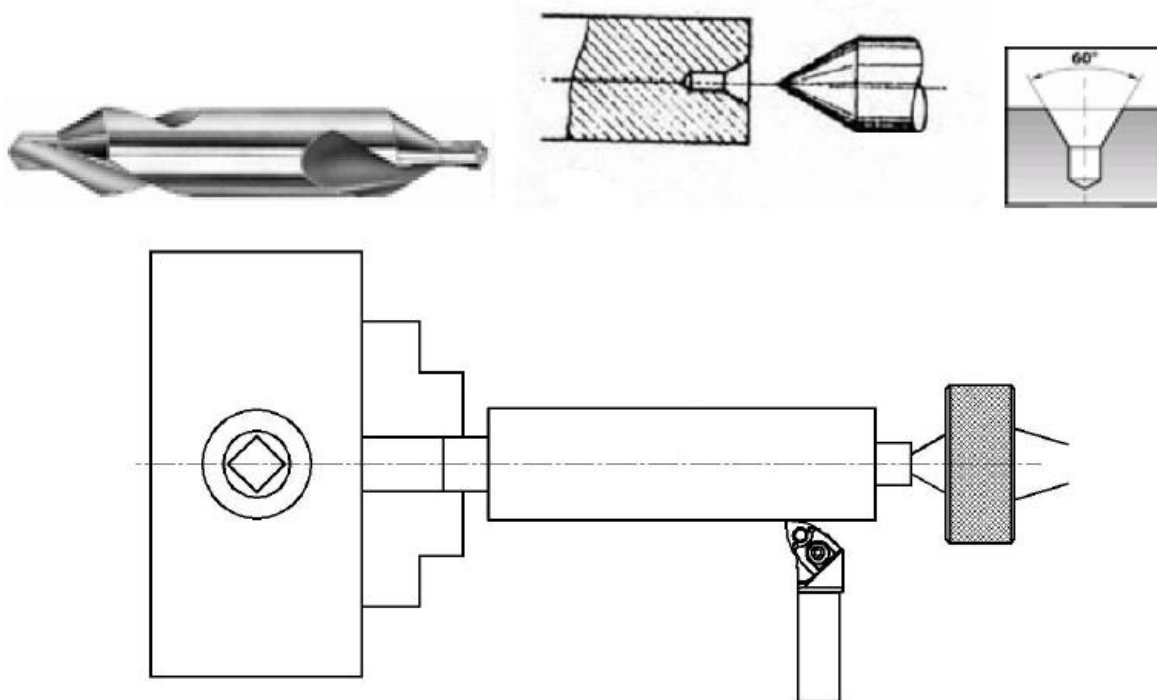
Debe observarse que la pieza esté firmemente ajustada al dispositivo de amarre. Girarla previamente con la mano para verificar si la pieza está centrada. No dejar la llave de ajuste del plato colocada en el plato.

Montaje entre plato y contrapunta

En el caso de piezas delgadas o de longitud considerable, no es recomendable que quede un extremo suspendido, por lo cual se emplea este montaje.

En este, un extremo queda tomado al plato, y el opuesto se apoya en un punto colocado en la contrapunta.

Previamente, en la pieza se le efectúa una perforación especial efectuada por una mecha de centrar, que le realiza una cavidad cónica de 60° en la cual apoya el punto.



Observaciones:

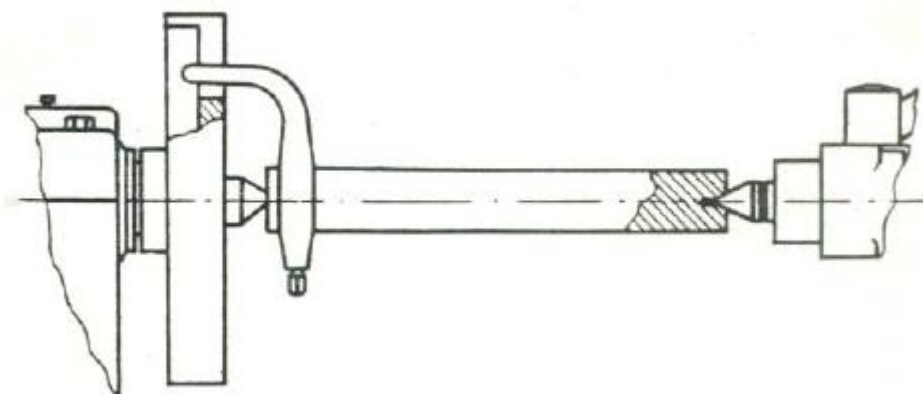
Debe verificarse que la pieza esté firmemente ajustada al plato, y la contrapunta correctamente bloqueada con sus dos frenos, sobre la bancada y el que fija la posición del manguito. Observar que el punto giratorio esté constantemente girando en el mecanizado. El desplazamiento del carro hacia la derecha no debe empujar la contrapunta.

Montaje entre puntas

En este montaje, la pieza se perfora en las dos puntas con mecha de centrar, y sacando el plato del husillo, se coloca un punto para torno en el agujero de cono Morse del eje de la máquina. El extremo izquierdo se apoya en dicho punto y se sujeta con una brida de arrastre, la cual se engancha con el plato liso de arrastre, haciendo girar el conjunto.

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 "Domingo Crespo" Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 56 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

El otro extremo, se apoya en un punto en la contrapunta.
De esta manera, la pieza queda suspendida sobre la bancada, permitiendo el mecanizado longitudinal sin perder la concentricidad, ya que basta con cambiar de extremo la brida y girar la pieza. La alineación entre las perforaciones efectuadas en sus extremos no se pierde.



Observaciones:

Debe verificarse que la pieza esté firmemente ajustada a la brida, para que no patine, y la contrapunta correctamente bloqueada con sus dos frenos, sobre la bancada y el que fija la posición del manguito. Observar que el punto giratorio esté constantemente girando en el mecanizado. El desplazamiento del carro hacia la derecha no debe empujar la contrapunta. Tener especial cuidado con el área de giro de la brida, de manera que no enganche ni golpee nada.

Montaje con lunetas

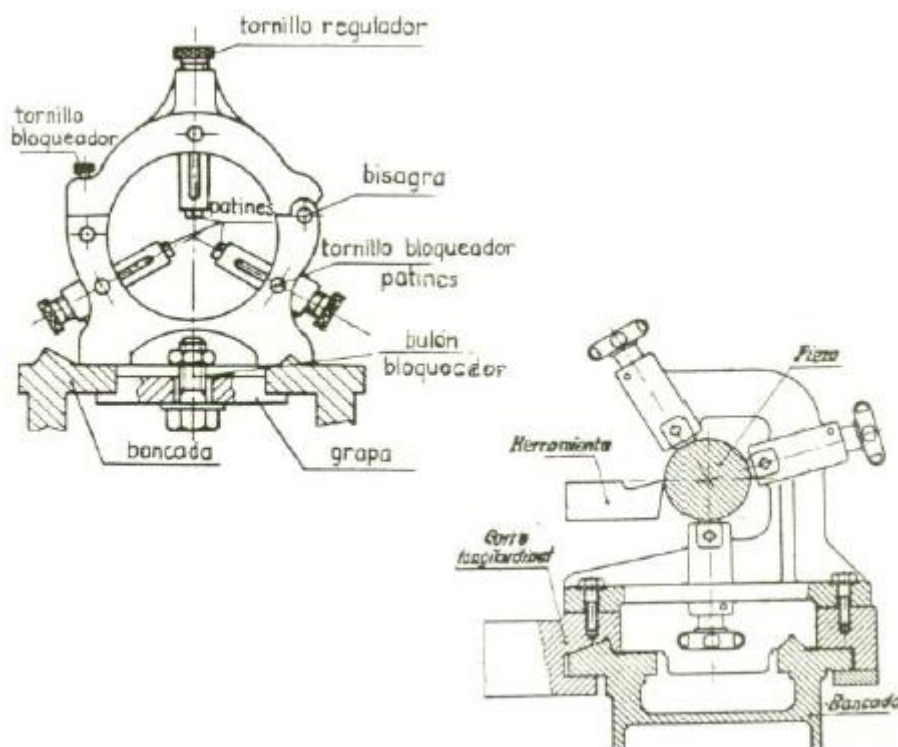
En ocasiones, la pieza a mecanizar es larga y muy delgada. Al girar o al ser empujada por una herramienta de corte, la misma podría pandearse en su zona media, con riesgo para la herramienta y el operario. También para mecanizar interiormente piezas largas.

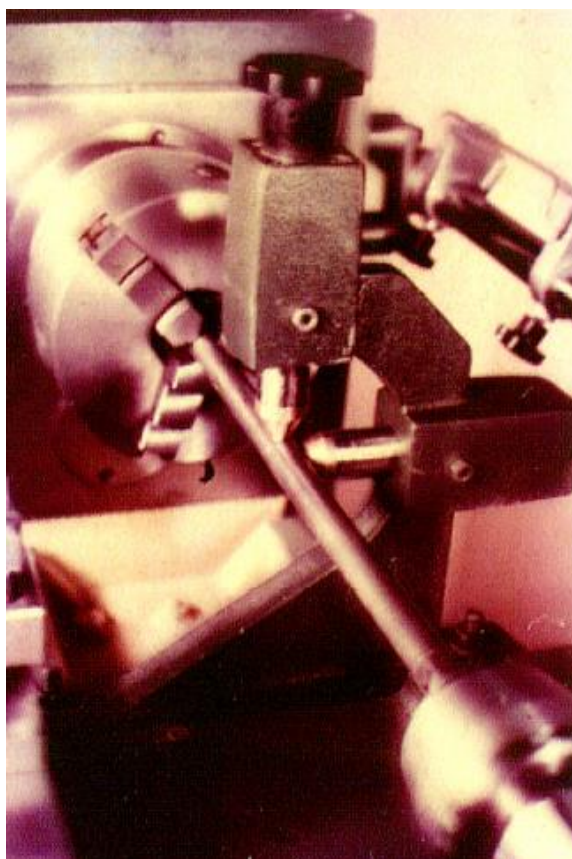
Por lo tanto, debe poder sujetarse por algún medio. La forma es colocar lunetas donde se apoye la pieza.

Las lunetas fijas, tienen tres o cuatro puntos de apoyo y se colocan sujetas a las guías de la bancada por una grapa y tuerca inferior.

En cambio la móvil, se atornilla sobre el carro acompañando al mismo en su desplazamiento, ofreciendo dos o tres puntos de apoyo, siendo la herramienta el punto faltante.

Taller de Máquinas Herramientas





Observaciones:

Los patines de ajuste deben tener la presión necesaria para sostener la pieza sin impedirle girar libremente. La luneta fija debe estar firmemente ajustada sobre la bancada. La luneta móvil debe estar firmemente atornillada al carro. Observar que la posición de la luneta fija no entorpezca el desplazamiento del carro.

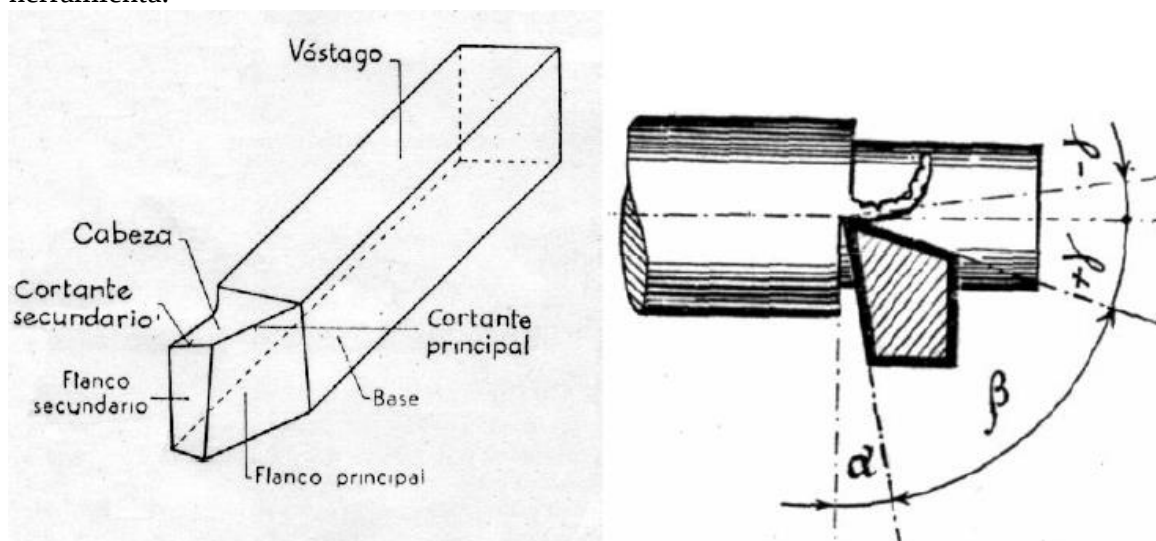
Herramientas De Corte

Para extraer las partes sobrantes de material, empleamos útiles o herramientas de corte. Existe una amplia variedad de las mismas. En este estudio, observaremos los dos tipos más utilizados en la industria: las herramientas de corte integrales y los portainsertos. Dentro de las primeras, encontramos las herramientas de corte fabricadas de acero aleado al cobalto, llamados aceros súper rápidos.

Poseen entre un 4% y un 18% de Co en su composición, lo que le da una relativa dureza para trabajar materiales ferrosos y una importante resistencia a la temperatura.

Su punto débil es que cuando pierden su filo, se deben reafilar, perdiendo su perfil original y con la consecuente pérdida de tiempo de horas-hombre y horas-máquina.

En las siguientes ilustraciones, observamos las partes principales de una herramienta integral, como los distintos ángulos de incidencia (α), de filo (β) y de ataque (γ) de una herramienta.



En la actualidad, las herramientas integrales están cayendo en desuso y son reemplazadas por los insertos y portainsertos. Recordemos algunas definiciones.

Insertos

Las plaquitas de corte que empleamos en el mecanizado de metales, están constituidas fundamentalmente por carburo de tungsteno y cobalto, incluyendo además carburo de titanio, de tántalo, de nobio, de cromo, de molibdeno y de vanadio. Algunas calidades incluyen carbonitruro de titanio y/o de níquel.



La forma, el tamaño y la calidad de la plaquita, están supeditados al material de la pieza y el tipo de mecanizado que voy a realizar.



Los mismos, cuenta en su cara superior con surcos llamados rompevirutas, con la finalidad de evitar la formación de virutas largas.

Portainsertos

Este punto es de vital importancia, junto con la sujeción del porta en la máquina, ya que determinará la correcta estabilidad de la plaquita que está sometida a los esfuerzos del mecanizado.

El tamaño y la forma del inserto, más el ángulo de posición definen el porta plaquitas correspondiente. Esta selección también debe garantizar que no entorpezca el libre flujo de virutas, la mayor versatilidad posible y el mínimo de mantenimiento.

También es importante el tamaño del porta plaquitas. Generalmente, se selecciona el mayor tamaño posible, proporcionando la base más rígida para el filo y se evita el voladizo que provocaría vibraciones.

Factores De Corte

Estos datos de corte corresponden a la relación material de la pieza – material de la herramienta.

Velocidad de corte, m/min.

$$v_c = \frac{\pi \times D_c \times n}{1000}$$

v_c = velocidad de corte: m/min

n = revoluciones / min.

D_c = Diámetro mm

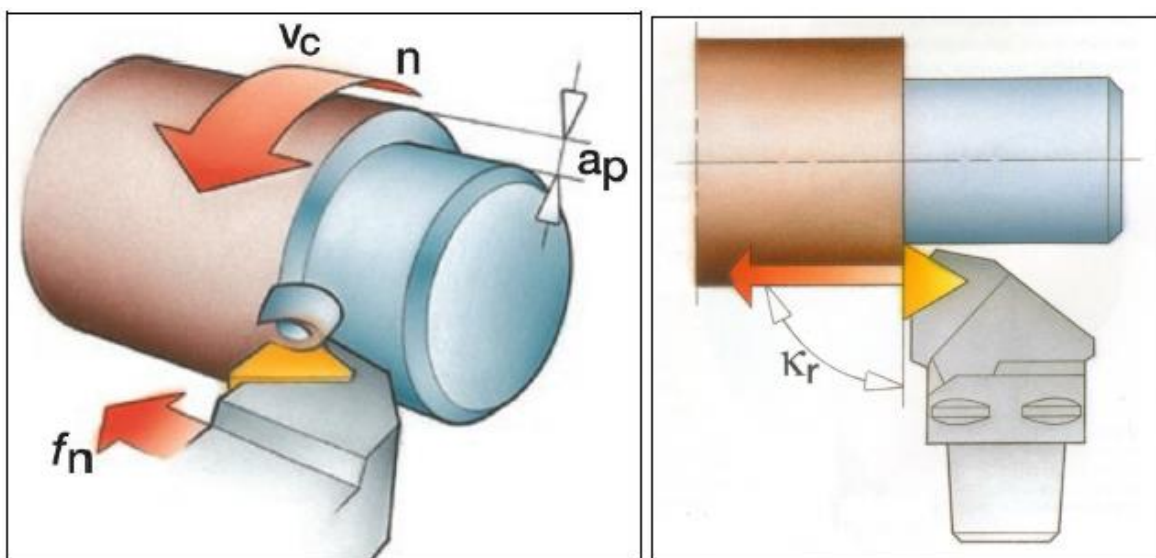
Velocidad del husillo, rpm

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D_c}$$

n = velocidad del husillo,
revoluciones/min.

v_c = velocidad de corte m/min

D_c = diámetro mm



La Velocidad de Corte (V_c) [m/minuto], o velocidad tangencial, es la velocidad que el material (viruta) tiene sobre la superficie de la herramienta (plaquita).

En los modernos tornos con CNC, este valor es constante, lo que implica que la velocidad de rotación del husillo se incrementa a medida que la herramienta se acerca al centro de la pieza.

El Avance (f_n) [mm/revolución], es la velocidad de la herramienta en relación a la pieza que está girando. Podríamos decir que es la velocidad de avance del carro.

Es de vital importancia para la correcta formación de la viruta, y la terminación superficial de la pieza.

La Profundidad de Pasada (a_p) [mm], es la semi-diferencia entre el diámetro sin cortar y el cortado.

$$a_p = \frac{\text{diámetro no mecanizado} - \text{diámetro mecanizado}}{2}$$

Estos datos podemos encontrarlos en la caja en la cual vienen las plaquitas, o en manuales referidos al tema.

En los torneados también se debe tener en cuenta el ángulo de posición del filo de corte (κ_r) con respecto a la superficie de la pieza.

Incide directamente en la formación y dirección de la viruta. Sus valores de corte varían desde 45° hasta 95° según el tipo de operación.

Una incorrecta elección de los factores de corte, redundarán en una importante merma en la producción, o una consecuencia directa en la herramienta, acortamiento de la vida útil o rotura.

Tipos de Mecanizado

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 “Domingo Crespo” Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 62 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

En el torno, los mecanizados que podemos conseguir son siempre de volúmenes de revolución.

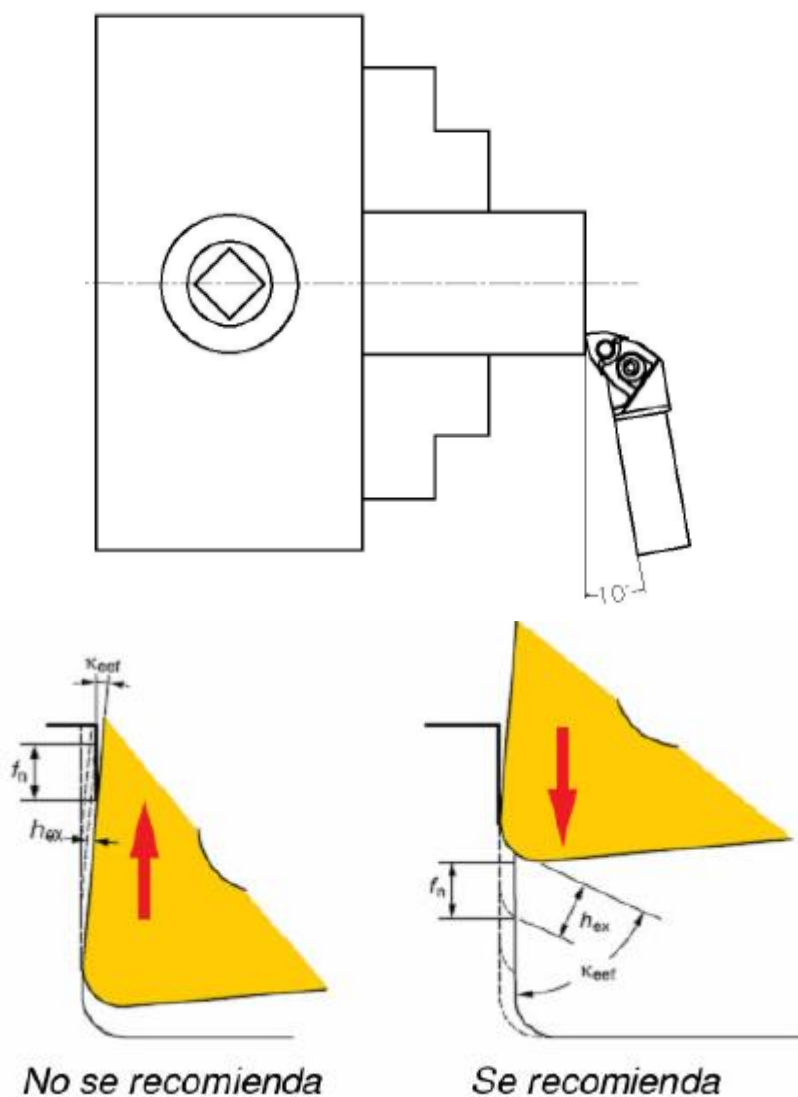
Cilindros, conos, perforados en el eje, ranuras laterales, roscas y tornados interiores. Debemos considerar, como primera medida que, que la herramienta debe estar perfectamente centrada, admitiéndose, en algunas operaciones, que se encuentre levemente por arriba del centro de la pieza.

Para centrar la punta de la herramienta en altura, podemos usar como referencia un punto colocado en la contrapunta, un calibre con la medida previamente calculada de la altura del eje sobre la bancada, haciendo tangencia en el frente del material girando. En este caso, podemos observar si la punta cortante de la herramienta se encuentra a la misma altura que el centro de la pieza.

Frenteado o desbaste frontal

Tienen lugar limpiando el frente de la pieza. El cuerpo de la herramienta y el filo principal de corte, deben formar un ángulo pequeño contra la cara a mecanizar.

Para la mejor formación de viruta, es conveniente elegir siempre una dirección del corte que proporcione un ángulo lo más cercano a 90° como sea posible (se debe evitar que el ángulo de entrada sea muy pequeño). Una mejor formación de la viruta se puede alcanzar con una dirección de avance hacia el eje que también reduce al mínimo el riesgo de la vibración.

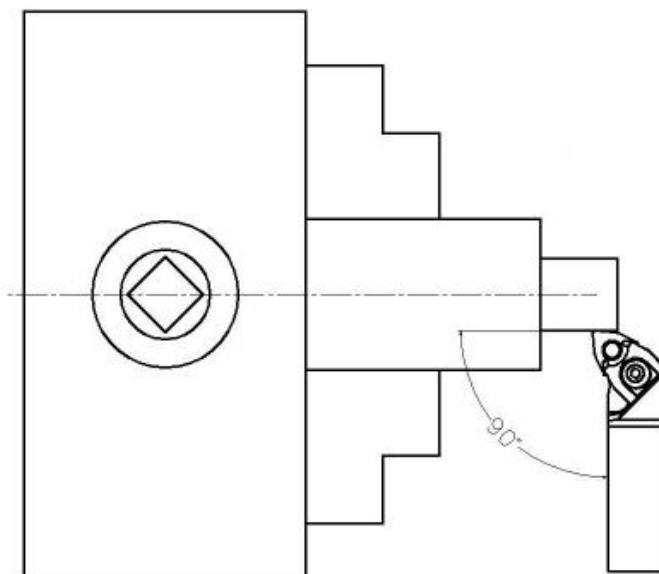


Desbaste lateral o cilindrado

Se consigue mecanizando la cara lateral de la pieza, con movimientos de penetración perpendiculares al eje de la misma, por medio del carro transversal; y con movimiento de avance paralelo al eje, por medio del carro longitudinal.

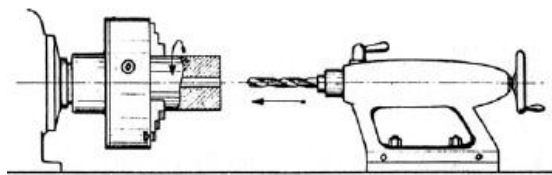
Para un mejor desprendimiento de la viruta, se recomienda en la mayoría de los casos que el ángulo que forme el filo de corte con la superficie de la pieza, sea levemente mayor a 90° (92°-93°).

Esto lo podemos conseguir si posicionamos el porta insertos perpendicular al eje del torno, ya que entre el cuerpo del porta y el apoyo del inserto encontramos esos 2 o 3 grados de diferencia.



Perforados

Este mecanizado se efectúa en la cara frontal de la pieza, coincidiendo con la dirección de su eje. Lo efectuamos haciendo girar el plato con el material, y penetrando con un útil de corte en su eje. Esta herramienta de corte puede ser una broca (mecha) colocada en un portabrocas (mandríl). Este dispositivo se clava en el agujero cónico del manguito, y se introduce por medio del volante de la contrapunta, manteniendo bloqueada la misma sobre la bancada. También se pueden emplear brocas de cola cónica, para perforados de diámetros grandes, o brocas con insertos en tornos con Control Numérico Computarizados.



Operación de perforado



Brocas cilíndricas



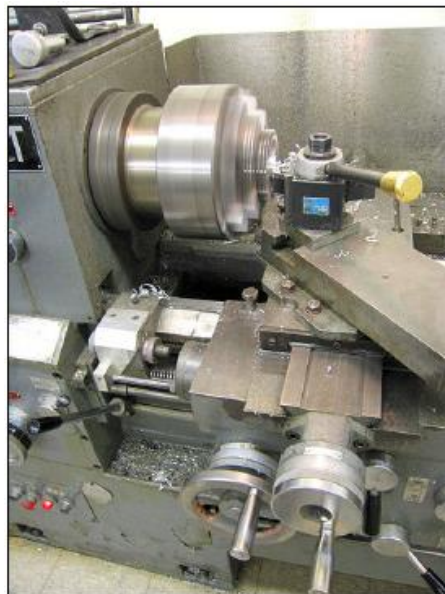
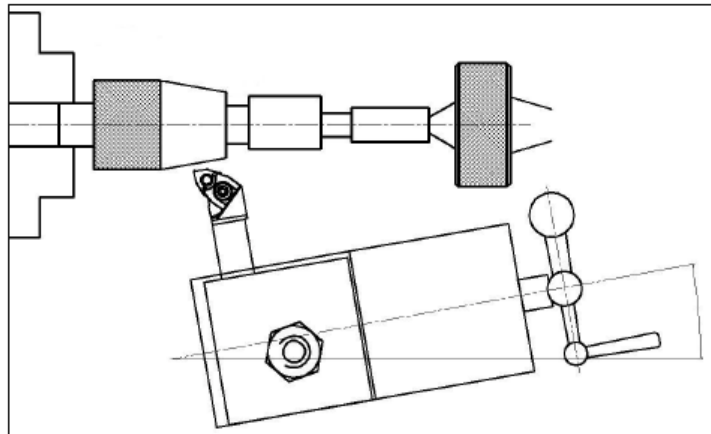
Broca con insertos

Desbaste Cónico

En este caso, el mecanizado se realiza avanzando con el carro superior (charriot) en lugar de hacerlo con el longitudinal. El inconveniente es que dicho desplazamiento solo se puede hacer de manera manual, teniendo superficies de terminación algo imperfectas. Para posicionar el charriot inclinado, se deben aflojar las tuercas que tienen en su parte



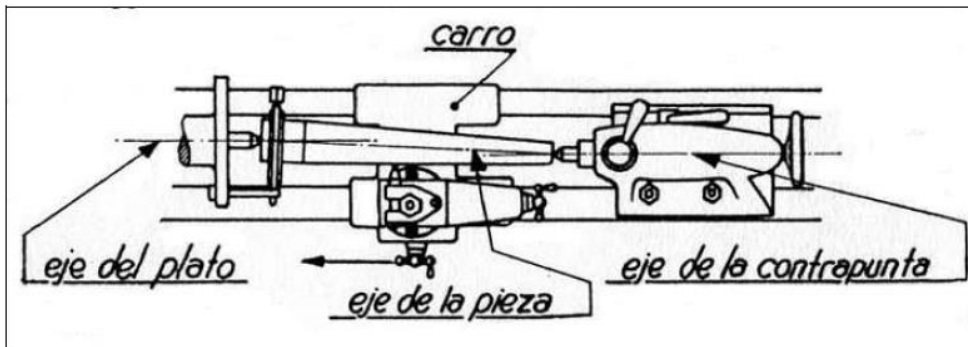
anterior y posterior. De esta manera, la base del charriot gira sobre el carro transversal un determinado ángulo.



Otra forma de hacer conos en el torno, es corriendo lateralmente la contrapunta sobre su base. Como la carrera del carro superior es de longitud limitada, para torneear conos largos (si la conicidad no es pronunciada) se puede mover lateralmente la contrapunta.

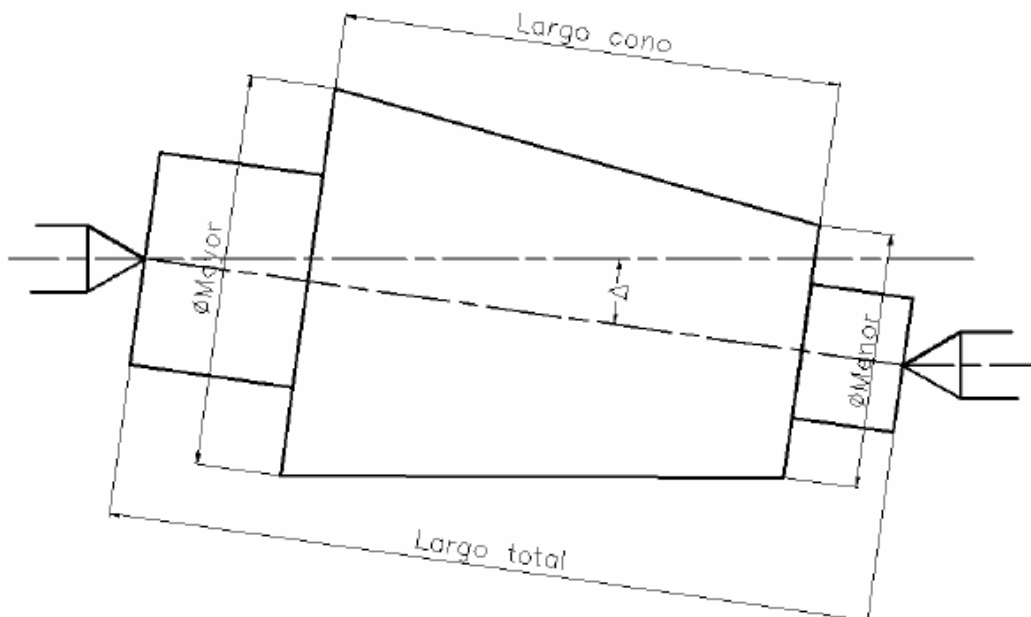
Ajustando o aflojando los tornillos de registro laterales del cuerpo de la contrapunta, se puede desplazar el mismo un par de milímetros, de acuerdo a una regla milimetrada ubicada en la parte posterior.

Esto es posible, debido a que sacamos de alineación el eje de la contrapunta con respecto al eje del torno, y como el carro longitudinal solamente se desplaza en forma paralela el eje, la herramienta desbastará material en un extremo más que en el otro. Obviamente, solo lo podemos hacer con un montaje entre puntas.



Para calcular el desplazamiento lateral de la contrapunta, utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{Desplazamiento} = \frac{(\phi \text{ Mayor} - \phi \text{ Menor}) \times \text{Largo total}}{\text{Largo cono} \times 2}$$



Veamos un ejemplo: calcular el desplazamiento de la contrapunta con un diámetro mayor de 100mm, un diámetro menor de 80mm, un largo del cono de 200mm y una distancia entre puntas de 300mm.

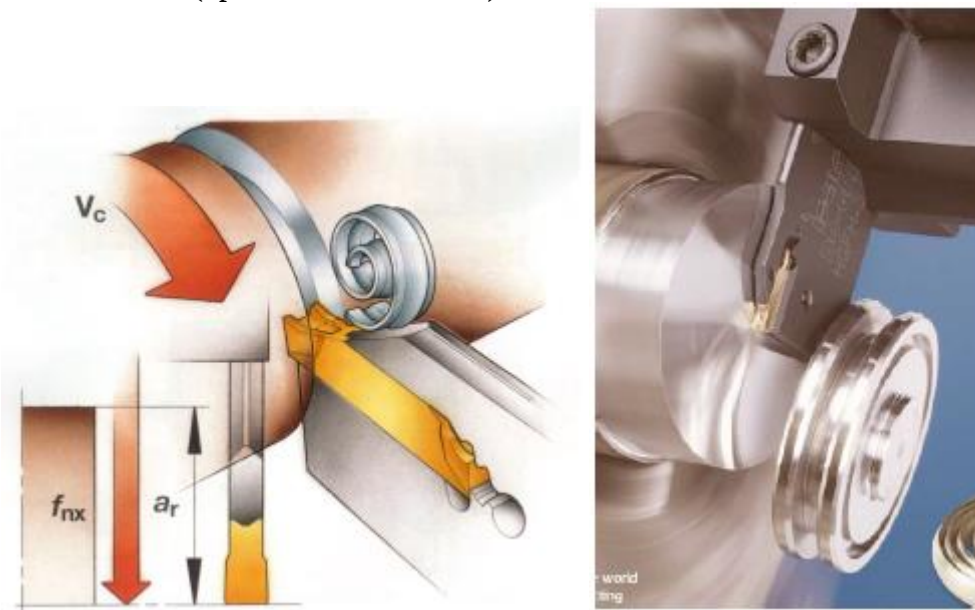
$$\text{Desplazamiento} = \frac{(100\text{mm} - 80\text{mm}) \times 300\text{mm}}{200\text{mm} \times 2} = 15\text{mm}$$

Ranurado

Es la operación en la cual una herramienta de perfil delgado, penetra en la pieza perpendicularmente a su eje. La dirección de avance de corte es coincidente con la de

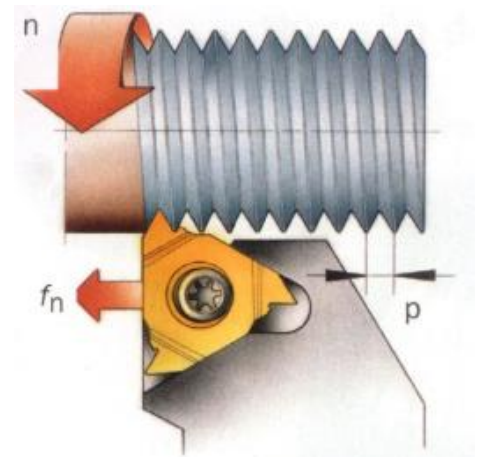
penetración, salvo en los casos en los cuales la ranura a cortar sea de mayor ancho que la herramienta de corte, en los cuales se desplazará paralela al eje del material. En estos casos, debe tenerse especial cuidado en el mecanizado, ya que la herramienta está diseñada con un filo de corte principal con el cual ataca la pieza, y trabajarla lateralmente someterá al inserto a esfuerzos adicionales.

Si el inserto y el porta lo permiten, la herramienta puede llegar al centro de la pieza, cortando el material (operación de tronchado).



Roscado

Es la operación mediante la cual con una herramienta de perfil especial, se talla la forma de un filete de rosca. Para eso, mientras la pieza gira a una velocidad moderada, o un número de revoluciones por minuto determinada (n), la herramienta avanza paralela a su eje labrando una hélice que después de alcanzar la profundidad del filete, se transformará en una rosca exterior. En estos casos, el avance (f_n) es igual al paso de la rosca (p).



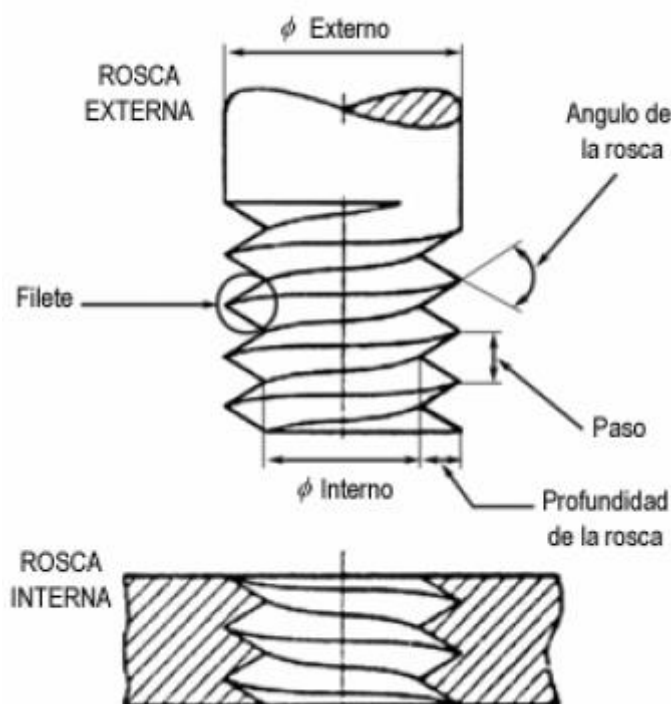
Comencemos por lo tanto, reconociendo las partes de un perfil de rosca.

- Filete: nombre que recibe la forma triangular característica de una rosca. También llamada hilo.
- Paso: distancia entre filete y filete consecutivos.

- Diámetro exterior (ver dibujo).
- Diámetro interior: también llamado de fondo o de agujero (ver dibujo).

Profundidad de la rosca

$$h = \frac{(\phi_{\text{exterior}} - \phi_{\text{interior}})}{2}$$



Ángulo del filete: Si la rosca es de tipo métrica es 60°, y si es de paso Whitworth 55°. Si la rosca es de poca profundidad, la penetración de la herramienta de corte puede ser perpendicular al eje (Fig. 2 y 3), pero si la profundidad del filete es importante, se recomienda que la penetración sea proporcionada por el charriot, con un ángulo de ataque de la mitad del ángulo del filete, con uno o dos grados de más (Fig. 1 y 4). De esta forma, la punta de la herramienta, de perfil delicado, no se verá sometida a grandes esfuerzos de corte.

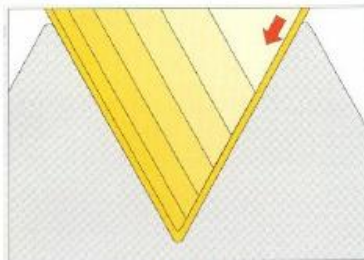


Fig. 1

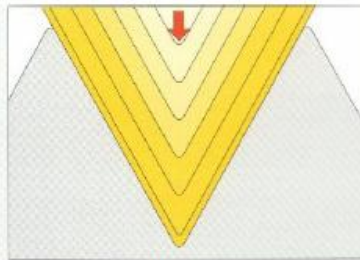


Fig. 2



Fig. 3

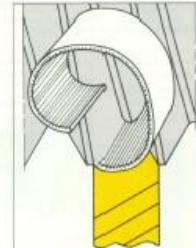


Fig. 4

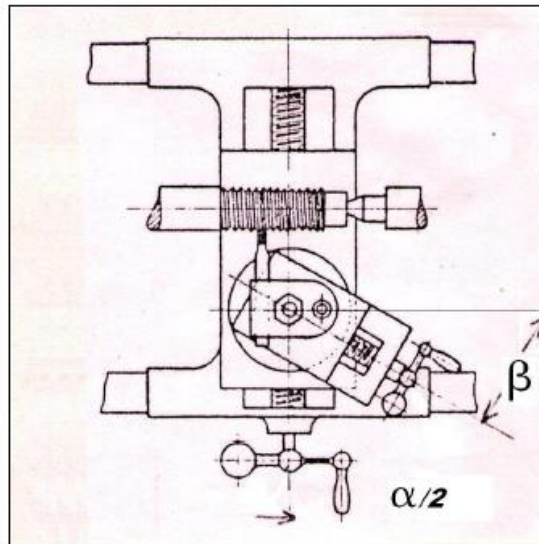
Para el mecanizado de una rosca en torno, se procede de la siguiente forma:

1. Se coloca la herramienta perfectamente centrada con el eje de la pieza.
2. Si se debe inclinar el charriot, se calculará el ángulo de inclinación con respecto al eje

del torno de acuerdo a:

$$\beta = 90^\circ - \alpha/2$$

Si la rosca es métrica, α será 60° , por lo tanto β será 60° ; si es Whitworth α es de 55° , por lo que β resultará ser de $62^\circ 30'$.



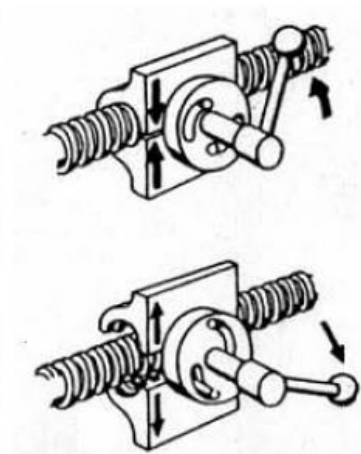
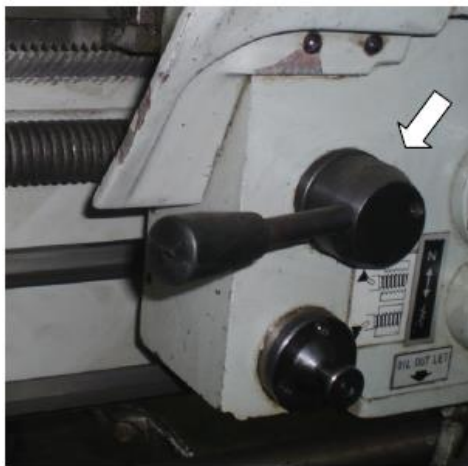
3. Posteriormente, nos aseguramos que la herramienta quede perfectamente perpendicular a la pieza. Para esto, me valgo del frente del plato, apoyando la herramienta, de una escuadra entre la pieza y la cara lateral de la herramienta, o de una plantilla de ángulos.



4. Coloco las revoluciones del plato en valores bajos, de acuerdo a las velocidades de corte de la herramienta, y acondiciono las palancas de la caja Norton teniendo como referencia la cantidad de hilos por pulgadas que tenga esa rosca (si es Whitworth) o el paso (si es métrica). Estos datos lo obtengo de una tabla de roscas.

5. Hago tangencia en la pieza y coloco los nonios del carro transversal y del superior en "cero".

6. Conecto la palanca de la tuerca partida que se encuentra en el delantal cerrándola sobre el tornillo patrón.



7. Con el encendido del torno, la herramienta comenzará a labrar la hélice de rosca sobre la pieza. Al final del roscado, detengo la máquina sin levantar la palanca del tornillo patrón.

8. Alejo la herramienta de la pieza con el transversal, y conecto el torno en contramarcha hasta el principio de rosca.

9. En este lugar, detengo el torno y recupero la distancia que me había alejado con el transversal nuevamente hasta la posición cero del nonio.

10. Profundizo con el charriot "en flanco" de acuerdo a valores recomendados para la herramienta (generalmente en el orden de una o dos décimas).

11. Reinicio el mecanizado según punto 7°. Sigo mecanizando hasta alcanzar la profundidad de rosca necesaria.

Para verificar la profundidad del roscado, puedo valerme de un peine de roscas, o calcular la profundidad necesaria.



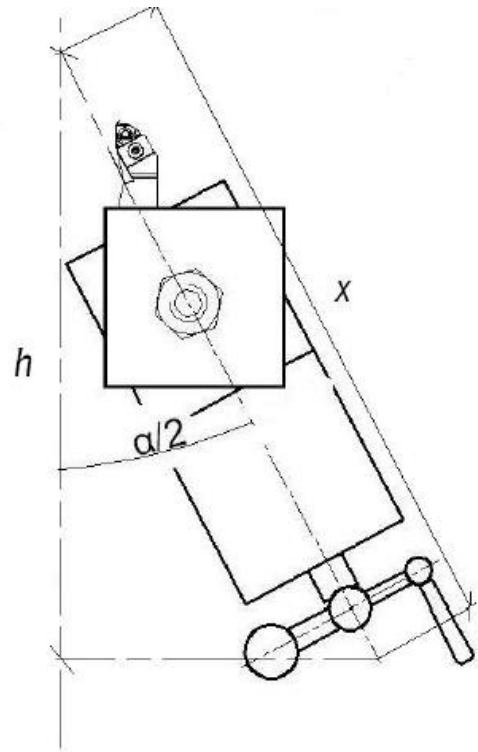
Para calcular la profundidad del roscado, tomamos como ejemplo una rosca exterior W 3/8". El ϕ exterior es 9,525. Por tabla de roscas, averiguo que el ϕ interior es 8. El ángulo $\alpha/2$ es $27^{\circ}30'$.

$$h = \frac{(\phi_{\text{exterior}} - \phi_{\text{interior}})}{2}$$

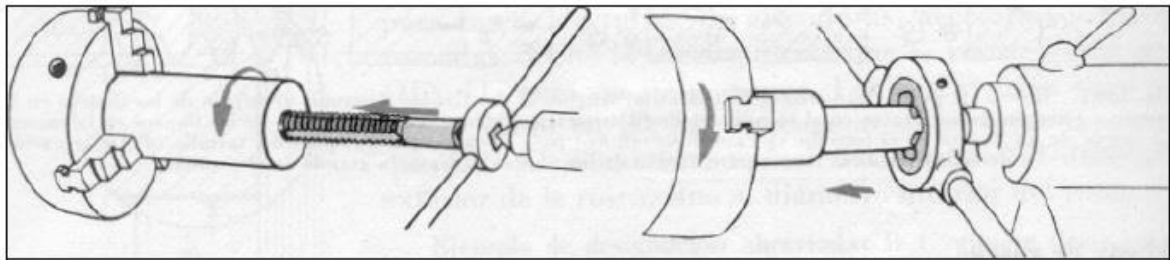
$$h = \frac{(9,525 - 8)}{2} = 0,7625$$

$$\cos \alpha/2 = \frac{h}{x} \Rightarrow x = \frac{h}{\cos \alpha/2} = \frac{0,7625}{\cos 27^{\circ}30'}$$

$$x = 0,859 \approx 0,86$$

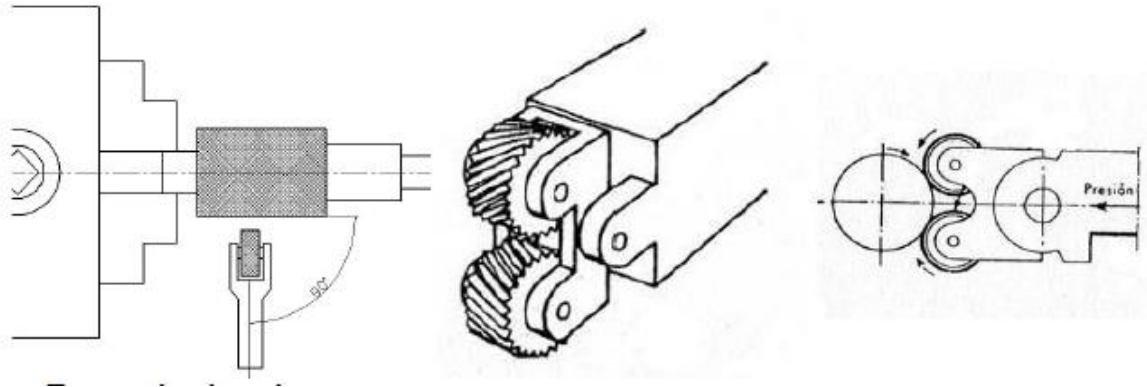


Otra manera de roscar en el torno, es mediante las herramientas convencionales como la terraja o el macho de roscar, montándolos entre la pieza y la contrapunta. En este caso, el plato debe girar a muy bajas revoluciones.



Moleteado

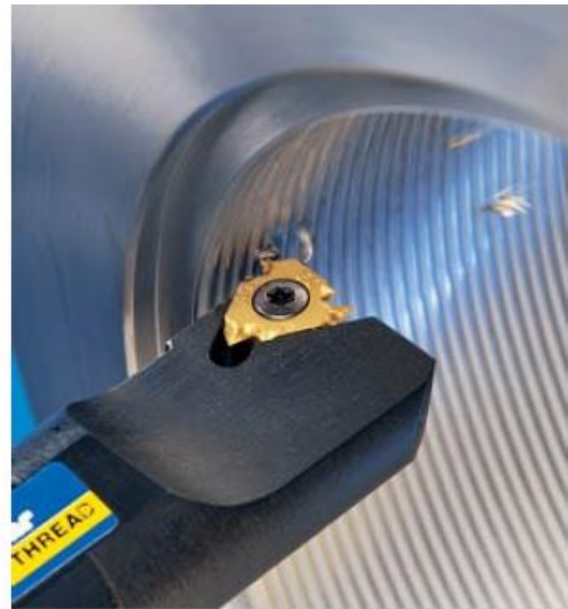
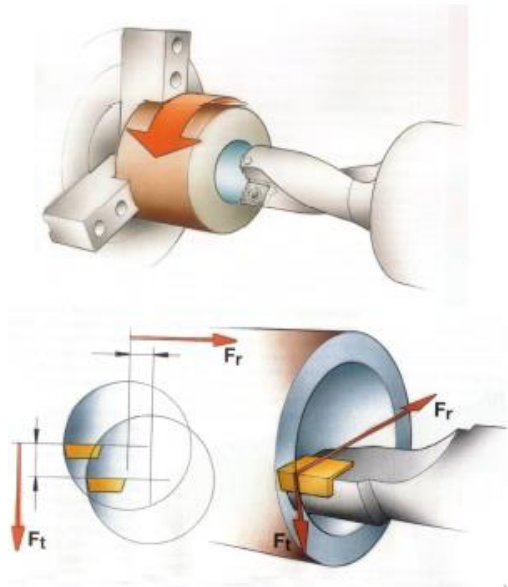
Es la única operación de mecanizado en el torno que no desprende viruta, ya que trabaja comprimiendo sobre la superficie lateral de la pieza, una o dos ruedas con un labrado especial. Esta herramienta, llamada molete, dibuja sobre el material, un grabado cuya finalidad es evitar el deslizamiento en superficie que requieran agarre.



Torneados interiores

Todas las operaciones mencionadas para mecanizarlas en el exterior de la pieza (con excepción del moleteado), pueden realizarse en el interior de la pieza.

Previamente la pieza debe ser perforada para permitir el ingreso de la herramienta propiamente dicha para el torneado.



Las herramientas a utilizar, son generalmente de longitudes importantes y de formato especial.



Viruta

Cuando una herramienta cortante, toma contacto con un material en rotación, esta actúa como una cuña, comprimiendo el material sobre su cara superior desprendiéndolo.

Si el material es dúctil, este formará una viruta larga, tal el caso de los aceros, pero si el material es frágil, como en la fundición de hierro, esta se desprende en pequeñas partículas por separado.

La viruta puede generarse de esta manera: si trabajamos con un solo filo de corte, se desprenderá una sola viruta libremente sobre la cara superior de la herramienta; este tipo de viruta se denomina viruta libre.

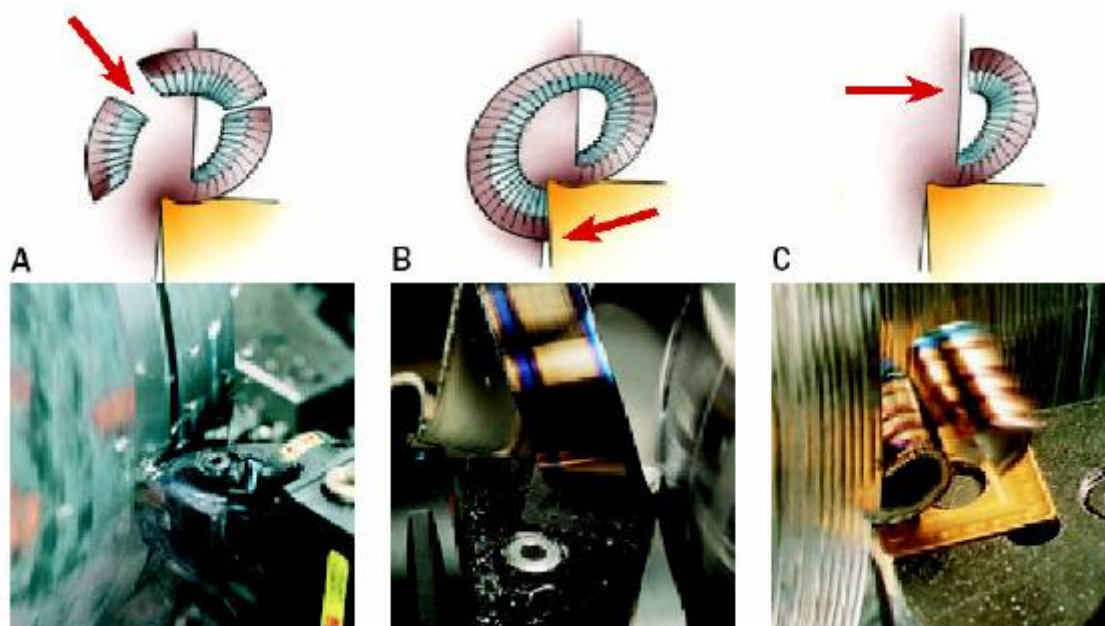
Si trabajamos con varios filos a la vez, como en el roscado, tronzado o ranurado, se llama viruta vinculada, y se caracteriza por desprenderse varias virutas que se entorpecerán entre sí, dificultando el desprendimiento de las mismas y generando una importante presión sobre la herramienta.

Podemos clasificarla también de acuerdo a su forma una vez que se desprende.

Puede ser desprendida (C) cuando sus trozos son más o menos largos y con quebraduras. En este caso, podemos suponer que no estamos trabajando de la manera correcta; la herramienta no es la adecuada, la velocidad de corte no es la conveniente, o no son compatibles material y herramienta.

Si se desprenden trozos cortos de tramos iguales, estamos en presencia de un material frágil y la viruta es arrancada (A).

Un caso propio de los aceros dúctiles, es la viruta larga y espiralaza, llamada **viruta plástica (B)**. El uso de insertos con un rompevirutas adecuado, reduce este inconveniente.



Observaciones

Es peligroso trabajar sin la debida protección ocular.

En el caso de fundición de hierro, por la característica de la viruta, los anteojos de seguridad deben tener cierres laterales.

Nunca tocar la viruta con las manos. Puede estar caliente o cortante. Usar dispositivos (ganchos) adecuados.

En el caso de manipular materiales cerca de virutas, usar guantes.

Evitar formar virutas largas. Puede engancharse con la ropa, la máquina, etc.

En materiales blandos, suele formarse sobre el filo de la herramienta un filo falso, por deposición de material sobre el cortante. En estos casos, desprenderlos con algún material más duro y evitar su formación con una refrigeración adecuada.

Líquidos Refrigerantes

Los líquidos o fluidos refrigerantes tienen la finalidad de enfriar y lubricar el corte, de manera de prolongar la vida útil de la herramienta y mejorar las condiciones de terminación superficial del material.

Generalmente se utiliza una mezcla de aceite soluble con agua, en una relación uno en treinta.

En la actualidad, los insertos se fabrican con recubrimientos que soportan las altas temperaturas que se generan en el roce del corte, de manera de disminuir el uso de estos fluidos, que a la larga generan serios inconvenientes en los operarios (alergias, problemas

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 "Domingo Crespo" Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 75 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

cutáneos) y en las máquinas (oxidación, desgaste prematuro), permitiendo el mecanizado "en seco".

De todas maneras, en aquellos mecanizados en los que el uso de un lubricante o refrigerante adecuado mejora las condiciones de corte, no debe suspenderse el uso de los mismos. Tal el caso de perforados, mecanizado de determinados aceros inoxidables, y aceros muy blandos.

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 “Domingo Crespo” Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 76 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

Capítulo VII: Seguridad e higiene

Normas generales de seguridad para trabajar en los tornos

Orden

Un buen técnico debe empeñarse en guardar el orden más escrupuloso en lo que lleva entre manos, con lo que ahorrará impaciencias y costosas pérdidas de tiempo en la búsqueda de lo que necesita. Por lo tanto:

1. Ubicar los materiales de trabajo en un sitio determinado, para cuando se necesite tenerlos a mano.
2. Cuando se haya terminado de usar una herramienta, colóquela siempre en un mismo lugar y no la deje abandonada en cualquier parte.
3. Evitar poner piezas o herramientas de trabajo sobre la bancada del torno, porque esto provoca desgastes y, por consiguiente, pérdidas de precisión. Lo recomendable es tener sobre el torno una tablita donde colocar las llaves, calibres y cualquier otra herramienta.
4. Cada máquina debe disponer de un armario con casilleros apropiados, en donde el se ordenaran las herramientas, los calibres, las piezas trabajadas, los dibujos, los equipos especiales de cada torno.
5. Mantener siempre limpios los engranajes para el roscado y no mezclarlo con los de otras máquinas, aun cuando sean de las mismas medidas.

Limpieza de la máquina

1. Una vez finalizada cualquier operación mecánica, antes de dejar el trabajo.
2. Una vez por semana se debe proceder a hacer una limpieza especial repasando todos los órganos de la máquina, no solo aquellos que están a la vista, sino también los internos.
3. Después de sacar las virutas y el polvo con un cepillo o con un trapo, es menester limpiar las guías de los carros con querosén y un trapo limpio.

Lubricación

Salvo que las instrucciones del torno indiquen otra cosa, todos los órganos en movimiento deben ser lubricados al menos una vez al día, generalmente después del aseo; los engranajes se lubrican con aceite.

No basta llenar los puntos de aceite de la máquina, es necesario asegurarse de que los tubitos que llevan el aceite a los órganos interiores no estén obstruidos por la suciedad. La lubricación debe hacerse con justo criterio y sin economía, la cual acarrearía un desgaste más rápido de las máquinas.

Por otra parte, la demasiada abundancia constituirá un inútil desperdicio.

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 "Domingo Crespo" Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 77 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

Seguridad

Advertencias.- Antes de poner en marcha el torno conviene probarlo siempre a mano, haciendo girar el eje, para asegurarse que no haya estorbos.

Teniendo que golpear cualquier órgano de la máquina, utilice un martillo de plomo o un mazo de madera y nunca martillos de acero, llaves, etc., porque, a poco andar, la máquina se arruinará por completo.

No se debe poner en marcha el torno con la llave de ajuste del plato colocada.

Precauciones para evitar accidentes.

El torno, de por sí, no es una máquina que ofrezca mayores peligros; pero como cualquier otra máquina, puede producir desgracias, y a veces graves, para el operario distraído y que descuida las normas de seguridad

Señalaremos aquí algunas:

1. El técnico debe usar ropa ajustada al cuerpo, en ningún caso ropa suelta. Se deben evitar pulseras, relojes, anillos, collares, y cualquier otro elemento que cuelgue. Asimismo, el pelo largo, no debe pender sobre la cara.
2. Durante el trabajo debe mantenerse una posición correcta sin apoyar el torso o los codos sobre el torno, porque pueden originarse graves daños.
3. Debe mantenerse limpio y sin estorbos el piso inmediato a la máquina, con lo cual se evitará el peligro de caer sobre el torno en movimiento.
4. Antes de proceder a la limpieza de la máquina, a la lubricación, al desmontaje y montaje de una pieza interna, es necesario parar el torno y asegurarlo para que no se vaya a arrancar impensadamente. Colocar la parada de emergencia de la máquina.
5. No se debe tocar descuidadamente órganos o piezas en movimiento, porque un descuido de este género puede acarrear graves consecuencias.
6. Es imprescindible proteger los ojos con anteojos de seguridad. Esta precaución es necesaria también para cuando se afilan herramientas en la amoladora de banco.

Bibliografía

	Escuela de Educación Técnico Profesional N° 285 "Domingo Crespo" Modalidad Técnico Profesional - Equipos e instalaciones Electromecánicas	HOJA: 78 DE:80
Taller de Máquinas Herramientas		

El manual de Tornería. (Francisco Berra)
 Cátedra de Taller. Torneado. (Ing. G Castro)
 Maquinas. Cálculos de Taller. (A.L. Casillas)
 Guía Práctica del Mecanizado. Sandvik Coromant