



CONSEJO UNIVERSITARIO  
VALENCIA - VENEZUELA



Asunto: **ASCENSO**

Data: **199° y 150°**

Fecha: **28 JUL 2009**

Nº. **CD-3272**

Ciudadano  
**Prof. LUIS FERNANDO SIDOROVAS GARCÍA**  
**C.I. N° V-04.922.646**  
a/c. Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería

**Presente.-**

De acuerdo con lo previsto en el Ordinal 4° del Artículo 36 de la Ley de Universidades, atendiendo a la solicitud del Consejo de la Facultad de Ingeniería y visto el informe del Vicerrectorado Académico Nro. VRAC-ASC-242-09-CD de fecha 11/06/2009, aprobada por la Comisión Delegada del Consejo Universitario en su Sesión N° 045 de fecha 29/06/2009, en uso de la atribución que le confiere el Artículo 44 del Reglamento Interno respectivo, en virtud de lo establecido en el Capítulo II, Título III del Estatuto del Personal Docente y de Investigación de la Universidad de Carabobo, tengo el honor de ascenderlo la categoría de **Profesor ASISTENTE a Tiempo Cumplido con un (01) año, seis (06) meses y veinte (20) días de antigüedad acumulada**, con efectos académicos a partir del **25/02/2008** y administrativos a partir del **14/01/2009**.

Asciende con el Trabajo Titulado:

**"MANUAL PARA EL MANEJO Y USO DE UN TORNO PARALELO"**

Atentamente.

**Jessy Divo de Romero**  
Rectora

C.C.:

Recursos Humanos  
C.I.D. (Anexo trabajo de ascenso)

Elaborado por: Lleurí 08 de julio de 2009  
Revisado por: ACM/TB/OS  
22/06/2009

B.6.



**11 AGO 2009**

*Luz de una tierra inmortal...*



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
DPTO. DE MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN



“MANUAL PARA EL MANEJO Y USO DE UN TORNO PARALELO”

Trabajo de Ascenso presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para ascender  
a la categoría de Profesor Asistente

Autor: Luís F. Sidorovas G.

Tutor: Dr. Luís E. Vallés D.

Febrero, 2009

## CONTENIDO

PRÓLOGO.....	4
INTRODUCCIÓN.....	6
CAPITULO 1. MÁQUINAS – HERRAMIENTAS PARA ARRANQUE DE VIRUTA.....	9
1.1.- Procedimientos de fabricación.....	9
1.2.- Constitución de las máquinas herramientas que trabajan arrancando viruta.....	9
1.2.1.- La bancada, montante o bastidor.....	10
1.2.2.- Las guías.....	10
1.2.3.- Accionamiento.....	10
1.2.4.- Los mecanismos o transmisiones.....	10
1.2.5.- Los elementos de maniobra.....	10
1.3.- Consideraciones importantes de las máquinas herramientas.....	10
1.3.1.- Exactitud en su fabricación.....	11
1.3.2.- Exactitud en el trabajo.....	11
1.3.3.- Seguridad de funcionamiento.....	11
3.4.- Protección en el trabajo.....	11
3.5.- Mantenimiento.....	11
1.4.- Dispositivos para sujeción de la pieza de trabajo.....	11
1.5.- Maquinabilidad.....	12
Autoevaluación Capítulo 1. AUTO EXAMEN.....	14
CAPITULO 1. EL PROCESO DE TORNEADO.....	15
2.1.- El torno mecánico.....	16
2.2.- Estructura del torno.....	18
2.2.1.- La bancada o Soporte.....	18
2.2.2.- El cabezal principal.....	19
2.2.3.- El husillo principal.....	20
2.2.4.- Carros.....	22
2.2.5.- El Delantal.....	26
2.3.- Dispositivo para roscar.....	27
2.4.- Dispositivo para cilindrar y refrentar.....	27
2.5.- Ajuste de avances.....	28
2.5.1.- Palancas para el control de los avances.....	30
2.5.2.- Anillos graduados micrométricos o nonios graduados.....	31
2.6.- Trabajos realizados en el torno paralelo.....	32
2.6.1.- Torneado.....	32
2.6.2.- Refrentado.....	33
2.6.3.- Torneado cónico.....	33
2.6.4.- Torneado de contornos.....	33
2.6.5.- Torneado de formas.....	33
2.6.6.- Achaflanado.....	34
2.6.7.- Roscado.....	34
2.6.8.- Mandrinado.....	34
2.6.9.- Taladrado.....	34
2.6.10.- Moleteado.....	34
2.7.- Métodos de sujeción del trabajo en el torno.....	35
2.7.1.- Sujeción del trabajo entre centros.....	35
2.7.2.- Sujeción del trabajo por mandril.....	36
2.7.3.- Sujeción del trabajo por boquilla.....	36
2.7.4.- Sujeción del trabajo por plato de sujeción.....	37
CAPITULO 3. PRESENTACIÓN DEL TORNO PARALELO.....	39
3.1- Procedimiento para puesta a punto del torno paralelo.....	39
3.2.- Dispositivos para cilindrar, refrentar y roscar.....	43
3.2.1.- Operación de cilindrado.....	43
3.2.2.- Operación de Refrentado.....	44
3.2.3.- Operación de Roscado.....	46

3.3.1.- El plato de arrastre. ....	47
3.3.2.- Perro de arrastre. ....	47
3.3.3.- Mandriles.....	48
3.3.4.- Lunetas. ....	49
3.3.6.- Dispositivo de moleteado universal. ....	50
CAPITULO 4. SEGURIDAD EN EL TORNO. ....	52
4.1.- Riesgos presentes en el torno. ....	53
4.1.1.- Puntos de aplastamiento por el movimiento del torno. ....	53
4.1.2.- Riesgos asociados con componentes rotos o con caídas de componentes. ....	54
4.1.3.- Riesgos relacionados con componentes a altas temperaturas. ....	54
4.1.4.- Riesgos resultantes del contacto con los filos agudos, aristas agudas y salientes. ....	54
4.1.5.- Riesgos de los dispositivos de sujeción y de conducción de las piezas de trabajo. ....	55
4.1.6.- Frenado del husillo. ....	55
4.1.7.- Las piezas de trabajo que sobresalen fuera del torno deben sustentarse por medio de un tubo de soporte del material. ....	55
4.2.- Seguridad en el torno. ....	57
4.3.- Objetivos de la Seguridad en el Torno:.....	57
4.4.- Precauciones de Seguridad.....	57
4.5.- Normas Generales de Seguridad. ....	60
4.6.- Que hacer en caso de emergencia. ....	61
CAPÍTULO 5. DESARROLLO DE UN PROCESO DE MECANIZADO EN EL TORNO PARALELO. ....	63
5.1.- REFRENTADO ..... 66	66
5.3.- CILINDRADO..... 67	67
5.3.1.- Primera Pasada Acabado. .... 67	67
5.4.- CILINDRADO..... 68	68
5.4.1.- Primera Pasada Desbaste. .... 68	68
5.4.2.- Segunda Pasada Desbaste. .... 69	69
5.4.3.- Tercera Pasada Acabado. .... 70	70
5.5.- RANURADO..... 70	70
5.6.- CILINDRADO..... 72	72
5.6.1.- Primera Pasada Desbaste. .... 72	72
5.6.2.- Segunda Pasada Desbaste. .... 73	73
5.6.3.- Tercera Pasada Acabado. .... 73	73
5.7.- CILINDRADO..... 74	74
5.7.1.- Primera Pasada Desbaste. .... 74	74
5.7.2.- Segunda Pasada Desbaste. .... 75	75
5.7.3.- Tercera Pasada Acabado. .... 75	75
5.7.4.- Cuarta Pasada Acabado. .... 76	76
5.8.- CILINDRADO CÓNICO..... 76	76
5.8.1.- Primera Pasada Desbaste. .... 77	77
5.8.2.- Segunda Pasada Desbaste. .... 77	77
5.8.3.- Tercera Pasada Acabado. .... 78	78
5.8.4.- Cuarta Pasada Acabado. .... 78	78
5.9.- PERFORADO..... 80	80
5.10.- CILINDRADO CÓNICO INTERIOR ..... 80	80
5.10.1.- Primera Pasada Desbaste. .... 80	80
5.10.2.- Segunda Pasada Acabado. .... 81	81
5.11.- CILINDRADO DE LA ROSCA. .... 82	82
Autoevaluación Capítulo 5. AUTO EXAMEN. .... 84	84
CAPITULO 5. CÁLCULOS PARA LA FABRICACIÓN DE LA PIEZA A MECANIZAR..... 85	85
Auto evaluación AUTO EXAMEN..... 95	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 96	96
ANEXOS..... 97	97
ANEXO A; Propiedades Mecánicas de Algunos Materiales. .... 98	98
ANEXO B: Parámetros de Corte Recomendados, Valores Máximas. .... 99	99
ANEXO C: Rango de Avances Recomendados con Herramientas de Acero Rápido. .... 100	100
ECUACIONES BÁSICAS EN EL TORNEADO. .... 101	101
HOJA DE PROCESO ..... 104	104

# PRÓLOGO.

Dentro del extenso Pensum de Ingeniería Mecánica, los procesos de fabricación constituyen una temática de gran importancia tanto desde el aspecto tecnológico, así como de su repercusión económica. Los productos se idean y diseñan para que luego se fabriquen, lo que solo es posible si es viable su realización y económicamente factible su producción. En los procesos de fabricación donde las restricciones económicas se anteponen y delimitan las soluciones, se hacen cada vez mas presentes e incluso prevalecen a otros factores como materia prima, salarios.

En el campo de los procesos de fabricación están los procesos de fabricación por arranque de viruta, siendo este tópico presentado mediante la asignatura Procesos de Fabricación II (PFII, MP7M04; Universidad de Carabobo). Su objetivo principal es: “Desarrollar destrezas y habilidades para el cálculo de fuerzas y energía a un proceso de corte y mecanizados de los metales, proporcionando los conocimientos necesarios para la manipulación de estas variables: *Avance* ( $f$ ), *Velocidad de Corte* ( $V_c$ ), *Velocidad de rotación de la pieza* (RPM) y *Profundidad de Corte* ( $d$ ) con la finalidad de obtener los mejores resultados por medio de la fijación y/o combinación de estas variables durante la manufactura en el proceso.”

Este manual se fundamenta en la máquina – herramienta Torno Paralelo, su función principal es que el participante asimile de manera individual y con preferencia lo referente al torno y sus diferentes usos y operaciones, para obtener el conocimiento necesario, para operar con seguridad en torno paralelo en las correspondientes prácticas de Laboratorio de Procesos de Fabricación II.

A lo largo del manual se ofrecen consideraciones relativas a la aplicación de los principios teóricos, y se ilustra con fotografías de la máquina con indicaciones señalando los aspectos más importantes.

El manual presenta al final de cada capítulo un cuestionario para la autoevaluación, por parte del participante. Como una opción de fijar los contenidos presentados en éste manual; no se indican las respuestas porque las mismas están dentro de los contenidos.

El trabajo y esfuerzo personal del participante al leer este manual le permitirá conocer y comprender las operaciones realizadas por un *Torno Paralelo Colchester Student* y lo más importante será que internalice la operación segura del Torno Paralelo.

Sin embargo, este manual también es de utilidad para aquellos profesores, profesionales o graduandos, que quieran adquirir, ampliar o recordar el funcionamiento del torno paralelo, o simplemente tener acceso rápido al manejo y uso del torno paralelo.

Se agradece a todos los que de una u otra manera participaron en la elaboración de este manual, cuyo único compromiso fue el de simplificar los contenidos presentados, con la idea de hacerlos mas sencillos a la comprensión del lector. Con seguridad se puede mejorar el manual por lo que siempre se estará en un proceso de mejora continua.

# INTRODUCCIÓN.

Los mecanismos, dispositivos y las máquinas de cualquier tipo están generalmente compuestos por piezas independientes que se ensamblan, para juntos cumplir una función determinada como lo son la realización de un trabajo. La fabricación o producción, es la obtención de productos o bienes para el consumo, que pueden ser semielaborados o como piezas terminadas para formar conjuntos. Se elige el proceso de fabricación adecuado para cada caso; en esta ocasión se hace referencia a los procesos de fabricación por arranque de viruta mediante un proceso de torneado; el presente trabajo esta específicamente relacionado con la elaboración de un manual para uso y manejo de un torno paralelo Colchester Student.

Este manual presenta de manera sencilla, práctica e interpretativa las distintas operaciones que se pueden realizar en esta máquina herramienta (Torno) para sobreponernos en las limitaciones de tiempo y concreción que se imponen en las clases y las prácticas de la materia Procesos de Fabricación II (MP7M04; Universidad de Carabobo).

El desarrollo de los contenidos en el manual, se expone en capítulos donde se presentan los fundamentos teóricos y se describen los procedimientos prácticos de las operaciones del Torno Paralelo, y al final de cada capítulo se presenta una evaluación de los contenidos del capítulo que el participante debe responder, esto con la finalidad de reafirmar los contenidos del capítulo.

En el primer capítulo, se presenta una referencia de las “**Máquinas – Herramientas para Arranque de Viruta**” donde se definen la constitución, consideraciones importantes, y la operatividad de las maquinas herramientas.

---

En el segundo se describe *“El proceso de torneado”* donde se especifica el torno mecánico, su estructura y los accesorios, además se muestran los distintos trabajos realizados en el torno paralelo.

El siguiente capítulo *“Presenta el torno paralelo”* Colchester Student, se detallan los procedimientos requeridos para realizar las operaciones y de los trabajos que se realizan con el torno paralelo, así como de los accesorios.

A continuación se presenta donde se especifica claramente la **“Seguridad en el torno”** presentando los riesgos presentes y las precauciones que se deben considerar durante el funcionamiento de los tornos paralelos y lineamientos a seguir para operar un torno paralelo con seguridad.

Prosiguiendo con el próximo capítulo, **“Desarrollo de un proceso de mecanizado en el torno paralelo”** se realiza un ejercicio con todos los pasos requeridos para la fabricación de una pieza siguiendo las especificaciones de un plano mediante las operaciones del torno paralelo Colchester Student. Se describe el proceso comenzando con la solicitud del pedido de fabricación hasta conseguir la parte totalmente terminada para ser entregada al solicitante del servicio.

Posteriormente en el último capítulo se presentan los **“Cálculos para la fabricación de una pieza a mecanizar”** donde se enumeran las operaciones requeridas, las consideraciones requeridas para realizarlas y los respectivos cálculos para cada una de estas operaciones de fabricación.

En resumen en el **“Manual de manejo y uso de un torno paralelo”** se presenta una detallada descripción del funcionamiento del Torno paralelo que permita al participante conocer, entender y comprender las distintas operaciones que se pueden realizar en el torno paralelo Colchester Student; así como servir de guía a Profesores, Pasantes, Profesionales y Personas interesadas en ampliar sus conocimientos en el manejo y uso del torno paralelo Colchester Student.

Este manual no pretende cubrir todas las expectativas de los participantes, porque siempre dependerá de ellos la práctica necesaria para lograr la destreza adecuada en el torno. Sin embargo, también es cierto que los contenidos presentados en el manual son suficientes para adquirir un buen desempeño inicial en las operaciones de mecanizado en el torno paralelo.

Por último, se agradece la colaboración de todos los que cooperaron con la elaboración de un “**Manual para el manejo y uso del torno paralelo**” así como también, a las recomendaciones posteriores que se pudieran hacer, esto se relaciona con la mejora continua y ésta será una poderosa razón para un desarrollo sostenido del presente manual.

## **CAPITULO 1. MÁQUINAS – HERRAMIENTAS PARA ARRANQUE DE VIRUTA**

Las máquinas – herramientas, de modo automático, producen piezas de la forma deseada con ayuda de herramientas. Tienen que sujetar piezas y herramientas y realizar procesos con determinados movimientos.

La clasificación de las máquinas herramientas puede hacerse de acuerdo con las diversas características:

### **1.1.- Procedimientos de fabricación.**

Las piezas pueden denominarse de acuerdo con el procedimiento empleado para fabricarlas. Así pues, por ejemplo, pieza torneada, pieza fresada. Las diferentes clases de superficies generadas en las piezas durante el mecanizado con las máquinas herramientas (tornos, fresadoras, limadoras) responde a los parámetros de corte de los respectivos equipos.

**Aplicación.** Máquinas de aplicaciones múltiples (máquinas universales) para fines constantemente variables; máquinas de varias aplicaciones de la misma clase (torno al aire, torno revolver); máquina para una sola aplicación y siempre la misma, como por ejemplo torno para fabricar cigüeñales.

### **1.2.- Constitución de las máquinas herramientas que trabajan arrancando viruta.**

Todas las máquinas están constituidas principalmente por: *bancadas, guías, accionamientos, mecanismos, elementos de maniobra y accesorios.*

**1.2.1.- La bancada, montante o bastidor.** Lugar donde van dispuestos los grupos constructivos (mecanismos, carros) que soportan y mueven a la pieza y a la herramienta.

**1.2.2.- Las guías** se gobiernan de modo automático la herramienta y la pieza. *Las guías rectas* son como apoyo del deslizamiento, las planas, las de cola de milano, las prismáticas y las redondas; hay también guías rectas con cuerpos rodantes interpuestos (bolas, rodillos, rozamientos pequeños). *Las guías giratorias* son cojinetes o asientos (por ejemplo, asientos de husillos) que trabajan por deslizamiento o por rodamiento. Solamente las guías exactas dan piezas exactas.

**1.2.3.- Accionamiento.** Generalmente cada máquina tiene su motor eléctrico de accionamiento propio.

**1.2.4.- Los mecanismos o transmisiones** sirven para transmitir e invertir el movimiento de accionamiento. El mecanismo principal proporciona el movimiento de corte; el de avance da el movimiento de avance como su misma denominación indica. Hay *transmisiones mecánicas*: Por Correas, Por Engranajes. *Transmisiones hidráulicas*: Presión de Aceite y *Transmisiones Neumáticas*: Presión de Aire.

**1.2.5.- Los elementos de maniobra** (volante, palancas, pulsadores) actúan sobre los movimientos de conexión. El giro a la derecha (giro en el sentido de las agujas del reloj) en un volante, da origen a un movimiento, por ejemplo, de un carro hacia la derecha, hacia arriba. Mediante giro a la izquierda obtienen movimientos inversos. Para indicar los movimientos se utilizan algunos símbolos (+, --, ←, ↑, →, ↓, ↔, ↕, ↖).

**1.2.6.-** Entre los accesorios se pueden considerar entre otros, las instalaciones de refrigeración y lubricación.

### **1.3.- Consideraciones importantes de las máquinas herramientas.**

Son exigencias o condiciones importantes de las máquinas herramientas para arranque de viruta las siguientes consideraciones:

**1.3.1.- Exactitud en su fabricación.** Es decir, exactitud en los elementos constructivos de la máquina (asientos, guías).

**1.3.2.- Exactitud en el trabajo.** Que determina la exactitud de las piezas fabricadas (por ejemplo, tolerancias).

**1.3.3.- Seguridad de funcionamiento.** Porque las perturbaciones en el funcionamiento perjudican la marcha del trabajo.

**3.4.- Protección en el trabajo.** Que salvaguardan a los operarios contra accidentes y otro género de daños.

**3.5.- Mantenimiento.** Las máquinas deben limpiarse con frecuencia; deben engrasarse de acuerdo a un programa; los asientos y las guías deben ajustarse a su debido tiempo (los asientos no han de alcanzar temperaturas que no puedan soportarse al tacto); hay que proteger las guías contra virutas, pues de lo contrario se producen fuertes desgastes; observar las normas de prevención de accidentes. [Gerling. 2006]

## **1.4.- Dispositivos para sujeción de la pieza de trabajo.**

La mayoría de las operaciones de torno pueden llevarse a cabo entre puntos y se deben realizar a la pieza de trabajo las perforaciones del *centro punto* con la *broca de centro*, estas cavidades permitirán el soporte de la pieza en tanto que se realizan las operaciones de corte, está girará mediante el uso de un *perro de torno* (perro de arrastre) que se sujeta firmemente a la pieza y tiene un extremo que entra en una ranura del *plato de arrastre* que esta situado en el husillo principal del torno y gira a las revoluciones por minuto seleccionadas para en el proceso de mecanizado. (Figura 1.1) [Krar, Check. 2002]

Debe destacarse la diferencia entre el *mecanizado de acabado* y el *mecanizado de desbaste*. En el primero es esencial considerar el acabado superficial a producir, mientras en el segundo el principal propósito es retirar una gran cantidad de material a una alta tasa de remoción. El acabado superficial no es una consideración fundamental, ya que se mejorará durante

el mecanizado de acabado; desde luego, es importante que durante el maquinado de desbaste no se produzcan daños sub-superficiales que no puedan eliminarse durante el mecanizado de acabado. (Kalpakjian. Schmid, 2008)

Esto se traduce a un mecanizado para aproximar la medida final de una manera rápida y un acabado final para dar una buena superficie del mecanizado.

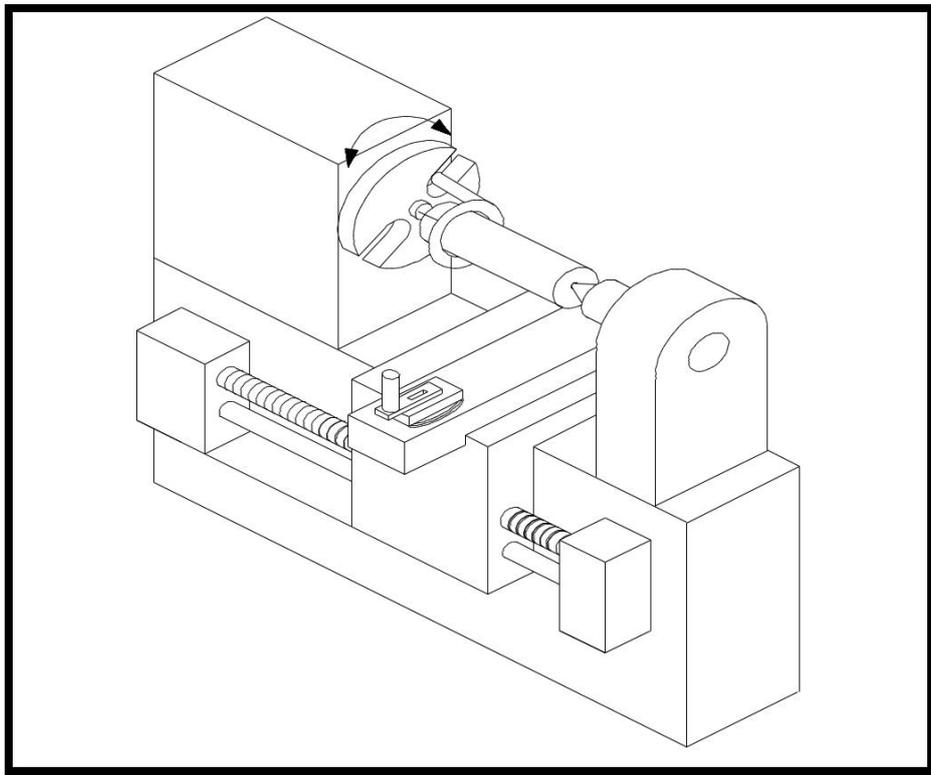


Figura 1.1. Sujeción de la pieza entre puntas, con plato y perro de arrastre.  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

## 1.5.- Maquinabilidad.

La maquinabilidad de un material se define por lo general en términos de cuatro factores:

1.5.1.- *El acabado superficial y la integridad superficial de la parte maquinada.*

1.5.2.- *La Vida útil de la Herramienta.*

1.5.3.- *La fuerza y potencias requeridas.*

1.5.4.- *El nivel de dificultad del control de viruta.*

Entonces una buena maquinabilidad indica *un buen acabado superficial y una buena integridad superficial*, una larga vida útil de la herramienta y bajos requerimientos de fuerza y potencia. Por lo que se refiere al control de la viruta, y en relación con las virutas continuas, las virutas largas, virutas delgadas, filamentosas y rizadas puede inferir de manera severa en la operación de corte al atorarse en la zona de corte. La compleja naturaleza de las operaciones de corte hace difícil establecer relaciones que definan en forma cuantitativa la maquinabilidad de un material que en particular. En la práctica de maquinado, por lo general, se considera la vida útil de la herramienta de corte y la rugosidad superficial son los factores más importantes de la maquinabilidad.

Aunque ya no se usan mucho debido a la naturaleza cualitativa y engañosa, por muchos años ha existido la capacidad (índice) de maquinabilidad para cada tipo de material y sus condiciones.

En estos índices el material estándar es el acero AISI 1112 (desulfurado) con una capacidad de 100. Esto significa que para una vida útil de una herramienta de 60 min., este acero debe maquinarse a una velocidad de 100 pie/min. (30 m/min.). Ejemplos de índices comunes son mostrados en la tabla 1.1.:

**Tabla 1.1. Índices de algunos materiales**

Material	Índice
Aceros 3140	55
Latón de corte libre	300
Aluminio forjado 2021	200
Hierro gris perlítico	70
Acero 17-7 endurecible por precipitación	20

Para guiar estos aspectos cualitativos de maquinabilidad no son suficientes (desde luego) parámetros de maquinado. Guiar al operador de una máquina a fin de determinar los parámetros adecuados para producir una parte en forma económica. De ahí que se presentan tablas en las que,

---

para diversos grupos de materiales, se dan recomendaciones específicas respecto de parámetros de corte como el avance, la velocidad, la profundidad y las herramientas de corte y su forma, y el tipo de fluido de corte. (Kalpakjian. Schmid, 2008)

### **Autoevaluación Capítulo 1. AUTO EXAMEN.**

- 1) Describir brevemente las máquinas herramientas por arranque de viruta.
- 2) Enumere las partes comunes de las máquinas herramientas.
- 3) ¿Cuales son las consideraciones importantes de las máquinas herramientas?
- 4) ¿Cuales son los dispositivos de sujeción de la pieza de trabajo?
- 5) Describa el mecanizado de desbaste.
- 6) Describa el mecanizado de acabado.
- 7) Mencione los cuatro factores de la maquinabilidad.
- 8) ¿Que se entiende por maquinabilidad?
- 9) ¿Que es índice de Maquinabilidad?
- 10) ¿Cuales son los parámetros de maquinado que se presentan en las tablas?

## CAPITULO 1. EL PROCESO DE TORNEADO.

El tornear es arrancar virutas con un útil de un filo (*Herramienta de Corte*), de forma geoméricamente determinadas, que ataca constantemente a la pieza que se trabaja. El movimiento principal es circular. Generalmente lo realiza la pieza que gira alrededor de su propio eje (*eje de giro*) moviéndose contra el filo de la herramienta.. La velocidad a que gira la pieza o la herramienta se llama revoluciones por minuto (RPM).

El movimiento de avance combinado con el de corte hace posible el arranque de la viruta continuo. Generalmente es la herramienta la que realiza el movimiento de avance. Mediante el movimiento de penetración se sitúa la cuchilla del torno a la profundidad de corte necesaria. Ver Figura 2.1. (Gerling, 2006)

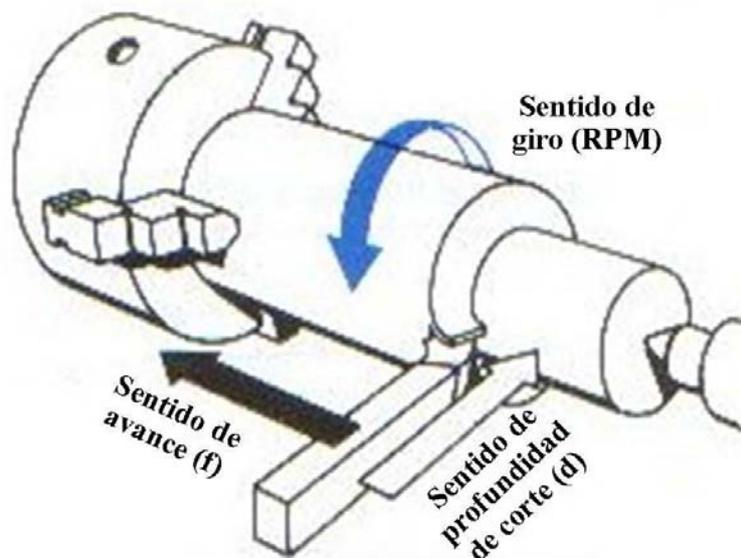


Figura N° 2.1 Movimientos en el Torno.  
(Fuente: Gerling H, 2006)

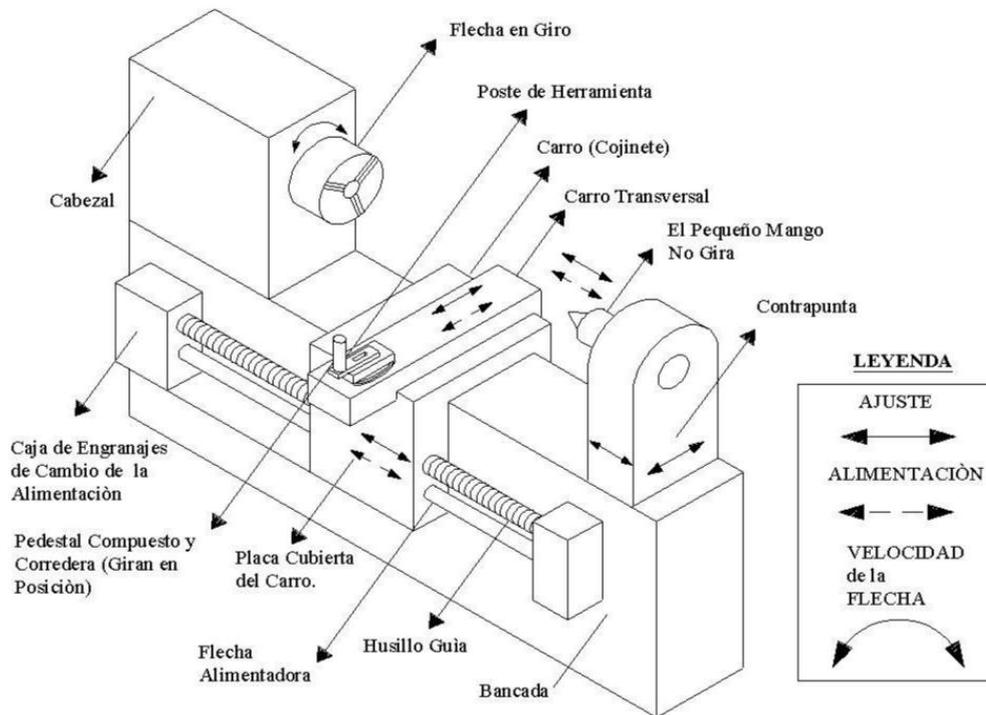
El cilindrado es un proceso de maquinado en el cual una herramienta de punta sencilla remueve material de la superficie de una pieza de trabajo cilíndrica en rotación. La herramienta avanza linealmente y en una dirección paralela en el cilindrado cilíndrico o inclinada en el cilindrado cónico con relación al eje de rotación. El torneado se lleva a cabo tradicionalmente en una máquina herramienta llamada torno, la cual suministra la potencia para torner la parte a una velocidad de rotación determinada con avance de la herramienta y profundidad de corte especificados. (Groover, 1997)

## 2.1.- El torno mecánico.

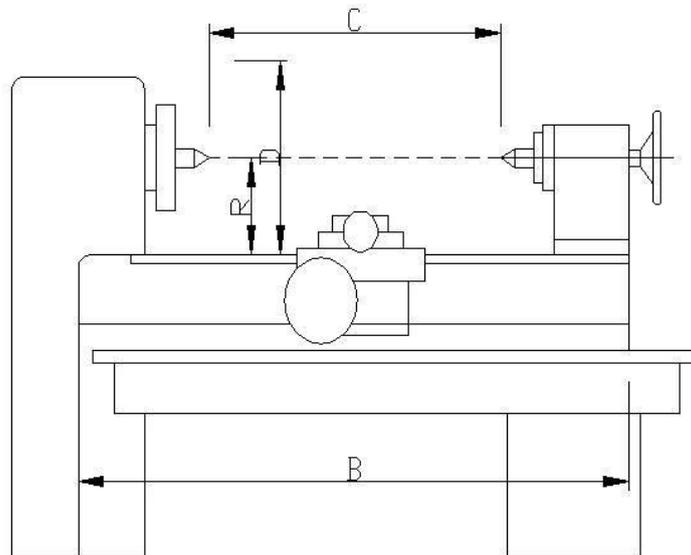
Es una máquina muy importante en la fabricación y ya a mediados del siglo XVII existían versiones simples donde el movimiento de las piezas a mecanizar se accionaba mediante simples arreglos por cuerdas. En sus versiones modernas a partir del año 1910 hasta el presente, han evolucionado notablemente los parámetros principales de esta máquina, como lo es la integración del control numérico en las últimas décadas. (Figura 2.2)

El torno mecánico es una máquina-herramienta para mecanizar piezas, haciendo girar la pieza y arrancando material en forma de viruta mediante una herramienta de corte. Ésta será apropiada al material a mecanizar, pudiendo estar fabricada de acero al carbono, acero rápido, acero rápido al cobalto, widia, cerámica, diamante, carburo, etc. Y que siempre será más dura y resistente que el material a mecanizar.

El tamaño del torno se puede representar por estas características: lo largo de la bancada (**B**), el radio de giro o de volteo (**R**), distancia entre puntos (**C**) como se puede ver en la Figura 2.3.

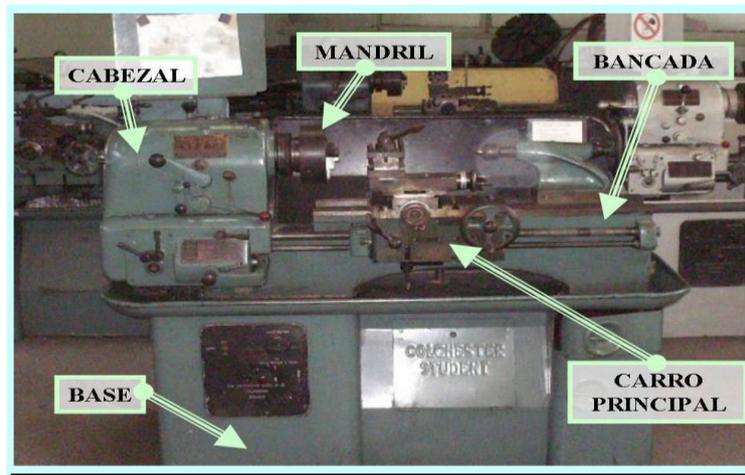


**Figura 2.2 Partes Principales y Movimientos en el Torno.**  
(Fuente: Doyle et al, 2006)



**Figura 2.3 Determinación del tamaño de un torno.** C=Distancia Máxima entre Centros; D=Diámetro Máximo de la pieza de trabajo hasta las Guías Prismáticas-volteo del torno; R=Radio, Medio volteo; B=Longitud de la Bancada. (Fuente: Kibbe et el, 1990)

El presente Manual se centrará de manera exclusiva en los tornos paralelos del Taller de Procesos de Fabricación II, Universidad de Carabobo los cuales son de fabricación Inglesa por Colchester Lathe Co, Inglaterra y de marca Colchester y modelo Student. (Ver Figura 2.4)



**Figura 2.4 Vista Frontal del Torno Colchester Student**  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

## 2.2.- Estructura del torno.

El torno esta constituido principalmente por: unidades; dispositivos, componentes y accesorios, que en conjunto realizan el proceso de mecanizado de piezas. Este se puede representar mediante los siguientes componentes:

### 2.2.1.- La bancada o Soporte.

Representa la estructura donde se apoyan los demás componentes y sirve de soporte para las otras unidades del torno. Es un soporte de fundición de buena calidad soportado por columnas, que sustenta y guía como se menciona anteriormente. Debe tener dimensiones apropiadas y suficientes para soportar las fuerzas que se originan durante el trabajo, sin experimentar deformación apreciable, aún en los casos más desfavorables. Para facilitar la resistencia suele llevar unos nervios centrales. Las guías han de servir de perfecto asiento y permitir un deslizamiento suave y sin juego al carro y

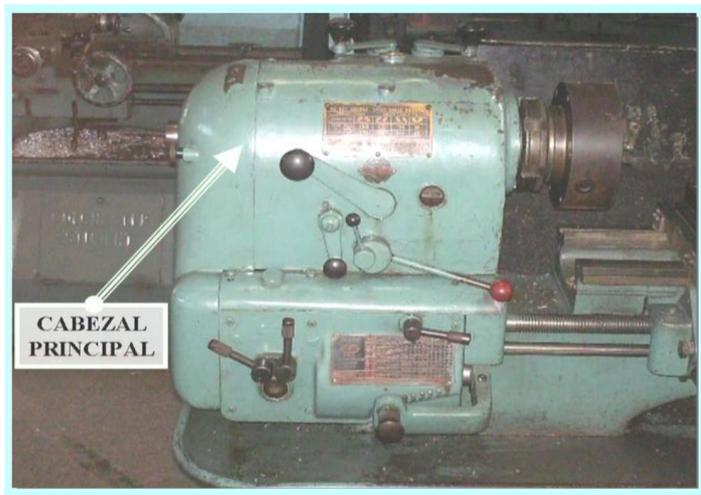
contracabezal. Deben estar perfectamente rectificadas. Es corriente que hayan recibido un tratamiento de temple superficial, para resistir el desgaste. A veces, las guías se hacen postizas, de acero templado y rectificado. (Ver Figura 2.5)



**Figura 2.5** Vista de torno paralelo.  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

### **2.2.2.- El cabezal principal.**

Es una caja fijada al extremo de la bancada por medio de tornillos o bridas. Donde están contenidos los engranes, poleas lo cual impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. *El cabezal*, incluye el *motor*, *husillo*, *selector de velocidad*, *selector de unidad de avance* y *selector de sentido de avance*. (Ver Figura 2.6)



**Figura 2.6** Cabezal principal del torno paralelo.  
(Fuente Sidorovas, 2008)

En el *cabezal principal* va alojado el *eje principal*, que es el que proporciona el movimiento a la pieza. En su interior suele ir alojado el mecanismo para lograr las distintas velocidades, que se seleccionan por medio de mandos adecuados, desde el exterior. Además sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se soporta en el husillo.

Los tornos tienen un control de velocidad del husillo mediante poleas escalonadas o por transmisión de engranajes. En el torno Colchester Student es mediante engranajes, sobre el cabezal en su exterior tienen palancas para hacer los cambios de velocidad. Se utilizan varias palancas para darle al torno las diferentes velocidades dentro del intervalo de la máquina, los engranajes no se engranan si no están perfectamente alineados, por lo que a veces es necesario dar vuelta manualmente al husillo para lograr su alineamiento.

### **2.2.3.- El husillo principal.**

Es el *eje principal* donde va colocado *el mandril* para sujetar las piezas a mecanizar; el husillo es hueco para poder pasar las piezas de trabajo largas y esbeltas. Al extremo del husillo que da al mandril se le llama *nariz del husillo*. Por lo general son de tres tipos: La de *propulsión por cuña larga*, la de *seguro de leva* y la de *husillo roscado*; en el caso del torno paralelo Colchester Student es del tipo de *Propulsión por Cuña*. Los mandriles para torno y demás dispositivos de sujeción para la pieza de trabajo van sujetos a la nariz del husillo y son movidos por ésta. El agujero que tiene en la nariz del husillo generalmente tiene una *conicidad Morse Estándar*, el tamaño del cono varía con el tamaño del torno. (Kibbe R. et al, 1990).

El mecanismo que más se emplea para lograr las distintas velocidades es por medio de trenes de engranajes. Los principales sistemas empleados en los cabezales de los tornos son:

#### ***2.2.3.1.- Cabezal mono polea.***

El movimiento proviene de un eje, movido por una polea única. Las distintas velocidades o marchas se obtienen por desplazamiento de engranajes. Además posee un *embrague*, para evitar el cambio brusco del motor, al parar o invertir el sentido de la marcha.

#### ***2.2.3.2.- La contrapunta o cabezal móvil.***

El *contra cabezal* o *cabezal móvil* se encuentra sobre la bancada y se puede fijar en cualquier posición a lo largo de la bancada, La función primaria es servir de apoyo al borde externo de la pieza de trabajo, consta de dos piezas de fundición, de las cuales una se desliza sobre la bancada y la otra puede moverse transversalmente sobre la primera, mediante uno o dos tornillos. Ambas pueden fijarse en cualquier punto de la bancada mediante una tuerca y un tornillo de cabeza de grandes dimensiones que se desliza por la parte inferior de la bancada. La superior tiene un agujero cilíndrico perfectamente paralelo a la bancada y a igual altura que el eje del cabezal. En dicho agujero entra suavemente un manguito cuyo hueco termina, por un extremo en un cono Morse y, por el otro, en una tuerca. En esta tuerca entra un tornillo que puede girar mediante una manivela; como este tornillo no

puede moverse axialmente, al girar el tornillo el manguito tiene que entrar o salir de su alojamiento. Para que este manguito no pueda girar, hay una ranura en toda su longitud en la que ajusta una chaveta. El manguito puede fijarse en cualquier parte de su recorrido mediante otro tornillo. En el cono Morse puede colocarse una punta semejante a la del cabezal o bien una broca, escariador, etc. Para evitar el roce se emplean mucho los puntos giratorios. Además de la forma común, estos puntos giratorios pueden estar adaptados para recibir diversos accesorios según las piezas que se hayan de torneear. (Ver Figura 2.7)



**Figura 2.7 Contrapunta o cabezal móvil**  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

#### 2.2.4.- Carros.

En el torno la *herramienta cortante* se fija en el conjunto denominado carro. La herramienta debe poder acercarse a la pieza, para lograr la *profundidad de pasada adecuada* y también poder moverse con el *movimiento de avance* para lograr la superficie deseada. Las superficies que se pueden obtener son todas las de revolución,

llegando al límite de superficie plana. Por tanto, la herramienta debe poder seguir las direcciones de la generatriz de estas superficies. Esto se logra por medio del *carro principal*, del carro transversal y del carro giratorio. (Ver Figura 2.8)

#### ***2.2.4.1.- El carro principal o longitudinal.***

Consta del *tablero delantero, portaherramientas, mecanismo de avance, mecanismo para roscar, soporte combinado y los sujetadores para la herramienta de corte.*

La aplicación de la potencia para avance se obtiene al acoplar el embrague para el avance seleccionado. Estas dos partes, una de las cuales se desliza sobre la bancada y la otra, llamada delantal, está atornillada a la primera y desciende por la parte anterior. El delantal lleva en su parte interna los dispositivos para obtener los movimientos automáticos y manuales de la herramienta, mediante ellos, efectuar las operaciones de roscar, cilindrar y refrentar. (Ver Figura 2.8)

#### ***2.2.4.2.- El carro transversal.***

El carro principal lleva una guía perpendicular a las guías de la bancada y sobre ella se desliza el carro transversal. Puede moverse a mano, para dar la profundidad de pasada o acercar la herramienta a la pieza, o bien se puede mover automáticamente para refrentar con el mecanismo ya explicado. Para saber el giro que se da al husillo y, con ello, apreciar el desplazamiento del carro transversal y la profundidad de la pasada, lleva el husillo junto al volante de accionamiento un *tambor graduado (nonio)* que puede girar libremente o fijarse en una posición determinada. Este tambor es de gran utilidad para las operaciones de cilindrado y roscado, como se verá más adelante. (Ver Figura 2.8)

#### ***2.2.4.3.- El carro auxiliar o giratorio.***

Puede girarse a diversos ángulos y las herramientas de corte se montan en el portaherramientas. El avance manual para el *carro auxiliar compuesto* se obtiene con el volante de avance. El *carro orientable*, llamado también *carro portaherramientas*, está apoyado sobre una pieza llamada *plataforma giratoria*, que puede girar alrededor de un eje

central y fijarse en cualquier posición al carro transversal por medio de dos tornillos. Un *círculo o limbo graduado* indica en cualquier posición el ángulo que el carro portaherramientas forma con la bancada. Esta pieza lleva una *guía* en forma de cola de milano en la que se desliza el carro orientable. El movimiento no suele ser automático, sino a mano, mediante un husillo que se da vueltas por medio de una manivela o volante.

Lleva el husillo un *tambor* similar al del husillo del carro transversal. Para fijar varias herramientas de trabajo se emplea con frecuencia *la torre portaherramientas*, la cual puede llevar hasta cuatro herramientas que se colocan en posición de trabajo por un giro de 90°. Tiene el inconveniente de necesitar el uso de suplementos, por lo cual se emplea el sistema americano, o bien se utilizan otras torretas que permiten la graduación de la altura de la herramienta, que además tiene la ventaja de que se puede cambiar todo el soporte con la herramienta y volverla a colocar en pocos segundos; con varios soportes de estos se pueden

tener preparadas otras tantas herramientas. (Ver Figura 2.8)

#### **2.2.5.- El Delantal.**

Es la parte del carro que da hacia el operador. Contiene los engranajes y los acoples de avances que transmiten el movimiento del tornillo de avance al carro longitudinal y transversal. Sujeto al delantal se tiene también el reloj para mecanizar de roscas, el cual indica el momento exacto en el que deben embragarse las medias tuercas al estar cortando rosca. La palanca de medias roscas se usa únicamente para mecanizar roscas. (Kibbe R. et al, 1990)

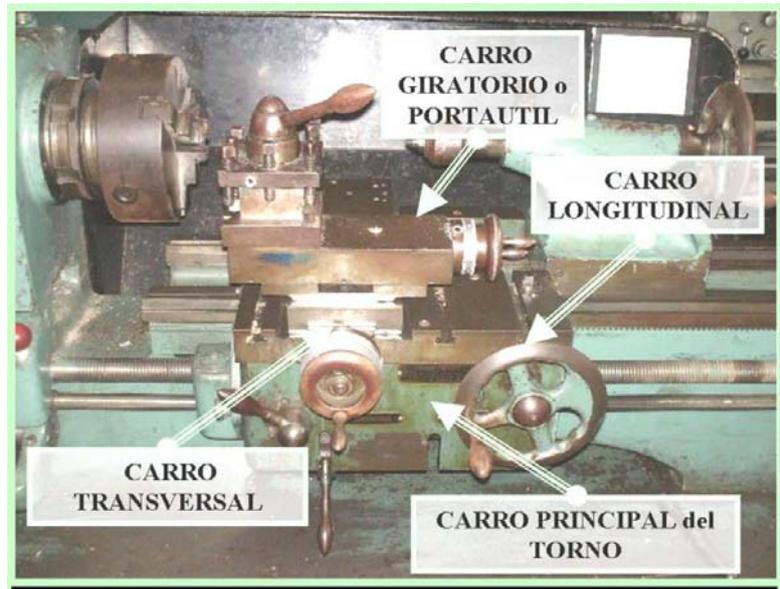


Figura 2.8 Carro principal: longitudinal, transversal y giratorio.  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

### 2.3.- Dispositivo para roscar:

El dispositivo para roscar consiste en una *tuerca en dos mitades*, las cuales por medio de una manivela pueden aproximarse hasta engranar con el tornillo patrón o eje de roscar. El paso que se construye variará según la relación del número de revoluciones de la pieza que se trabaja y del tornillo patrón.

### 2.4.- Dispositivo para cilindrar y refrentar:

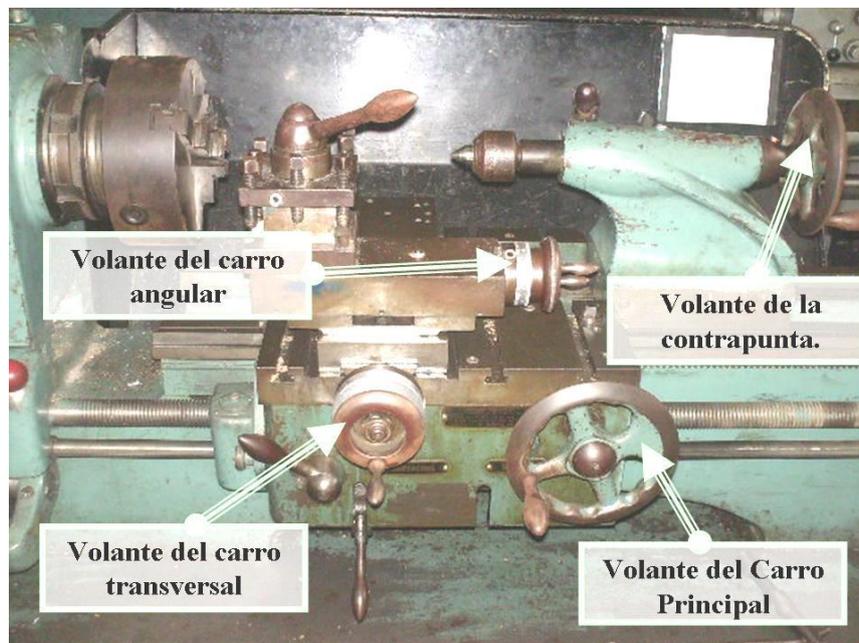
El mismo dispositivo empleado para roscar podría servir para cilindrar, con tal de que el paso sea suficientemente pequeño. Sin embargo, se obtiene siempre con otro mecanismo diferente. Sobre el eje de

cilindrar va enchavetado un tornillo sin fin que engrana con una rueda, la cual, mediante un tren basculante, puede transmitir su movimiento a un piñón que engrana en una cremallera fija en la bancada o a otro piñón en el tornillo transversal. El tren basculante puede también dejarse en posición neutra. En el primer caso se *mueve todo el carro* y, por tanto, el torno *cilindrará*; en el segundo, se *moverá solamente el carro transversal* y el torno *refrentará*; en el tercer caso, *el carro no tendrá ningún movimiento automático*. Los movimientos del tren basculante se obtienen por medio de una manivela exterior. El carro puede moverse a mano, a lo largo de la bancada, por medio de una manivela o un volante. (Ver Figura 2.10)

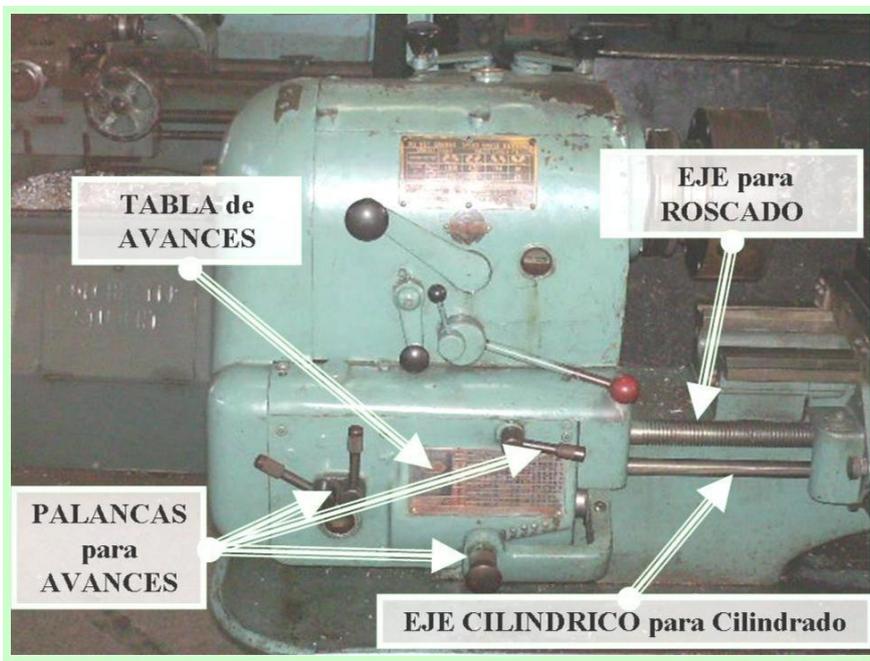
## **2.5.- Ajuste de avances.**

El avance de un torno mecánico de engranajes, o *la distancia que recorrerá el carro longitudinal en una vuelta del husillo*, depende de la velocidad de la varilla de avance o del tornillo guía. Esta es controlada por los *engranajes de cambio* en la *caja de engranajes de cambio rápido*. Esta caja obtiene la propulsión del husillo del cabezal a través de tren de engranajes (Ver Figura 2.12) y tiene una *tabla* montada en la parte frontal

de la caja de engranajes de cambio rápido (Ver Tabla N° 3.2) indicando los diversos avances y pasos métricos o roscas por pulgadas que pueden obtenerse al ajustar las palancas en las posiciones indicadas.



**Figura 2. Volantes de los carros.**  
(Fuente: Sidorovas, 2008)



**Figura 2.11 Dispositivo de avance; cilindrar, refrentar y roscar.**  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

Generalmente *hay algo de juego* en los tornillos de avance transversal y el principal, mientras se esté avanzando la herramienta en una dirección contra la pieza de trabajo no hay problema, pero si se retrocede ligeramente el tornillo, las lecturas serán erróneas. Para corregir este problema, debe darse dos vueltas y regresar a la posición deseada. (Krar y Check, 2002)



Figura 2.12 Sistema de propulsión al dispositivo de avances.  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

### 2.5.1.- Palancas para el control de los avances.

El carro se mueve sobre las guías por medio del tornillo de arrastre cuando se mecanizan las roscas, o por medio de una barra de avance separada cuando se emplea su avance automático. Sin embargo en la mayoría de los tornos pequeños se emplea una combinación de tornillo guía y barra de avance. Para mecanizar roscas izquierdas y para invertir el avance se emplea la palanca de inversión del avance (Ver figura 2.13). Esta palanca *invierte la rotación del tornillo guía* y nunca debe moverse mientras esta trabajando la máquina.

La *caja de engranajes de cambio rápido* tiene dos o más palancas de cambio para desplazar los engranajes. Estas se usan para seleccionar los

avances y los hilos por pulgadas o el paso en milímetros según sea el caso. (Kibbe R. et al, 1990)



Figura 2.13 Palancas para inversión de avances y de sentido de giro. (Fuente: Sidorovas, 2008)

### 2.5.2.- Anillos graduados micrométricos o nonios graduados.

Cuando el diámetro de una pieza de trabajo debe tornearse a un *tamaño preciso*, deben utilizarse *anillos graduados micrométricos*. Los anillos graduados micrométricos son boquillas o bujes que se montan en el carro auxiliar y en los tornillos de avance transversal (Ver figura 2.11). Ayudan al operador del torno a ajustar la herramienta de corte con precisión, para eliminar la cantidad necesaria de material de la pieza de trabajo. Los anillos micrométricos en tornos con sistema métrico de medición están por lo general, graduados en pasos de dos centésimas de milímetro (0,02 mm).

En el *torno paralelo Colchester Student* los anillos micrométricos están graduados en 200 divisiones para un avance de carro transversal de 5 mm. Correspondiendo a una división de *Nonio a una magnitud de 0,025*

*milímetros o 25  $\mu\text{m}$ .* Debido a que la pieza de trabajo en el torno gira a una profundidad de corte de X milímetros, está será realizada en toda la circunferencia de la pieza, reduciendo por lo tanto el diámetro 2X. (2\*X). O sea que si la profundidad de corte es de 1 milímetro éste disminuirá en 2 milímetros el diámetro de la pieza (*No olvidar este detalle*).

Para el caso del carro giratorio éste tiene un *anillo graduado de 100 divisiones* para un *avance del carro giratorio de 2,5 mm*. Correspondiendo a una *división de Nonio a una magnitud de 0,025 milímetros o 25  $\mu\text{m}$* . se observa que los dos nonios graduados *tienen la misma apreciación*. (Ver Figura 2.14)

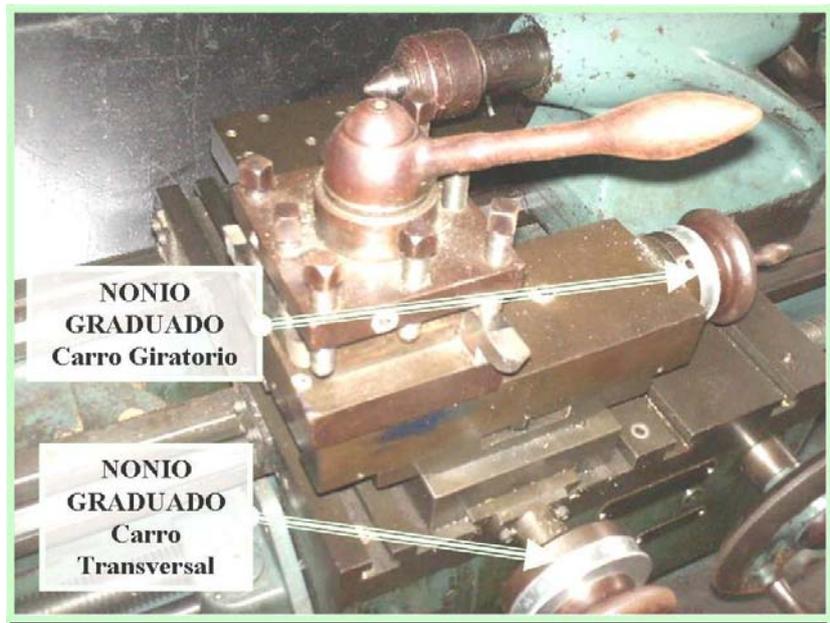


Figura 2.14 Nonio graduado de los carros.  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

## 2.6.- Trabajos realizados en el torno paralelo. (Ver Figura 2.15)

Los trabajos característicos que se hacen en el torno paralelo son:

### 2.6.1.- Torneado.

Es un proceso de *maquinado* en el cual *una herramienta de corte de punta sencilla remueve el material* de la superficie de una pieza de trabajo cilíndrica en rotación.

La herramienta avanza linealmente y en una dirección paralela al eje de rotación. El torneado se lleva a cabo tradicionalmente en una máquina herramienta llamada torno paralelo, la cual suministra la potencia para tornear la parte a una *velocidad de rotación* determinada con *avance* de la herramienta y *profundidad de corte* especificados.

### **2.6.2.- Refrentado.**

La herramienta se alimenta radialmente sobre el extremo del trabajo rotatorio para crear una *superficie plana*. O sea, mecaniza la sección transversal o axial de la pieza. Figura 2.15 (a).

### **2.6.3.- Torneado cónico.**

En lugar de que la herramienta avance paralelamente al eje de rotación del trabajo. Lo hace en cierto ángulo creando una cierta conicidad. Figura 2.15 (b).

### **2.6.4.- Torneado de contornos.**

En lugar de que la herramienta avance a lo largo de una línea recta paralela al eje de rotación como el torneado, sigue un contorno diferente a la línea recta, creando así una forma contorneada en la parte torneada. Figura 2.15 (c).

### **2.6.5.- Torneado de formas.**

En esta operación llamada algunas veces formado, la herramienta tiene una forma que se imparte al trabajo y penetra radialmente dentro del trabajo. Figura 2.15 (d).

### **2.6.6.- Achaflanado.**

El borde cortante de la herramienta se usa para cortar un ángulo en la esquina del cilindro y forma lo que se llama un “chaflán”. Figura 2.15 (e).

### **2.6.7.- Roscado.**

Una herramienta puntiaguda avanza linealmente a través de la superficie externa de la parte de trabajo en rotación y en dirección paralela al eje de rotación, a una velocidad de avance suficiente para crear cuerdas roscadas en el cilindro. Figura 2.15 (g).

### **2.6.8.- Mandrinado.**

Una herramienta de punta sencilla avanza en línea paralela al eje de rotación, sobre el diámetro interno de un agujero existente en la parte. Figura 2.15 (h).

### **2.6.9.- Taladrado.**

El taladrado se puede ejecutar en un torno, haciendo avanzar la broca dentro del trabajo rotatorio a lo largo de su eje de rotación. El escariado se puede realizar en forma similar. Figura 2.15 (i).

### **2.6.10.- Moleteado.**

Esta no es una operación de maquinado porque no involucra corte de material. Es una operación de formado de metal que se usa para producir un rayado regular a un patrón de la superficie de trabajo. Figura 2.15 (l)

[Groover, 1997]

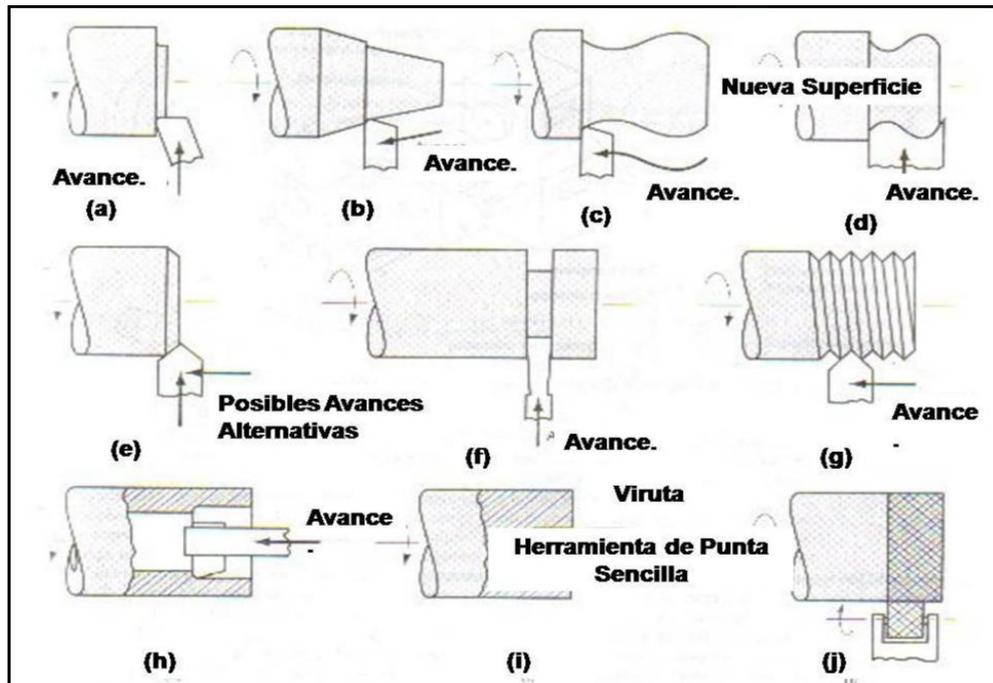


Figura 2.15 Otras Operaciones diferentes que se realizan en un torno: (a) Carreado, (b) Torneado ahusado, (c) Torneado de contornos, (d) Formado en torno, (e) Achaflanado, (f) Tronzado, (g) Roscado, (h) Mandrinado, (i) Taladrado y (j) Moleteado. (Fuente: Groover, 1997)

## 2.7.- Métodos de sujeción del trabajo en el torno.

Se usan cuatro métodos comunes para sujetar las partes de un trabajo en el torneado, que a su vez consisten en varios mecanismos para sujetar el trabajo centrarlo y mantenerlo en posición sobre el eje del husillo y hacerlo girar.

### 2.7.1.- Sujeción del trabajo entre centros.

Se refiere al uso de dos centros uno en el cabezal y el otro en la contrapunta, como se muestra en la Figura 2.16 (a). Este método es apropiado para partes que tienen una alta relación entre la longitud y el diámetro. En el centro del cabezal se fija una brida llamada *perro o plato de arrastre*, en la parte exterior del trabajo que se usa para transmitir la rotación del husillo. El centro de la contrapunta tiene una punta en forma de

cono que se inserta en el agujero practicado en el extremo del trabajo. El centro del contrapunto puede ser vivo o muerto.

Un *centro vivo* gira en un rodamiento de la contrapunta, de manera que hay rotación relativa entre el trabajo y el centro vivo y por lo tanto no hay fricción. En contraste un *centro muerto* esta fijo en la contrapunta y no gira; la pieza de trabajo gira alrededor del punto. Debido a la fricción y a la acumulación de calor que resulta, esta disposición se usa normalmente a menores velocidades de rotación. El centro vivo se puede usar a altas velocidades.

### **2.7.2.- Sujeción del trabajo por mandril**

Tiene varios diseños, con tres o cuatro mordazas para sostener la parte cilíndrica sobre su diámetro exterior. Las mordazas se diseñan frecuentemente para sostener también el diámetro interior de una parte tubular. Un mandril autocentrante tiene un mecanismo que mueve simultáneamente las mordazas hacia dentro o hacia fuera, y de esta forma centra el trabajo en el eje del husillo. Otros mandriles permiten la operación independiente de cada mordaza. Los mandriles se pueden usar con o sin el centro punto. Para partes con baja relación de longitud y el diámetro, la sujeción del mandril en forma empotrada (en voladizo) es por lo general suficiente para soportar las fuerzas de corte. Para barras largas de trabajo se necesita el soporte del contrapunto. (Ver Figura 2.16 (b))

### **2.7.3.- Sujeción del trabajo por boquilla.**

Consiste en un buje tubular con hendiduras longitudinales que corren sobre la mitad de su longitud e igualmente espaciadas alrededor de su circunferencia, como se muestra en la Figura 2.16 (c). El diámetro interior de la boquilla se usa para sostener trabajos de forma cilíndrica como barras. Debido a las hendiduras, un extremo de la boquilla puede apretarse para reducir su diámetro y suministrar una presión de agarre segura sobre el trabajo. Como hay un límite en la reducción que se puede obtener en una boquilla de cualquier

diámetro dado, estos dispositivos de sujeción del trabajo se deben hacer en varias medidas para igualar el tamaño particular de la pieza de trabajo.

### 2.7.4.- Sujeción del trabajo por plato de sujeción.

Es un dispositivo para sujetar el trabajo que se fija al husillo del torno y se usa para sostener partes con formas irregulares. (Ver Figura 2.16 (d)) Debido a su forma irregular estas partes no se pueden sostener por otros modos de sujeción. Por lo tanto, el plato esta equipado con mordazas diseñadas medida de l forma particular de la parte. (Groover M. 1997)

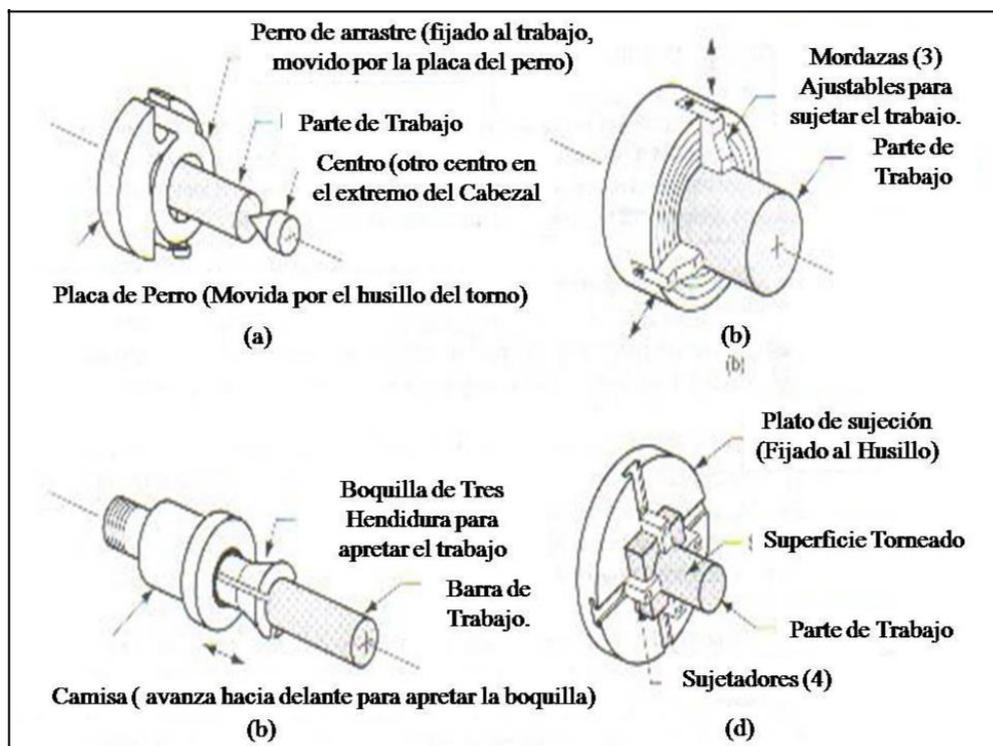


Figura 2.16 Cuatro método para sujetar el trabajo de un torno: (a) montaje del trabajo usando un perro, (b) mandril de tres mordazas, (c) boquilla y (d) Plato de Sujeción para partes de trabajo no cilíndricas. (Fuente: Groover, 1997)

**Autoevaluación de Capítulo 2. AUTO EXAMEN.**

- 1) Defina brevemente el proceso de torneado.
- 2) Describir en forma general el torno mecánico.
- 3) ¿Cuales son las unidades más importantes del torno?
- 4) Describa el cabezal móvil o contrapunta del torno.
- 5) Describa el Carro principal del Torno. Menciónelos todos.
- 6) ¿Cual es la principal función del carro porta útil o giratorio, explique como se usa?
- 7) Describa los dispositivos para cilindrar y refrentar; roscar.
- 8) ¿Como es el mecanismo del avance de los carros en el torno?
- 9) Explique cual es el uso de los anillos graduados micrométricos o nonios.
- 10) Describa los trabajos realizados en el torno.

## CAPITULO 3. PRESENTACIÓN DEL TORNO PARALELO.

En el capítulo anterior se han presentado las distintas operaciones con el *torno paralelo Colchester Student* del Laboratorio de Procesos de Fabricación de la Universidad de Carabobo; a continuación se desarrolla el procedimiento instrumental para operar adecuadamente en torno paralelo.

### 3.1- Procedimiento para puesta a punto del torno paralelo.

Inicialmente se debe pasar el interruptor principal de energía del torno OFF a ON como se muestra en la Figura 3.1, una vez activada la energía eléctrica que activa el motor eléctrico se procede a pulsar en botón de ON del torno. Después de realizar esta operación, ya el torno esta listo para trabajar.

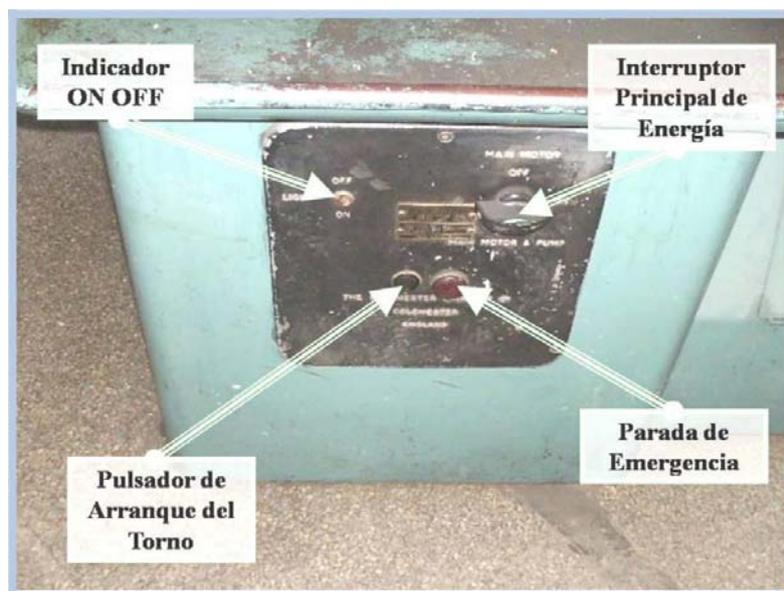


Figura 3.1. Interruptor del Torno  
(Fuente. Sidorovas, 2008)

Una vez establecida la conexión de la *energía eléctrica*, se conecta el sistema de transmisión de potencia el cual corresponde a una *transmisión por correa plana* desde el motor eléctrico a la polea plana que se encuentra en el *husillo auxiliar* donde esta instalado un *embrague* para accionar el movimiento o trabajar en vacío cuando se le requiera. (Ver Figura 3.2)



**Figura 3.2. Sistema de transmisión de potencia del Torno.**  
(Fuente. Sidorovas, 2008)

Cuando se conecta la potencia, antes de accionar la marcha se verifica el *número de revoluciones por minuto* [RPM] que se debe colocar para la operación que se va a desarrollar. Esto se logra mediante el posicionamiento de *dos palancas* que se encuentran en la parte superior del cabezal (Ver Figura 3.3), además de estas dos palancas está *otra palanca* que se encuentra en la parte frontal del cabezal, permite disponer de dos gamas de velocidades. Una de alta, cuando la palanca se encuentra a la izquierda (Atrás) y una de baja, cuando se encuentra en la parte derecha (Adelante). En la Figura 3.3 se observa la tabla para seleccionar las revoluciones por minuto a las cuales gira el eje principal donde se encuentra el mandril que sujeta la pieza que se mecaniza.

Como un ejemplo: Si las dos palanca están *inclinadas hacia la izquierda* corresponde a las velocidades de 1000 o 500 RPM que se visualizan en la primera columna numérica; después se define si es la *alta o la baja* observando la posición de la *palanca frontal*, si esta a la *izquierda* (Atrás) corresponde a la de alta a sea 1000 RPM, en caso contrario: Si es esta hacia la *derecha* (Adelante) va a corresponder a la de baja, o en la otra posición a la izquierda (atrás) será la de alta que corresponde a la velocidad

de 500 RPM. Estas diferentes disposiciones de Velocidades se observa en la Figura 3.3 y se define mejor en la Tabla N° 3.1.

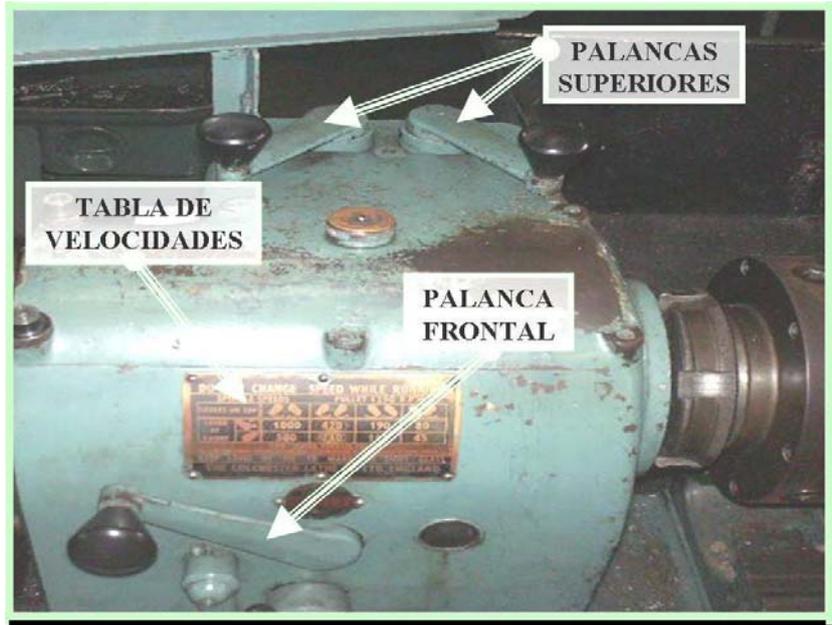


Figura 3.3. Palancas para la Selección de la Velocidad (RPM)  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

Al tener ya seleccionada la velocidad de rotación de la pieza, se procede a sujetar la pieza a mecanizar en el mandril. Esto se hace después de preestablecer la secuencia y las operaciones de mecanizado que se le van a dar a la pieza en cada uno de los casos específicos.

En la *parte frontal del cabezal* está una *palanca* que permite *conectar o desconectar el embrague (palanca Frontal)* (Figura 3.4) y transmitir la potencia para que el eje principal gire y realice su función principal.

Tabla 3.1 Gama de Velocidades del Torno  
(Fuente. Sidorovas, 2008)

<b>Palancas Superiores</b>				
<b>Palanca Frontal</b>	<b>1000</b>	<b>420</b>	<b>190</b>	<b>80</b>
	<b>580</b>	<b>240</b>	<b>115</b>	<b>45</b>



**Figura 3.4. Palanca para accionar el embrague del torno.  
(Fuente: Sidorovas, 2008)**

Para el proceso de torneado de piezas cilíndricas debe existir una *correspondencia muy precisa entre el centro del mandril o plato giratorio* (que sujeta la pieza) y el *centro de la contrapunta (A)* y a su vez esta línea de eje imaginaria debe ser paralelo a la bancada, donde se desliza *el carro principal (B)*. Además de esta correspondencia anterior, la punta de la herramienta de corte debe coincidir lo más exactamente posible con el centro del mandril o plato giratorio sobre la línea imaginaria (C) como se observa en la siguiente Figura 3.5.

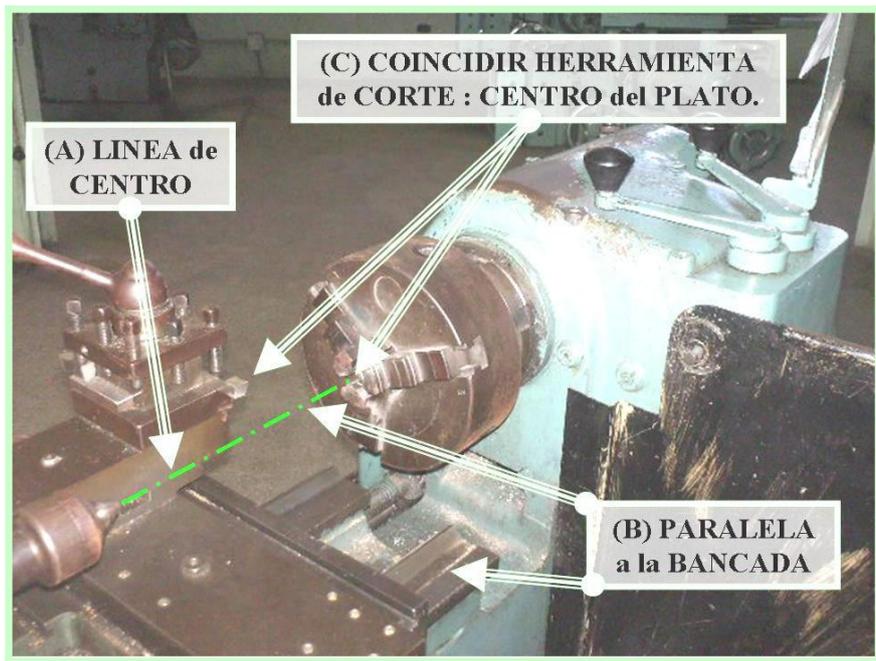


Figura 3.5. Eje de Centro del Torno  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

### 3.2.- Dispositivos para cilindrar, refrentar y roscar.

#### 3.2.1.- Operación de cilindrado.

La operación de *cilindrado* se define como el *modelado de la pieza* que gira en el eje de centro del mandril que la sujeta y la contrapunta que le sirve de guía de centro y de apoyo. Esta operación de cilindrado se puede realizar de forma *manual o en automático*. De forma manual el operador debe aproximar la punta de la herramienta de corte hasta la cara exterior de la pieza a mecanizar, debe tener cuidado de *no tocar la pieza con la herramienta de corte cuando la pieza está parada porque se dañará la herramienta de corte*. Con la pieza girando debe tocar de una manera sutil la pieza, para luego desplazar la herramienta hacia un lado y proceder a colocarle la profundidad de corte girando el volante del carro transversal, teniendo cuidado de colocar la dimensión precisa con ayuda del nonio que se encuentra en la base del volante (Figura 3.6).

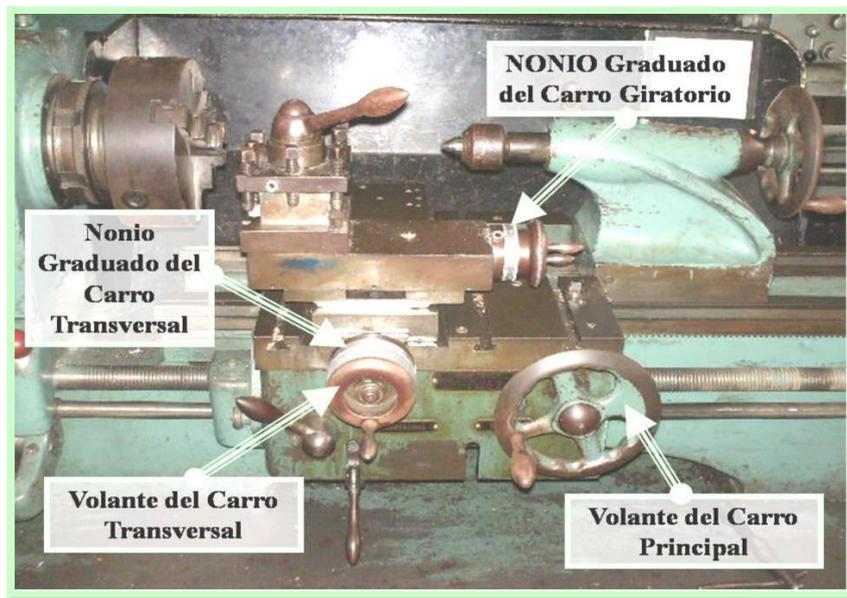
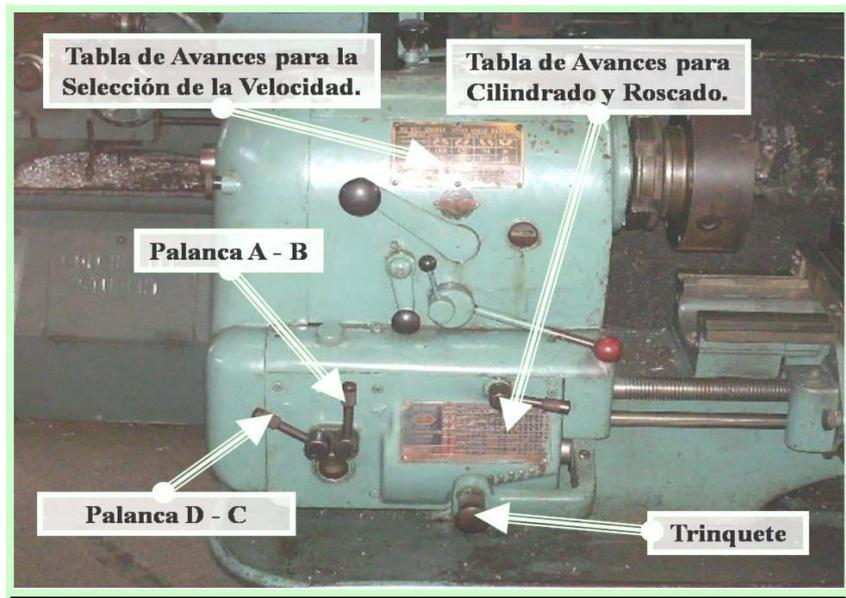


Figura 3.6. Anillos micrométricos (nonio) del torno  
(Fuente. Sidorovas, 2008)

Es importante la selección del *avance* (f) adecuado para cada operación de cilindrado; éste se selecciona mediante la combinación del

posicionamiento de dos palancas y un trinquete que se pueden observar en la figura 3.7.

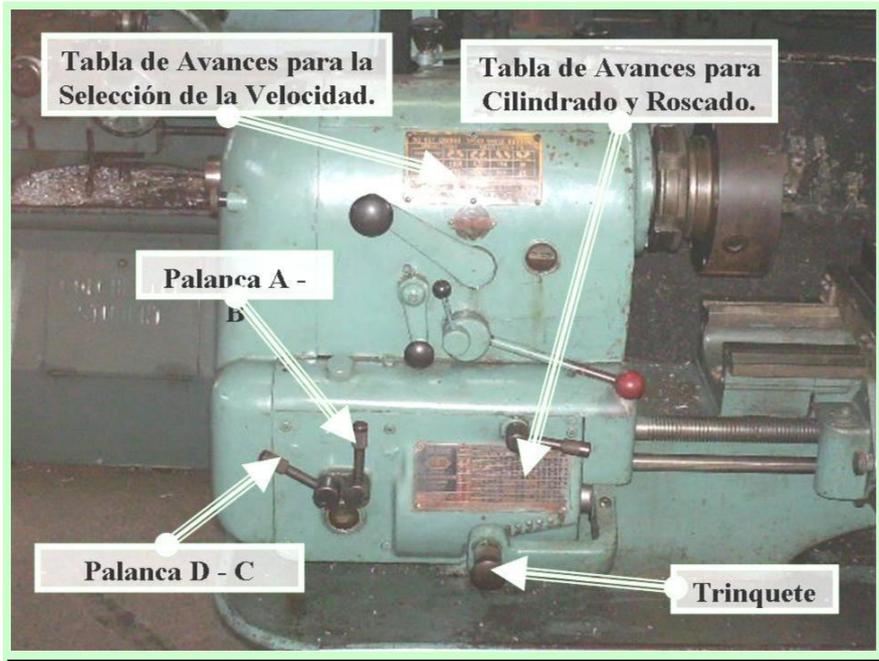


**Figura 3.7 Selección de Avances del Torno**  
(Fuente. Sidorovas, 2008)

### **3.2.2.- Operación de Refrentado.**

La operación de refrentado se realiza mediante la utilización del carro transversal y fabricando una *cara plana en la superficie axial* de la pieza en revolución y se puede realizar de forma manual o en automático. De forma manual el operador debe aproximar la punta de la herramienta de corte hasta la parte axial de la pieza a mecanizar, debe tener cuidado de no tocar la pieza con la herramienta de corte cuando la pieza esta paradá porque se dañará la herramienta de corte. Con la pieza girando debe tocar de una manera sutil la pieza y proceder a colocarle la profundidad de corte girando el volante del carro longitudinal, teniendo cuidado de estimar la dimensión precisa con ayuda del volante.

Es importante la selección del avance (f) adecuado para la operación de refrentado; éste se selecciona como en el caso de cilindrado, mediante la combinación del posicionamiento de dos palancas y un trinquete que se pueden observar en la figura 3.7



**Figura 3.7 Selección de Avances del Torno**  
(Fuente. Sidorovas, 2008)

### 3.2.3.- Operación de Roscado.

La operación de roscado se realiza de forma similar a la de cilindrado pero *sólo de forma automática* con el carro longitudinal y colocando la profundidad de cada pasada mediante el carro transversal. El operador debe aproximar la punta de la herramienta de corte hasta la parte axial de la pieza a mecanizar, debe tener cuidado de no tocar la pieza con la herramienta de corte cuando la pieza está parada porque se dañará la herramienta de corte. Con la pieza girando debe tocar de una manera sutil la pieza y proceder a colocarle la profundidad de corte girando el volante del carro transversal, teniendo cuidado de estimar la dimensión precisa con el nonio del volante del carro transversal.

Es importante la selección del *avance* (f) adecuado para la operación de roscado; éste se selecciona como en el caso de cilindrado, mediante la combinación del posicionamiento de dos palancas y un trinquete que se pueden observar en la Figura 3.7; pero se debe considerar el avance en correspondencia con el paso de la rosca utilizando los dos ejes de transmisión de movimiento, específicamente el eje de rosca cuadrada, y la palanca para cerrar la tuerca sobre el eje roscado y garantizar el avance adecuado seleccionado previamente, ver Tabla 3.2.

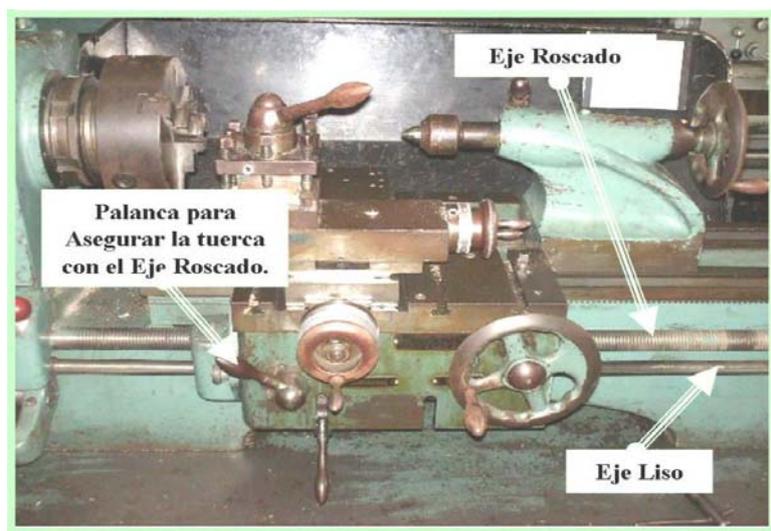


Figura 3.8 Sistema de avance del torno.  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

**Tabla 3.2. Gama de avances de cilindrado, refrentado y roscado**  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

Student	Palanca		Paso en Hilos por Pulgadas Inglesas				Paso Métrico mm				
			Avance en Pulgadas				Avance Emergente				
Hecho pot Ltd Co.Torno Colchester.	D	B	120	112	104	96	88	80	76	72	64
			0,25	0025	0025	003	003	0035	0035	004	004
	C	B	60	56	52	48	44	40	38	36	32
			0,5mm	005	005	006	006	0,75mm	007	008	009
Colchester Inglaterra.	D	A	30	28	26	24	22	20	19	18	16
			1 M/M	010	011	1,25mm	013	1,5	015	016	017
	C	A	15	14	13	12	11	10	9,5	9	8
2 M/M			020	021	2,5	025	3 M/M	029	031	034	
Al usar el engranaje impulsor 42 <sup>T</sup>	C	A	7,5	7	6.5	6	5,5	5	4,75	4,5	4
			4 M/M	039	042	5 M/M	050	6 M/M	058	061	069

### 3.3.- Accesorios del torno.

Entre los accesorios más importantes del torno están los dispositivos que permiten realizar trabajos muy específicos en el proceso de mecanizado por arranque de viruta, entre los más utilizados están:

#### 3.3.1.- El plato de arrastre.

Tiene por función permitir el mecanizado de piezas entre puntos, donde la pieza es sujeta por un *perro de torno* (perro de arrastre) y la cola del perro se ajusta en una cavidad sobre el plato que arrastra la pieza al girar.

#### 3.3.2.- Perro de arrastre.

Es un Herramental del torno que tiene una cavidad donde se introduce la pieza para sujetarla y con la cola se ancla al plato de arrastre para permitir la rotación de la pieza a mecanizar.

### 3.3.3.- Mandriles.

Posee un *mandril universal de tres mordazas* para sujetar la pieza a mecanizar, donde las mordazas se cierran simultáneamente con gran precisión mediante la llave del mandril y las mordazas son reversibles y autocentrantes, se pueden voltear para sujetar piezas de mayor diámetro. (Figura 3.9)



Figura 3.9 Mandril universal de tres mordazas de corona espiral engranada. (Fuente: Krar, Check. 2006)

Además debería tener un mandril de cuatro mordazas cada una de las cuales se puede ajustar de manera independiente. (Figura 3.10)



Figura 3.10 Sistema mandril de cuatro muelas y plato de arrastre del torno (Fuente: Sidorovas, 2008)

### 3.3.4.- Lunetas.

Son dispositivos para mantener centradas las piezas a mecanizar (eje), esto se requiere cuando las piezas que son muy largas o sea la relación longitud/diámetro es alta. Y son de dos tipos:

#### 3.3.4.1.- Luneta fija.

Que se coloca en la bancada en una posición fija. (Figura 3.11)

#### 3.3.4.2.- Luneta móvil.

Que se fija al carro principal y se traslada junto a este a lo largo de la bancada. (Figura 3.12)

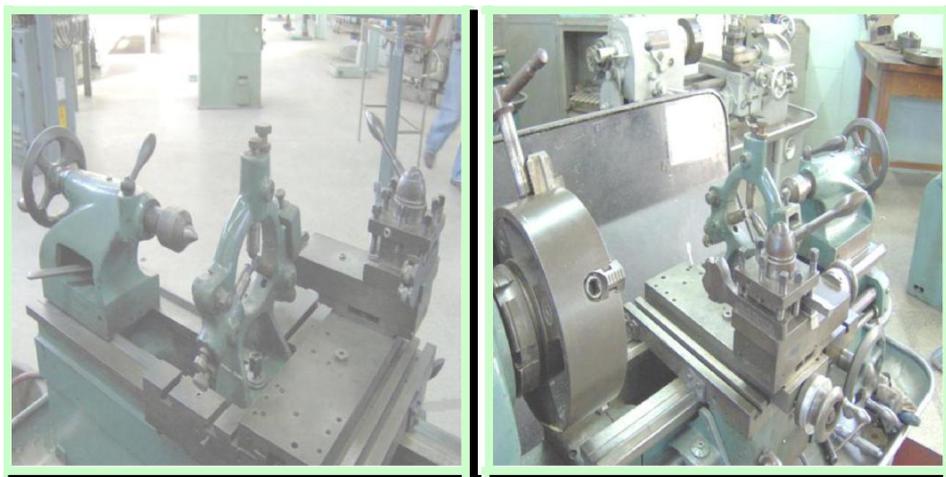


Figura 3.11 Luneta fija del torno  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

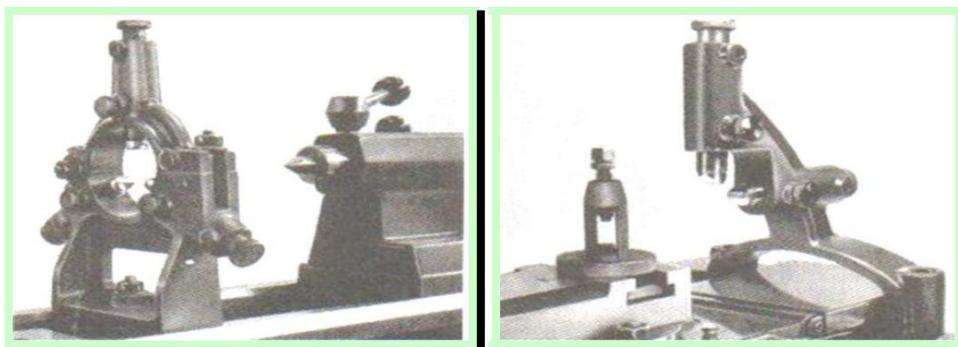


Figura 3.12 Luneta fija para soportar una pieza larga o flexible.  
(Fuente: Krar, Check. 2006)

### 3.3.5.- Dispositivo de sujeción de la herramienta de corte:

La herramienta de corte se coloca directamente en la torreta y se pueden colocar hasta cuatro herramientas que se posicionan por medio de una palanca que sirve para posicionar y fijar a la herramienta de corte. También se pueden usar portaherramientas estándar de diversos estilos y tamaños.

### 3.3.6.- Dispositivo de moleteado universal.

Permite la impresión de una huella a la pieza mediante deformación plástica, lo cual facilita la sujeción manual de las piezas. Esto se logra comprimiendo los rodillos del moleteador contra la pieza. (Figura 3.13)

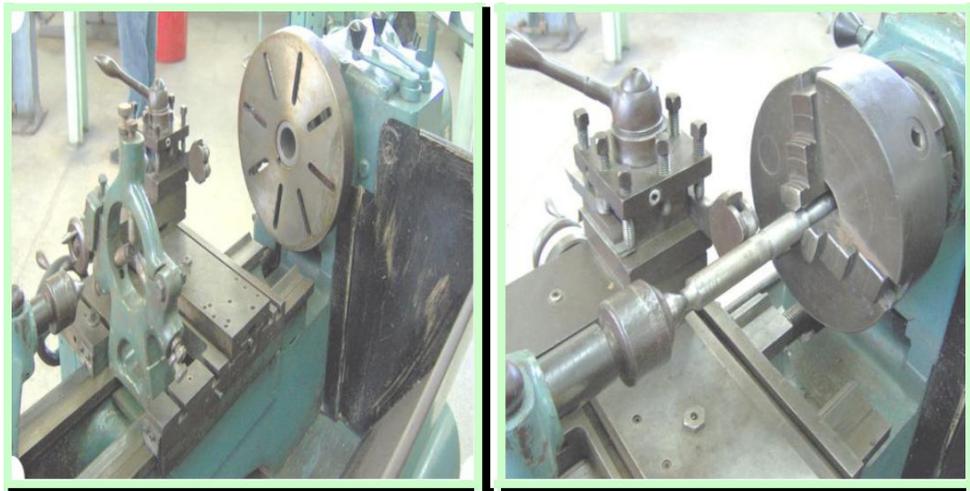


Figura 3.13 Dispositivo de moleteado  
(Fuente. Sidorovas, 2008)

### Autoevaluación Capítulo 3. AUTO EXAMEN

- 1) Indique cual es el procedimiento para energizar el torno y dejarlo a punto (eléctricamente).
- 2) ¿Cual es el sistema de transmisión de potencia del torno Colchester Student?
- 3) ¿Cual es la función del embrague del torno?
- 4) Explique brevemente como es la transmisión de potencia entre el eje auxiliar y el eje principal del torno.

- 5) Manifieste como se cambian las velocidades del torno. (RPM)
- 6) Indique brevemente como se realiza una operación de refrentado en el torno paralelo.
- 7) Exponga brevemente como se realiza una operación de cilindrado en el torno paralelo.
- 8) Diga brevemente como se realiza una operación de refrentado en el torno paralelo.
- 9) Explique la utilidad de la Tabla 3.2 en las operaciones de mecanizado del torno.
- 10) Mencione los accesorios más importantes del torno.

## CAPITULO 4. SEGURIDAD EN EL TORNO.

La *seguridad industrial* es requerida en todos los procesos productivos de la empresa moderna, el avance que ha tenido esta rama industrial en los últimos años ha sido determinante, no se concibe una actividad productiva sin el análisis de los especialistas en seguridad industrial. Pero aún, sin embargo, las estadísticas presentan resultados, que a veces no reflejan el esfuerzo de los equipos de seguridad en la disminución de los riesgos y prevención de los accidentes.

Por razones *culturales, sociales y económicas* el trabajador no ve la seguridad industrial como un aporte a su *integridad personal*. Además, en ocasiones se antepone la producción ante la seguridad, omitiéndose las normas básicas de seguridad industrial y por consiguiente aumentan el riesgo al trabajador de sufrir accidentes.

La *formación en Seguridad Integral* es un compromiso de todas las instituciones que forman el personal técnico de las empresas del sector industrial como por ejemplo: *Escuelas Técnicas, Institutos Tecnológicos Universitarios, Universidades Públicas o Privadas y cualquier organización* que *entrene y adiestre* personal para desempeñar un oficio. Afortunadamente se está avanzando mucho en los últimos años. Se ha tomado conciencia que el problema de *la seguridad industrial es un problema de todos*.

En muchas empresas se ha logrado que los trabajadores utilicen sus equipos de seguridad con menos resistencia, y que sigan las normas establecidas sin evadirlas.

Como la seguridad industrial está presente en todos los ámbitos de los complejos productivos, es necesario crear la cultura de la seguridad en los mismos trabajadores, de donde han surgido en muchas ocasiones, soluciones ingeniosas a condiciones inseguras.

En el caso específico se prestará atención su incidencia de las normas básicas de seguridad industrial en las operaciones de un torno paralelo.

Antes de utilizar cualquier máquina, el operador debe saber usar correctamente sus controles, conocer para que son y cómo trabajan. También debe conocer los riesgos potenciales que existen tanto para él como para la máquina, si no la manipula adecuadamente.

#### **4.1.- Riesgos presentes en el torno.**

El torno puede ser una máquina segura sólo si el operador está conciente de los riesgos que implica su operación. En el taller de máquinas – herramientas como en cualquier otra parte, el individuo debe concentrarse en el trabajo para evitar accidentes. Deben desarrollarse hábitos de trabajos seguros para los montajes, el rompimiento de la rebaba y el empleo de todos los dispositivos de protección. Se han establecido normas de seguridad como lineamientos de guía para ayudar al estudiante a eliminar las prácticas inseguras y los procedimientos inseguros en los tornos. A continuación se describen algunos de los riesgos.

##### **4.1.1.- Puntos de aplastamiento por el movimiento del torno.**

La regla es mantener las manos lejos de las posiciones peligrosas (engranajes, posiciones de descanso, mandril y otras) mientras está en funcionamiento el torno.

#### **4.1.2.- Riesgos asociados con componentes rotos o con caídas de componentes.**

Mandriles o piezas pesadas son peligrosos cuando caen accidentalmente, se deben manipular con cuidado y seguridad. La llave del mandril si se deja colocada en el mandril puede convertirse en un proyectil al acoplar el torno.

#### **4.1.3.- Riesgos relacionados con componentes a altas temperaturas.**

Generalmente se producen quemaduras cuando se manipulan rebabas calientes  $> 100$  °C, o cuando se agarra una pieza de trabajo caliente. Deben usarse guantes para manejar virutas o piezas calientes; pero nunca deben usarse mientras se está trabajando en la máquina.

#### **4.1.4.- Riesgos resultantes del contacto con los filos agudos, aristas agudas y salientes.**

Ésta es quizás la causa más común de lesiones en las manos en el trabajo de torno. Pueden encontrarse filos agudos peligrosos en muchas partes: en una rebaba larga enrollada, en la punta de una herramienta de corte o en el filo no limado de una parte torneada o roscada. Deben usarse cubiertas de protección contra la voladura de rebabas y de líquido refrigerante. Estas cubiertas generalmente son de plásticos transparentes y van abisagradas en el carro del torno, por encima del mandril. Las rebabas enrolladas no deben quitarse con las manos sin protección; deben usarse *guantes gruesos (de carnaza o similar) y herramientas con gancho o pinzas*. Siempre desconecte la máquina antes de quitar las rebabas. Las rebabas deben romperse en forma de nueves y no separarse en masas rizadas o en forma de un alambre largo. *Los rompedores de viruta en las herramientas y los avances correctos ayudan a producir virutas de manejo fácil y seguro.*

Los filos recién cortados deben alisarse antes de quitar la pieza de trabajo. Siempre quite *la herramienta de corte* al montar o desmontar piezas de trabajo del torno.

#### **4.1.5.- Riesgos de los dispositivos de sujeción y de conducción de las piezas de trabajo.**

Cuando se sujetan las piezas de trabajo, sus componentes se extienden a menudo más fuera del diámetro exterior del dispositivo de sujeción. Se utilizan *guardas, barreras y señales de advertencia o instrucciones verbales* para advertir el riesgo a los demás. Asegúrese de que las mordazas del mandril ejerzan la fuerza de agarre suficiente para sujetar con seguridad la pieza de trabajo. Nunca debe trabajarse con un mandril engranado en espiral sin tener algo sujetado en las mordazas. La fuerza centrífuga que obra en las mordazas puede ocasionar que se *desembone* la espiral y que se suelten éstas hasta salirse del mandril. Manténgase fuera de la máquina *las herramientas, limas, calibradores y micrómetros*; pueden vibrar y acercarse al mandril que está en movimiento o a la pieza de trabajo. Además si se van a caer el operador trata de sujetarlos y esta acción se puede lesionar o dañar la pieza.

#### **4.1.6.- Frenado del husillo.**

Nunca debe usarse la mano ni una barra de palanquear para hacer más lento o parar el movimiento del husillo o de la pieza de trabajo. Siempre utilice los controles de la máquina para esta operación y espere que se detenga el husillo.

#### **4.1.7.- Las piezas de trabajo que sobresalen fuera del torno deben sustentarse por medio de un tubo de soporte del material.**

Si se deja sobresalir una pieza de trabajo esbelta fuera del husillo de la cabeza más de 300 mm sin soporte, pueden salir disparada por la fuerza centrífuga. La pieza no solo resultará doblada sino que representa un peligro muy grande para cualquier persona que se encuentre cerca.

**4.1.8.-** Para pulir piezas de trabajo mientras esté girando debe sostenerse una tira de cinta abrasiva con ambas manos, tomándola por sus extremos. No deben acercar las manos a más de unos centímetros de la pieza de trabajo.

**4.1.9.-** Mantenga los trapos, cepillos y los dedos lejos de una pieza de trabajo en rotación., los cortes no pulidos tienden a agarrar rápidamente y a enrollar estopas, ropa, corbatas, tela de esmeril, cabello y hasta la bata del operador.

**4.1.10.-** Retirar el carro hacia atrás hasta dejar completamente libre el camino y cubrir la herramienta de corte con una tela para verificar el trabajo.

**4.1.11.-** Al desmontar o montar los mandriles o piezas trabajo pesadas, colocar un tablón sobre la bancada; para levantar el mandril busque ayuda o utilice un polipasto.

**4.1.12.-** No cambiar la velocidad ni tomar medidas estando en movimiento la máquina o la pieza de trabajo.

**4.1.13.-** Nunca use una lima sin mango, hay riesgo de corte, si la lima es golpeada por una de las mordazas del mandril o de la pieza en movimiento.

**4.1.14.-** El limado con la mano izquierda se considera el más seguro; es decir, sujetar el mango con la mano izquierda y con la derecha la punta de la lima. (Kibbe R. et al, 1990.)

## **4.2.- Seguridad en el torno.**

Un buen operador estará consciente de los requerimientos de seguridad en cualquier área del taller, intentará siempre observar las reglas de seguridad. La omisión de éstas puede resultar en lesiones serias, con la consecuente pérdida de tiempo y de productividad para la empresa (taller).

## **4.3.- Objetivos de la Seguridad en el Torno:**

**4.3.1.-** Mencionar los estándares de seguridad en el taller.

**4.3.2.-** Hacer una lista de las precauciones de seguridad necesarias para operar el torno.

**4.3.3.-** Señalar cualquier infracción de seguridad cometida por otros trabajadores (compañeros).

## **4.4.- Precauciones de Seguridad.**

El torno, como las demás máquinas herramientas, puede representar riesgos si no se le opera correctamente. Un buen operador de torno es un operador seguro, que está al tanto de la importancia de mantener la máquina y el área circundante limpia y ordenada. Los accidentes con cualquier máquina no suceden así como así; por lo general son provocados por descuidos y usualmente pueden evitarse. Para minimizar las posibilidades de accidentes cuando se opera un torno, deben observarse las siguientes precauciones de seguridad.

**4.4.1.-** Nunca intente hacer un cambio de engranajes con el motor encendido y la palanca del embrague en posición de trabajo.

**4.4.2.-** Siempre utilice gafas (lentes) de seguridad aprobada. Durante las operaciones del torno, las virutas vuelan y es importante proteger sus ojos.

**4.4.3.-** Súbanse las mangas, quítese la corbata y sujete la ropa suelta. Las mangas cortas son preferibles, porque la ropa suelta puede quedar atrapada por los perros del torno. Usted puede ser halado hacia la máquina y lesionarse seriamente.

**4.4.4.-** Nunca utilice anillos o reloj.

**4.4.4.1.-** Los anillos y relojes pueden quedar atrapados en las piezas giratorias o en las partes del torno y provocar serias lesiones.

**4.4.4.2.-** Un objeto metálico que cayera sobre la mano doblaría o rompería el anillo, provocando un gran dolor y sufrimiento hasta que pueda ser retirado el anillo.

**4.4.5.-** No opere el torno hasta que comprenda a fondo sus controles.

**4.4.5.1.-** Puede resultar muy peligroso ignorar lo que puede suceder cuando se activen las palancas o interruptores.

**4.4.5.2.-** Asegúrese de que puede detener la máquina rápidamente en caso que suceda algo inesperado.

**4.4.6.-** Nunca opere una máquina si las guardas de seguridad no están colocadas o no están correctamente cerradas.

**4.4.6.1.-** Las guardas de seguridad han sido instaladas por el fabricante para cubrir engranes, bandas o ejes giratorios.

**4.4.6.2.-** Si no se vuelven a colocar las guardas, la ropa suelta o la mano pueden quedar atrapados en las partes giratorias.

**4.4.7.-** Detenga el torno antes de medir la pieza de trabajo, antes de limpiar, aceitar o ajustar la máquina. La medición de las piezas en movimientos puede dar como resultado herramientas rotas o lesiones personales.

**4.4.8.-** No utilice trapo para limpiar la máquina cuando el torno esté operando. El trapo, puede quedar atrapado y ser jalado hacia dentro, junto con su mano.

**4.4.9.-** Nunca intente detener el plato o mandril con la mano. Esta puede lastimarse o sus dedos romperse, al quedar atrapados en las ranuras y extensiones de plato o el mandril.

**4.4.10.-** Asegúrese que el mandril o plato estén montados fijamente antes de arrancar el torno.

**4.4.10.1.-** Si el torno arranca con un accesorio del husillo flojo, la rotación aflojará el accesorio y provocará que salga volando del torno.

**4.4.10.2.-** Un accesorio pesado, con la velocidad creada por el husillo giratorio, puede volverse en un misil peligroso.

**4.4.11.-** Retire siempre la llave del mandril después de usarla. ***¡Nunca la deje podría salir volando!*** y lastimar a alguien. ¡Nunca la deje en el mandril en ningún momento! Si el torno arranca con la llave de mandril dentro de este, podría ocurrir lo siguiente:

**4.4.11.1.-** La llave podría salir volando y lastimar a alguien.

**4.4.11.2.-** La llave podría atascarse contra la bancada del torno, dañando la llave, la bancada del torno, el mandril y el husillo del torno.

**4.4.12.-** Mueva el carro longitudinal hasta la posición más lejana del corte y gire el husillo del torno una vuelta completa a mano antes de arrancarlo.

**4.4.12.1.-** Esto asegurará que todas las partes estén libres y sin atascarse.

**4.4.12.2.-** También evitara un accidente y daños al torno.

**4.4.13.-** Mantenga el piso alrededor de la máquina libre de grasa, aceite, herramientas y piezas de trabajo.

**4.4.13.1.-** El aceite y la grasa pueden provocar caídas, que pueden resultar en lesiones dolorosas.

**4.4.13.2.-** Los objetos sobre el piso son riesgos que pueden provocar accidentes por tropezones.

**4.4.14.-** Evite los juegos bruscos en cada momento, en especial cuando opere cualquier máquina herramienta. Los juegos bruscos pueden resultar en caídas o empujones hacia el eje o pieza de trabajo girando.

**4.4.15.-** Siempre elimine las virutas con un cepillo, nunca con la mano o con tela. Las virutas de acero son filosas y pueden provocar cortadas si se manejan con las manos o con un trapo que tenga virutas incrustadas.

**4.4.16.-** Siempre que esté puliendo, limando, limpiando o haciendo ajustes a la pieza de trabajo o a la maquina, retire la herramienta filosa del portaherramientas para evitar cortadas serias en los brazos o manos. **[Krar, Check. 2002]**

## **4.5.- Normas Generales de Seguridad.**

**4.5.1.-** Comunique los incidentes y o accidentes de inmediato.

4.5.2.- Siga las instrucciones, no corra riesgos.

4.5.3.- Respete las indicaciones y los carteles de seguridad.

4.5.4.- Mantenga su área de trabajo limpia y ordenada.

4.5.5.- Al salir apague las luces y equipos.

4.5.6.- Mantenga su postura adecuada al estar trabajando.

4.5.7.- Prohibido fumar.

4.5.8.- Realice un descanso visual una vez cada hora (parpadee, cambie su foco visual, levántese, estírese y continúe luego sus labores).

#### **4.6.- Que hacer en caso de emergencia.**

4.6.1.- Deténgase en lo que esta haciendo y pare su equipo.

4.6.2.- Informe a su supervisor y al responsable de salud; seguridad y ambiente.

4.6.3.- Mantenga la calma.

4.6.4.- Utilice la salida que le quede mas cerca y segura.

4.6.5.- Reúnase en una zona segura y espere instrucciones.

4.6.6.- Informe si nota la ausencia de algún compañero de trabajo.

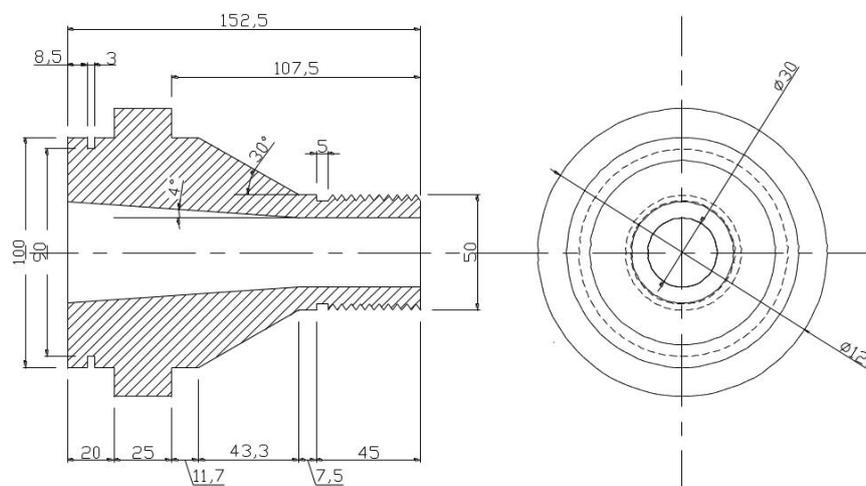
4.6.7.- Lo más importante es que: Si usted no es parte de la solución; no sea parte del problema (solo haga lo que sea de su competencia).

**Autoevaluación Capítulo 4. AUTO EXAMEN.**

- 1) Indique su opinión sobre la seguridad en los procesos de fabricación por arranque de viruta.
- 2) Mencione la importancia de la previsión de riesgos en los procesos de fabricación por arrastre de viruta.
- 3) ¿Cuales son los objetivos de la seguridad en el torno?
- 4) Indique tres precauciones inherentes al operador de la máquina herramienta.
- 5) Indique tres precauciones inherentes a la máquina herramienta.
- 6) Indique tres precauciones inherentes a factores internos del sistema.
- 7) Indique tres precauciones inherentes a factores externos.
- 8) Defina quien es el responsable de la seguridad en los procesos de mecanizado por arranque de viruta.
- 9) ¿Como mejorar el sistema de seguridad de los procesos de fabricación por arranque de viruta?
- 10) ¿Conoce usted el marco legal de la República Bolivariana de Venezuela, en lo referente a los procesos de fabricación por arranque de viruta?

## CAPÍTULO 5. DESARROLLO DE UN PROCESO DE MECANIZADO EN EL TORNO PARALELO.

Como un ejercicio real se realiza la fabricación paso a paso de una pieza como la que se muestra en el Figura 5.1, en donde se explicará el uso del torno paralelo mediante la utilización del manual de uso y manejo de un torno paralelo.



**Figura 5.1. Pieza a Mecanizar.**  
(Fuente: Sidorovas, 2008)

En primer lugar cuando se recibe un pedido de fabricación de piezas por arranque de viruta, se revisa el plano para definir las especificaciones técnicas de la pieza a fabricar. Por ejemplo en este caso se considera un acero AISI 4140 y de la tabla 6.3 (ver Anexo A) se determina que su resistencia última es 655 MPa.

Con las dimensiones de la pieza se puede seleccionar un material que cumpla con estas dimensiones, en primer lugar que coincida con el diámetro externo o que lo contenga.

Después se realizan los cálculos de la longitud total del material; deben considerarse la longitud de la pieza inicial (*pieza en bruto*) al menos de 1 – 5 mm mas larga para realizarle un refrentado por cada una de las caras de la sección transversal y mejorar el acabado dejado por el corte o tronzado de las piezas en la sierra mecánica o de la máquina herramienta utilizada para el corte; además se debe considerar el espesor de corte de la sierra mecánica o del disco de corte, porque este consume material en cada corte. Esto para solicitar la cantidad del material a utilizar.

Esta longitud total de la pieza inicial se multiplica por el número de piezas y luego se divide entre la longitud de la presentación comercial de material para saber cuantas barras de material se requiere para hacer el pedido del material, considerando el desperdicio del material.

$$L_T = L_O + L_C + L_R$$

$L_T$  = Longitud Total.

$L_O$  = Longitud Final.

$L_C$  = Longitud Consumida en el Corte.

$L_R$  = Longitud para el Refrentado.

$L_T = 152.5 + 4.5 + 2 = 159.5$  mm.

Si se quieren fabricar 1000 piezas; para el cálculo sería 0,159 m/Piezas X 1000 Piezas sería igual 159 metros. Si la presentación del material es de 3 metros/barra; entonces si se divide 159 m entre 3m/barra dando un resultado de 53 piezas de material de 3 m c/u. pero afinando los cálculos se detecta que de una pieza de material de 3 metros sólo se pueden fabricar 18.868 piezas, por lo tanto hay un desperdicio de 1 pedazo de barra de fabricación por barra de 3 metros. Por lo tanto realmente se requieren

1000 piezas para mecanizar entre las 18 que se pueden mecanizar de una barra de 3 metros esto es un nuevo resultado de 55.555 barras de 3 metros. Por lo tanto en resumen se deben adquirir 56 barras de diámetro igual o mayor a 125 mm y de una longitud de 3 metros C/U.

Cuando se recibe el material se corta a la medida requerida y se comienza el mecanizado en el torno, la pieza originalmente tiene una longitud de 154.5 milímetros y un diámetro de 127 milímetros (5 Pulgadas).

La planificación de las operaciones de mecanizado que se requieren para fabricar la pieza se describe mediante la elaboración de una *Hoja de Ruta* y una *Hoja de Proceso* respectivamente. Donde se detallan las operaciones que se realizarán en el mecanizado (*Hoja de Ruta*) y las diferentes áreas donde se llevará la pieza a mecanizar para la fabricación de la misma (*Hoja de Proceso*).

Cuando se inician las operaciones en el torno se debe inspeccionar todo los sistemas para garantizar que estén operativamente bien, luego se procede a la puesta a punto, donde se colocan las herramientas y el instrumental que se va a utilizar en las operaciones de torneado. Luego se definen los parámetros de corte recomendados en la tabla 5.1 (Pereira, 2004), con la resistencia última de Material  $S_U = 655 \text{ MPa}$  de donde  $1 \text{ MPa} = 1.02 \text{ Kgf/mm}^2$  □

$$655 \text{ MPa} * 1 / \text{MPa} * 1.02 \text{ Kgf/mm}^2 = 66.79 \text{ Kgf/mm}^2$$

Luego con este dato y el tipo de herramienta de corte se seleccionan los parámetros de corte. Estos serán los parámetros que definen las operaciones de mecanizado y los cálculos se realizarán respetando los mismos. Ver tabla 5.1.

**Tabla 5.1 Parámetros de Corte Recomendados.**  
(Fuente. Pereira, 2004)

MATERIAL AISI 4340	HERRAMIENTA	DESBASTE			ACABADO		
		V <sub>c</sub>	F	d	V <sub>c</sub>	f	d
66.79	Acero Rápido	20	1	10	24	0.5	1
Kgf/mm <sup>2</sup>	HSS	m/min.	mm/rev.	mm	m/min.	mm/rev.	mm

## 5.1.- REFRENTADO

Con el torno puesto a punto, se sujeta la pieza en el plato de fijación o mandril, luego se realiza un refrentado a una de las caras axiales de la pieza.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados y un diámetro, que para la operación de refrentado es el diámetro de la pieza.

$V_C = 24 \text{ m/min.}$   $\square$   $\text{RPM} = 60.15$  Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 45 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 17.96 \text{ m/min.}$

Se realizan dos refrentados por las secciones transversales y su tiempo de mecanizado es 2,82 minutos por cada lado.

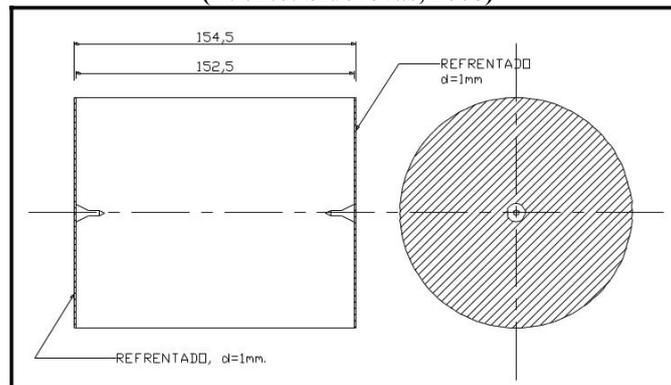
## 5.2.- CENTROPUNTO

Se le perfora un agujero a la pieza con la broca de centro, ubicando la contrapunta en la posición adecuada y se fija a la bancada con la tuerca de fijación. Esto es para tener un punto de apoyo de la pieza en la contrapunta.

Se pone la pieza a girar y se acerca la broca de punta accionando el volante de la contrapunta lentamente hasta tocar la superficie axial del eje, se perfora hasta que la broca de centro forme un cono, donde se apoya la pieza en la contrapunta.

El siguiente paso es refrentar y hacer el Centro punto a la pieza en la otra cara axial, del otro lado de la pieza.

**Figura 5.2. Pieza a Mecanizar Refrentada y con Centropunto.**  
(Fuente: Sidorovas, 2008)



### 5.3.- CILINDRADO

1.- Se comienza con un cilindrado de un diámetro de 127 hasta 125 mm a lo largo de una longitud de 50 mm de la pieza. Solo se realizara un acabado;  $d = 1\text{mm}$ .

#### 5.3.1.- Primera Pasada Acabado.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados.

$V_C = 24 \text{ m/min}$ .  $\square$   $\text{RPM} = 60,163$ . Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 45 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 17,81 \text{ m/min}$ . y posteriormente se calcula el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado para una longitud de 50 mm es  $t_C = 2,22 \text{ min}$ .

Antes de comenzar el cilindrado por el otro lado, se coloca la centropunta en la perforación de *centropunto* para apoyar la pieza a mecanizar.

Luego se aproxima la herramienta de corte con la ayuda del carro longitudinal y transversal y con la pieza girando se toca la superficie de la pieza, después se desplaza la herramienta donde no toque la pieza y se procede a darle la profundidad de corte  $d = 1\text{mm}$  mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un *nonio* para tal fin.

En seguida se procede a cilindrar la pieza de manera *automática* colocando la palanca del automático en la ranura de la derecha que esta en la parte inferior del *delantal* del carro principal. (Utilizando el torno en automático, debe estar atento para desconectar la palanca cuando vaya llegando a la longitud deseada)

La pieza mecanizada por el otro lado con los mismos parámetros anteriores, pero con una longitud de 102.5 mm. Con un avance de 1 mm/Rev. Por no tener ninguna especificación, siendo su tiempo en este caso de  $t_c=4,56$  min.

## 5.4.- CILINDRADO

Se continúa con un cilindrado de un diámetro de 125 hasta 100 mm a lo largo de 20 mm de la pieza. Se realiza *Desbaste* y *Acabado*.

En *desbaste* se puede mecanizar hasta 10 mm de profundidad, por Ej. Una pasada  $d = 10$  mm, otra de  $D = 2$  mm y un acabado de  $d = 0.5$  mm; lo cual serían tres pasadas. Pero es recomendable realizar dos pasadas de  $d = 6$  mm y un acabado de  $d = 0.5$  mm de *Acabado*, que son el mismo número de pasadas; pero de esta manera se prolonga la vida útil de la herramienta de corte.

### 5.4.1.- Primera Pasada Desbaste.

a) Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte

$d=6$  mm y el diámetro inicial de 125 mm y un diámetro final de 113 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 119 mm.

$V_C = 20$  m/min.  $RPM = 53,50$  Como en el torno no se dispone de estas RPM seleccionamos la inmediata inferior 45 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 16,82$  m/min. y posteriormente se calcula el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 0,44$  min.

Cuando se tiene la referencia tocando sutilmente la pieza con la herramienta de corte se procede a darle la profundidad de corte  $d = 6$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un Nonio para tal fin. En seguida se procede a cilindrar la pieza de manera automática colocando la palanca del automático en la ranura de la derecha que esta en la parte inferior del frente del carro principal. (Utilizando el torno en automático, debe estar atento para desconectar la palanca antes de que llegue a la longitud deseada).

#### 5.4.2.- Segunda Pasada Desbaste.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=6$  mm y el diámetro inicial de 113 mm y un diámetro final de 101 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 107 mm.

$V_C = 20$  m/min.  $\square$   $RPM = 59,50$ . Como en el torno no disponemos de esta RPM se selecciona la inmediata inferior 45 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 16,81$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 0,44$  min.

Como se tiene la referencia anterior se procede a darle la profundidad de corte  $d = 6$  mm mediante *el volante* del carro transversal, el cual dispone de un *nonio* para tal fin. En seguida se procede a cilindrar la pieza de manera *Automática* colocando la palanca del automático en la ranura de la derecha que esta en la parte inferior del *delantal* del carro

principal. (Utilizando el torno en automático, debe estar atento para desconectar la palanca antes de que llegue a la longitud deseada)

#### 5.4.3.- Tercera Pasada Acabado.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=0.5$  mm y el diámetro inicial de 101 mm y un diámetro final de 100 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 100.5 mm.

$V_C = 24$  m/min.  $\square$  RPM = 76,01 Como en el torno no se dispone de esta RPM se selecciona la inmediata inferior 45 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 14,21$  m/min. Y posteriormente se calcula el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 0,89$  min.

Como se tiene la referencia anterior se procede a darle la profundidad de corte  $d = 0.5$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un *nonio* para tal fin. En seguida se procede a cilindrar la pieza, *Manualmente* mediante el accionamiento del volante del carro longitudinal, o de manera Automática colocando la palanca del automático en la ranura de la derecha que está en la parte inferior del frente del carro principal. (Utilizando el torno en automático, debe estar atento para desconectar la palanca cuando llegue a la longitud deseada)

#### 5.5.- RANURADO.

El ranurado se realiza de la misma manera que se hace el tronzado, solo se avanza hasta la profundidad solicitada. Para esta operación se utiliza una herramienta de corte para tronzado de espesor igual a 3 mm.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, y hasta una profundidad

de corte  $d=5$  mm y el diámetro inicial de 100 mm y un diámetro final de 90 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 95 mm.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados.

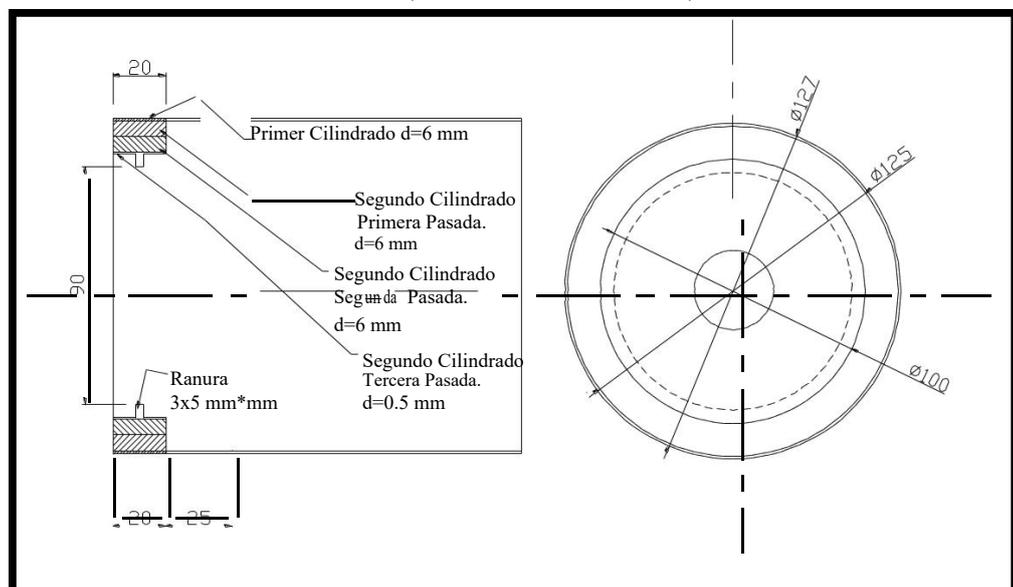
$V_C = 20$  m/min.  $\square$  RPM = 64,55 Como en el torno no se dispone de esta RPM se selecciona la inmediata inferior 45 RPM y se calcula la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 13,43$  m/min. y posteriormente se calcula el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 0,22$  min.

En seguida se aproxima la herramienta de corte en la posición de la ranura con la ayuda del carro longitudinal y transversal y con la pieza girando se toca sutilmente la superficie de la pieza, después se procede a darle la profundidad de corte lentamente mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un Nonio para tal fin. En seguida se mecaniza la ranura manualmente mediante el accionamiento del volante del carro transversal.

En este momento se procede a bajar la pieza para voltearla y sujetarla por el lado que ya ha sido mecanizado. Ver Figura 5.3.

Luego se prosigue realizando las operaciones de mecanizado, que también son cilindrados.

**Figura 5.3. Estado actual de la Pieza a Mecanizar.**  
(Fuente: Sidorovas, 2008)



## 5.6.- CILINDRADO.

Se continúa con un cilindrado de un diámetro de 125 hasta 100 mm a lo largo de una longitud de la pieza de 107,5 mm. Se realiza Desbaste y Acabado.

En desbaste se puede mecanizar hasta 10 mm de profundidad, por Ej. Una pasada de desbaste  $d = 10$  mm, otra de  $D = 2$  mm y un acabado de  $d = 0.5$  mm; lo cual sería tres pasadas. Pero es recomendable realizar dos pasadas de  $d = 6$  mm y un acabado de  $d = 0.5$  mm de Acabado, que son el mismo número de pasadas y esto se hace para proteger la herramienta de corte.

### 5.6.1.- Primera Pasada Desbaste.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=6$  mm y el diámetro inicial de 125 mm y un diámetro final de 113 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 119 mm.

$V_C = 20$  m/min.  $\square$  RPM = 53,50 Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 45 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 16,82$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 2,39$  min.

Como se tiene la referencia rozando sutilmente la pieza que este girando con la herramienta de corte, se procede a darle la profundidad de corte  $d = 6$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un Nonio para tal fin. En seguida se procede a cilindrar la pieza de manera *Automática* colocando la palanca del automático en la ranura de la derecha que esta en la parte inferior del frente del carro principal. (Si esta usando el torno en automático, debe estar atento para desconectar la palanca antes de que llegue a la longitud deseada)

### 5.6.2.- Segunda Pasada Desbaste.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=6$  mm y el diámetro inicial de 113 mm y un diámetro final de 102 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 107 mm.

$V_C = 20$  m/min.  $\square$  RPM = 59,50 Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 45 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 15,13$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 2,39$  min.

Como se tiene la referencia anterior se procede a darle la profundidad de corte  $d = 6$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un Nonio graduado para tal fin. En seguida se procede a cilindrar la pieza de manera Automática colocando la palanca del automático en la ranura de la derecha que esta en la parte inferior del frente del carro principal. (Si esta usando el torno en automático, debe estar atento para desconectar la palanca cuando llegue a la longitud deseada)

### 5.6.3.- Tercera Pasada Acabado.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=0.5$  mm y el diámetro inicial de 101 mm y un diámetro final de 100 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 100.5 mm.

$V_C = 24$  m/min.  $\square$  RPM = 76,01 Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 45 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 14.21$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 4,78$  min.

Como se tiene la referencia anterior se procede a darle la profundidad de corte  $d = 0.5$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un Nonio para tal fin. En seguida se procede a cilindrar la pieza de manera Automática colocando la palanca del automático en la ranura de la derecha que esta en la parte inferior del frente del carro principal. (Si esta usando el torno en automático, debe estar atento para desconectar la palanca cuando llegue a la longitud deseada)

## 5.7.- CILINDRADO.

A continuación se realizara un cilindrado de diámetro 100 hasta 50 mm o lo largo de una longitud de la pieza de 52,5 mm. Se realiza *Desbaste* y *Acabado*.

En desbaste se puede mecanizar hasta 10 mm de profundidad, por Ej. Dos pasadas de desbaste  $d = 10$  mm, otra de  $d = 2$  mm y un acabado de  $d=0.5$  mm; lo cual serian cuatro pasadas. Pero es recomendable realizar tres pasadas  $d = 8$  mm y un acabado de  $d = 1$  mm de Acabado, que son el mismo numero de pasadas y de esta manera se prolonga la vida útil de la herramienta de corte.

### 5.7.1.- Primera Pasada Desbaste.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=8$  mm y el diámetro inicial de 100 mm y un diámetro final de 84 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 92 mm.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados.

$V_C = 20$  m/min.  $\square$  RPM = 69,20 Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 45 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 13,01$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 1,17$  min.

Se toca sutilmente la pieza que este girando para tomar la referencia y luego se procede a darle la profundidad de corte  $d = 6$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un nonio para tal fin. En seguida se procede a cilindrar la pieza de manera automática colocando la palanca del automático en la ranura de la derecha que esta en la parte inferior del frente del carro principal. (Utilizando el torno en automático, debe estar atento para desconectar la palanca antes de que llegue a la longitud deseada)

### 5.7.2.- Segunda Pasada Desbaste.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=8$  mm y el diámetro inicial de 84 mm y un diámetro final de 68 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 76 mm.

$V_C = 20$  m/min.  $\square$  RPM = 83,77 Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 80 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 19,10$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 0,66$  min.

Como se tiene la referencia anterior se procede a darle la profundidad de corte  $d = 6$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un Nonio para tal fin. En seguida se procede a cilindrar la pieza de manera *Automática* colocando la palanca del automático en la ranura de la derecha que esta en la parte inferior del frente del carro principal. (utilizando el torno en automático, debe estar atento para desconectar la palanca antes de que llegue a la longitud deseada)

### 5.7.3.- Tercera Pasada Acabado.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=8$  mm y el diámetro inicial de 68 mm y un diámetro final de 52 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 60 mm.

$V_C = 20$  m/min.  $\square$  RPM = 106,10 Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 80 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 15,08$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 0,67$  min.

Como se tiene la referencia anterior se procede a darle la profundidad de corte  $d = 6$  mm mediante el volante del carro transversal, el

cual dispone de un nonio graduado para tal fin. En seguida se procede a cilindrar la pieza de manera *Automática* colocando la palanca del automático en la ranura de la derecha que esta en la parte inferior del frente del carro principal. (utilizando el torno en automático, debe estar atento para desconectar la palanca antes de que llegue a la longitud deseada)

#### **5.7.4.- Cuarta Pasada Acabado.**

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=1$  mm y el diámetro inicial de 52 mm y un diámetro final de 50 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 51 mm.

$V_C = 24$  m/min.  $\square$  RPM = 149,79 Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 115 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 18,43$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 1,31$  min.

Como se tiene la referencia anterior se procede a darle la profundidad de corte  $d = 0,5$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un *nonio* para tal fin. En seguida se procede a cilindrar la pieza de manera *Automática* colocando la palanca del automático en la ranura de la derecha que esta en la parte inferior del frente del carro principal. (Utilizando el torno en automático, debe estar atento para desconectar la palanca antes de que llegue a la longitud deseada).

#### **5.8.- CILINDRADO CÓNICO.**

A continuación se realizara un *cilindrado cónico* con un ángulo de 30 grados. Este ángulo se consigue aflojando las dos tuercas que están en la base del *carro portautil o giratorio* y utilizando la escala graduada en grados que esta en la base de este carro se gira los 30°, luego se fija en esa posición. Se realiza *Desbaste y Acabado*.

En desbaste se puede mecanizar hasta 10 mm de profundidad, por Ej. Dos pasadas de desbaste  $d = 10$  mm, otra de  $d = 2$  mm y un acabado de  $d = 0,5$  mm; lo cual serian cuatro pasadas. Pero es recomendable realizar tres pasadas de  $d = 8$  mm y un acabado de  $d = 0,5$  mm de Acabado, que son el mismo numero de pasadas y de esta manera se prolonga la vida útil de la herramienta de corte.

### 5.8.1.- Primera Pasada Desbaste.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=8$  mm y el diámetro inicial de 100 mm y un diámetro final de 86 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 92 mm.

$V_C = 20$  m/min.  $\square$  RPM = 69,20 Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 45 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 13,01$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado en una longitud de 16 mm es  $t_C = 0,71$  min.

Se toca sutilmente la pieza en movimiento para tener la referencia y se procede a darle la profundidad de corte  $d = 8$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un *nonio* para tal fin. En seguida se procede a cilindrar *manualmente* la pieza con el carro portautil.

### 5.8.2.- Segunda Pasada Desbaste.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=8$  mm y el diámetro inicial de 84 mm y un diámetro final de 68 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 76 mm.

$V_C = 20$  m/min.  $\square$  RPM = 83,77 Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 80 RPM y calculamos la

velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 19,10$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado en una longitud de 32 mm es  $t_C = 0,80$  min.

Como se tiene la referencia anterior se procede a darle la profundidad de corte  $d = 8$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un *nonio* o para tal fin. En seguida se procede a cilindrar *manualmente* la pieza con el carro portaútil.

### 5.8.3.- Tercera Pasada Acabado.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=8$  mm y el diámetro inicial de 68 mm y un diámetro final de 52 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 60 mm.

$V_C = 20$  m/min.  $\square$  RPM = 106,10 Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 80 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 18,43$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado en una longitud de 48 mm es  $t_C = 1,20$  min.

Como se tiene la referencia anterior se procede a darle la profundidad de corte  $d = 8$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un Nonio graduado para tal fin. En seguida se procede a cilindrar la pieza; En seguida se procede a cilindrar *manualmente* la pieza con el carro portautíl.

### 5.8.4.- Cuarta Pasada Acabado.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte

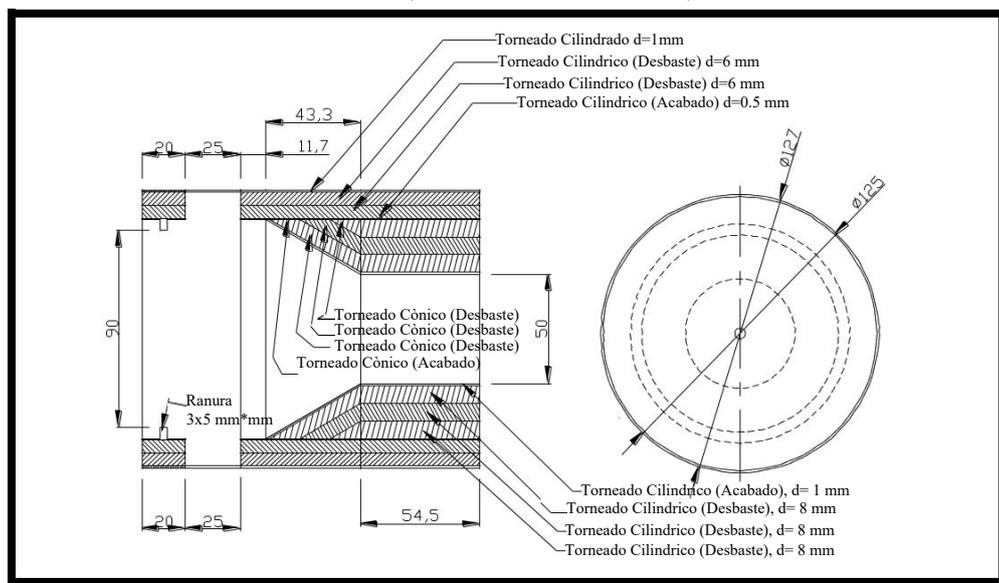
$d=1$  mm y el diámetro inicial de 52 mm y un diámetro final de 50 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 51 mm.

$V_C = 24$  m/min.  $\square$  RPM = 149,79 Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 115 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 18,42$  m/min. y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 1,25$  min.

Como se tiene la referencia anterior se procede a darle la profundidad de corte  $d = 1$  mm mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un *nonio* para tal fin. En seguida se procede a cilindrar *manualmente* la pieza con el carro portautil.

En el proceso de mecanizado ya esta casi terminada la pieza en la parte exterior, falta *la rosca* que se mecanizara al final; por lo que la pieza esta como se observa en la Figura 5.4.

**Figura 5.4. Estado Actual de la Pieza a Mecanizar.**  
(Fuente: Sidorovas, 2008)



## **5.9.- PERFORADO**

Para comenzar el mecanizado interior se requiere perforar un agujero pasante, para que pueda entrar el portaherramienta para el cilindrado interno. Esta perforación se hará de 30 mm de diámetro, pero se debe perforar progresivamente con una broca de 5, 10,15, 20, 25 y 30 mm de diámetro.

Primeramente se saca la contrapunta del cabezal móvil; esto se consigue girando hacia la izquierda el volante de la contrapunta hasta que se expulsa el centro punto. A continuación se coloca el mandril para colocar la broca de diámetro de 5 mm, posteriormente se cambia por la de 10, 15, 20, 25 y 30 milímetros para ir agrandando el agujero progresivamente.

### **5.10.- CILINDRADO CÓNICO INTERIOR.**

Con la pieza perforada a un diámetro de 30 mm, se realiza el mecanizado cónico interior. Se le coloca el portaherramienta con la herramienta de corte para el cilindrado interior, observando que queda el filo de corte posicionado sobre la línea de centro, en la misma posición del centro de la contrapunta.

Después se aflojan las tuercas que están en la base del carro giratorio y se le colocan los 4° que corresponden al cono que se quiere fabricar, ajustando de nuevo las tuercas que fijan el carro giratorio.

#### **5.10.1.- Primera Pasada Desbaste.**

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=8$  mm y el diámetro inicial de 30 mm y un diámetro final de 42 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 38 mm.

$V_C = 20 \text{ m/min.}$   $\square$   $\text{RPM} = 176,84$  Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 115 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 13,01 \text{ m/min.}$  y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado es  $t_C = 3,02 \text{ min.}$

Se toca sutilmente la superficie interna de la pieza en movimiento y con la referencia se procede a darle la profundidad de corte  $d = 6 \text{ mm}$  mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un *nonio* para tal fin. En seguida se procede a cilindrar *manualmente* la pieza con el carro portautil.

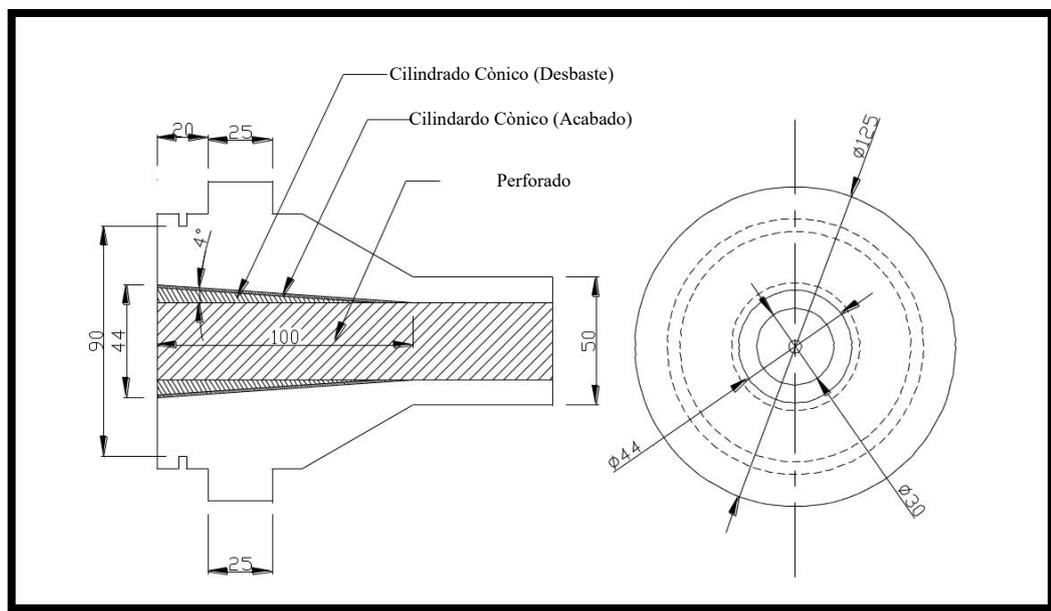
### 5.10.2.- Segunda Pasada Acabado.

Se calculan las revoluciones por minuto (RPM) requeridas utilizando los parámetros de corte recomendados, una profundidad de corte  $d=0.75 \text{ mm}$  y el diámetro inicial de 42 mm y un diámetro final de 44 mm, por lo tanto el diámetro promedio de 43 mm.

$V_C = 20 \text{ m/min.}$   $\square$   $\text{RPM} = 174,66$  Como en el torno no disponemos de esta RPM seleccionamos la inmediata inferior 180 RPM y calculamos la velocidad de corte para estas RPM,  $V_C = 15,59 \text{ m/min.}$  y calculando el tiempo que tarda en realizar la operación de mecanizado en una longitud de 100,24 mm es  $t_C = 3,49 \text{ min.}$

Como se tiene la referencia anterior se procede a darle la profundidad de corte  $d = 0,5 \text{ mm}$  mediante el volante del carro transversal, el cual dispone de un *nonio graduado* para tal fin. En seguida se procede a cilindrar *manualmente* la pieza con el carro portautil. Ver Figura 5.5.

**Figura 5.5. Pieza Actual a Mecanizar la Rosca.**  
(Fuente: Sidorovas, 2008)



### 5.11.- CILINDRADO DE LA ROSCA.

Para el Roscado con el torno se debe prepara este con una herramienta de roscado adecuada al tipo de rosca que se va a mecanizar y con el avance necesario para el tamaño de la rosca a mecanizar. Como se ve en la Figura 1 la rosca tiene un paso de 4 mm y una profundidad de 3 mm. Cuando vamos a la Tabla 3.2, donde aparecen los distintos avances del Torno se detecta que para este paso tiene que estar conectado el engranaje de 42 dientes en el sistema de propulsión desde el eje principal al dispositivo de avance. (Ver Figura 3.7).

Después se colocan las palancas en las posiciones adecuadas y el trinquete en la posición del avance requerido (Ver Figura 3.7, Pág. 37). Después se coloca la herramienta de corte de tronzado para realizar la ranura de 5 mm \* 5 mm que a su vez sirve de desahogo de la herramienta de roscar, después se coloca la herramienta de corte de roscar y se toca la pieza en movimiento con la herramienta para fijar el cero del sistema de referencia, luego se le dan las profundidades para la fabricación de las rosca.

Se sugiere una Velocidad Moderada y se puede hacer en dos pasadas de  $d=1$  mm y dos pasadas de acabado de 0,5 mm, cuando se realice la ultima pasada se debe comprobar el acabado y las dimensiones de la rosca.

**Tabla 5.2 Valores de Penetración de Roscado (Mígueles H. et al, 2005)**

N° de Penetraciones	Paso Mm	Reducir la velocidad de Corte														
		0,5	0,75	1,0	1.25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Penetración Radial por Pasada, milímetros.																
1		0,11	0,17	0,19	0,20	0,22	0,22	0,25	0,27	0,28	0,34	0,37	0,34	0,41	0,43	0,46
2		0,09	0,15	0,16	0,17	0,21	0,21	0,24	0,24	0,26	0,31	0,32	0,34	0,39	0,40	0,43
3		0,07	0,11	0,13	0,14	0,17	0,17	0,18	0,20	0,21	0,25	0,25	0,28	0,32	0,32	0,35
4		0,07	0,07	0,11	0,11	0,14	0,14	0,16	0,17	0,18	0,21	0,22	0,24	0,27	0,27	0,30
5		0,34	0,5	0,08	0,10	0,12	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,22	0,24	0,24	0,27
6				0,67	0,08	0,08	0,10	0,12	0,13	0,14	0,17	0,17	0,20	0,22	0,22	0,24
7					0,80	0,94	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,20	0,20	0,22
8							0,08	0,08	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,19	0,19	0,20
9							1,14	1,28	0,11	0,12	0,14	0,14	0,16	0,18	0,18	0,20
10									0,08	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17	0,17	0,19
11									1,58	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,16	0,18
12										0,08	0,08	0,12	0,13	0,15	0,15	0,16
13										1,89	2,20	0,11	0,12	0,12	0,13	0,15
14												0,08	0,10	0,10	0,13	0,14
15												2,50	2,80	3,12	0,12	0,12
16															0,10	0,10
															3,41	3,72

## Autoevaluación Capítulo 5. AUTO EXAMEN.

- 1) Describa como es el proceso de planificación cuando se van a fabricar las piezas por mecanizado por arranque de viruta.
- 2) ¿Cual es criterio para definir la longitud total inicial de la pieza a mecanizar?
- 3) ¿Cual es el criterio para el mecanizado de desbaste y el mecanizado de acabado?
- 4) ¿Como se definen los parámetros de corte en el mecanizado por arranque de viruta?
- 5) ¿Porque se deben refrentar la sección transversal de las piezas a mecanizar?
- 6) ¿Cual es la importancia de la perforación con la broca de centro en las piezas a mecanizar?
- 7) Diga como se coloca el automático en el carro longitudinal y transversal del torno.
- 8) Explique como se realiza un cilindrado cónico de una pieza a mecanizar.
- 9) Exprese como se regula en avance del carro longitudinal y transversal del torno.
- 10) Exprese como se coloca en avance del carro longitudinal para la elaboración de una rosca.

## CAPITULO 5. CÁLCULOS PARA LA FABRICACIÓN DE LA PIEZA A MECANIZAR

Se utiliza para los cálculos el libro de Procesos de Fabricación por arranque de viruta, Pereira, 2004 y las ecuaciones utilizadas están en el Anexo C.

$$V_C = \frac{\pi * D * N}{1000} : \frac{m}{min.}$$

$$N = \frac{1000 * V_C}{\pi * D} : RPM$$

$$t_C = \frac{D}{2 * f * N} : min.$$

### 6.1.- REFRENTADO.

$$N = \frac{1000 * 24}{\pi * 127} = 60.15 \text{ RPM} \square \text{ Asumo } 45 \text{ RPM}$$

$$V_C = \frac{\pi * 127 * 45}{1000} = 17,96 \frac{m}{min}$$

$$t_C = \frac{D}{2 * f * N} = \frac{127}{2 * 0.5 * 45} = 2.82 \text{ minutos}$$

Son dos mecanizados uno por sección transversal, pero los dos son idénticos, por lo tanto solo se calcula uno solo y se multiplica por dos.

### 6.2.- CENTROPUNTO.

Se realiza de forma manual.

### 6.3.- CILINDRADO

$$V_C = \frac{* D * N}{1000} : \frac{m}{min.}$$

$$N = \frac{1000 * V_C}{* D} : RPM$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} : min.$$

#### 6.3.1.-Pasada Acabado.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 24}{\pi * 127} = 60.163 \text{ RPM} \text{ Asumo } 45 \text{ RPM}$$

$$\pi * 126$$

$$V_c = \frac{\pi * 126 * 45}{1000} = 17,81 \frac{m}{min}$$

**Cilindrado de un diámetro de 127 a un diámetro de 125 mm, en una longitud de 50 mm y luego se voltea la pieza y se realiza el mismo cilindrado por los 102,5 mm restantes**

$$t_C(50mm) = \frac{L}{f * N} = \frac{50}{0,5 * 45} = 2,22 \text{ minutos}$$

$$t_C(102,5 mm) = \frac{L}{f * N} = \frac{102,5}{1 * 45} = 2,28 \text{ minutos}$$

#### **6.4.- CILINDRADO.**

##### **6.4.1.- Primera Pasada Desbaste.**

**Se determina las RPM del torno.**

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 119} = 60,163 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 45 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 119 * 45}{1000} = 16,81 \frac{m}{min}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{20}{1 * 45} = 0,44 \text{ minutos}$$

##### **6.4.2.- Segunda Pasada Desbaste.**

$\pi$

**Se determina las RPM del torno.**

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 107} = 59,50 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 45 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 107 * 45}{1000} = 15,13 \frac{m}{min}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{20}{1 * 45} = 0,44 \text{ minutos}$$

##### **6.4.3.- Tercera Pasada Acabado.**

**Se determina las RPM del torno.**

$$N = \frac{1000 * 24}{\pi * 107} = 70,01 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 45 RPM}$$

$$\pi * 100,5$$

$$V_c = \frac{\pi * 100,5 * 45}{1000} = 14,21 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_c = \frac{L}{f * N} = \frac{20}{0,5 * 45} = 0,89 \text{ minutos}$$

### 6.5.- RANURADO.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 95} = 64,55 \text{ RPM} \square \text{ Asumo 45 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 95 * 45}{1000} = 13,43 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_c = \frac{D}{f * N} = \frac{10}{2 * 0,5 * 45} = 0,22 \text{ minutos}$$

### 6.6.- CILINDRADO.

#### 6.6.1.- Primera Pasada Desbaste.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 119} = 60,163 \text{ RPM} \square \text{ Asumo 45 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 119 * 45}{1000} = 16,81 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_c = \frac{L}{f * N} = \frac{107,5}{1 * 45} = 2,39 \text{ minutos}$$

#### 6.6.2.- Segunda Pasada Desbaste.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 107} = 59,50 \text{ RPM} \square \text{ Asumo 45 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 107 * 45}{1000} = 15,13 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$\pi$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{107,5}{1 * 45} = 2,39 \text{ minutos}$$

### 6.6.3.- Tercera Pasada Acabado.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 24}{\pi * 100,5} = 76,01 \text{ RPM} \square \text{ Asumo } 45 \text{ RPM}$$

$$V_C = \frac{\pi * 100,5 * 45}{1000} = 14,21 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{107,5}{0,5 * 45} = 4,78 \text{ minutos}$$

### 6.7.- CILINDRADO.

#### 6.7.1.- Primera Pasada Desbaste.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 92} = 69,19 \text{ RPM} \square \text{ Asumo } 45 \text{ RPM}$$

$$V_C = \frac{\pi * 92 * 45}{1000} = 13,01 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{52,5}{1 * 45} = 1,17 \text{ minutos}$$

#### 6.7.2.- Segunda Pasada Desbaste.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 76} = 83,77 \text{ RPM} \square \text{ Asumo } 80 \text{ RPM}$$

$$V_C = \frac{\pi * 76 * 80}{1000} = 19,10 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{52,5}{1 * 45} = 0,66 \text{ minutos}$$

#### 6.7.3.- Tercera Pasada Desbaste.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 60} = 106,10 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 80 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 60 * 80}{1000} = 17,09 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{52,5}{1 * 45} = 0,66 \text{ minutos}$$

#### 6.7.4.- Cuarta Pasada Acabado.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 24}{\pi * 51} = 149,79 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 115 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 51 * 115}{1000} = 18,42 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{52,5}{0,5 * 80} = 1,31 \text{ minutos}$$

#### 6.8.- CILINDRADO CÓNICO.

Como el mecanizado es manual asumo un  $f = 0,5 \text{ mm/Rev.}$

##### 6.8.1.- Primera Pasada Desbaste.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 92} = 69,19 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 45 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 92 * 45}{1000} = 13,00 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{16}{0,5 * 45} = 0,71 \text{ minutos}$$

##### 6.8.2.- Segunda Pasada Desbaste.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 20}{* 76} = 83,77 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 80 RPM}$$

$$V_c = \frac{* 76 * 80}{1000} = 19,10 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$\pi$ 

$$C = \frac{\pi \cdot 1000}{\dots} \text{ min}$$

$$t_C = \frac{L}{f \cdot N} = \frac{32}{0,5 \cdot 45} = 0,80 \text{ minutos}$$

### 6.8.3.- Tercera Pasada Desbaste.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 \cdot 20}{\pi \cdot 60} = 106,10 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo } 80 \text{ RPM}$$

$$V_C = \frac{\pi \cdot 60 \cdot 80}{1000} = 15,08 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f \cdot N} = \frac{48}{0,5 \cdot 45} = 1,20 \text{ minutos}$$

### 6.8.4.- Cuarta Pasada Acabado.

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 \cdot 24}{\pi \cdot 51} = 149,79 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo } 115 \text{ RPM}$$

$$V_C = \frac{\pi \cdot 51 \cdot 115}{1000} = 18,42 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f \cdot N} = \frac{50}{0,5 \cdot 45} = 1,25 \text{ minutos}$$

## 6.9.- PERFORADO.

De la tabla 5.5 y5.6 (Pereira, 2004) tomamos los siguientes valores

MATERIAL	DIAMETRO DE LA BROCA mm						REFRIGERACION RECOMENDADA
	Acero 40-60 Kgf/mm <sup>2</sup>	5	10	15	20	25	
0.10		0.18	0.25	0.28	0.31	0.35	
Avances Máximos Recomendados (mm/Rev.)						Taladrina o Aceite de Corte	
13		16	20	23	26		28
Velocidad de Corte Máximos recomendados (mm/min.)							

### 6.9.1.- Perforado Diámetro 5 mm.

$$V_C = 13 \text{ m/min.}$$

$$N = \frac{1000 \cdot 13}{\pi \cdot 5} = 827,6 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo } 540 \text{ RPM}$$

$$V_c = \frac{5 * 540}{1000} = 8,48 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

94

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{152,5}{0,1 * 540} = 2,824 \text{ minutos}$$

### **6.9.2.- Perforado Diámetro 10 mm.**

$$V_C = 16 \text{m/min.}$$

$$N = \frac{1000 * 16}{\pi * 10} = 509,29 \text{ RPM} \square \text{ Asumo 420 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 10 * 420}{1000} = 13,19 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{152,5}{0,18 * 420} = 2,017 \text{ minutos}$$

### **6.9.3.- Perforado Diámetro 15 mm.**

$$V_C = 20 \text{ m/min.}$$

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 15} = 424,4 \text{ RPM} \square \text{ Asumo 420 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 15 * 420}{1000} = 19,79 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{152,5}{0,25 * 420} = 1,452 \text{ minutos}$$

### **6.9.4.- Perforado Diámetro 20 mm.**

$$V_C = 23 \text{ m/min.}$$

$$N = \frac{1000 * 23}{\pi * 20} = 366,06 \text{ RPM} \square \text{ Asumo 240 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 20 * 240}{1000} = 15,08 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{152,5}{0,28 * 240} = 2,191 \text{ minutos}$$

**6.9.5.- Perforado Diámetro 25 mm.**

$$V_C = 26 \text{ m/min.}$$

$$N = \frac{1000 * 26}{\pi * 25} = 331,04 \text{ RPM} \quad \square \quad \text{Asumo 240 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 5 * 240}{1000} = 18,85 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{152,5}{0,31 * 240} = 2,05 \text{ minutos}$$

**6.9.6.- Perforado Diámetro 30 mm.**

$$V_C = 28 \text{ m/min.}$$

$$N = \frac{1000 * 28}{\pi * 30} = 297,09 \text{ RPM} \quad \square \quad \text{Asumo 240 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 30 * 240}{1000} = 22,62 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{152,5}{0,35 * 240} = 1,82 \text{ minutos}$$

**6.10.- CILINDRADO CÓNICO INTERNO.**

Como el mecanizado es manual asumo un  $f = 0,25 \text{ mm/Rev.}$

**6.10.1.- Primera Pasada Desbaste.** Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 20}{* 36} = 176,84 \text{ RPM} \quad \square \quad \text{Asumo 115 RPM}$$

$$V_c = \frac{* 36 * 45}{1000} = 13,01 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{86,92}{0,25 * 115} = 3,02 \text{ minutos}$$

### **6.10.2.- Segunda Pasada Acabado.**

Se determina las RPM del torno.

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 43} = 177,66 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 180 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 43 * 115}{1000} = 15,59 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{100,24}{0,5 * 115} = 3,49 \text{ minutos}$$

### **6.11.- CILINDRADO DE LA ROSCA.**

Se procede como en un cilindrado normal, pero con un avance que corresponde al paso de la Rosca que se requiere fabricar.

Como el Avance es 4 mm/Rev. Y la altura del filo es 3 mm; entonces le realizamos dos pasadas de 1mm c/u como un mecanizado de desbaste y dos pasadas de 0.5 mm c/u como un mecanizado de acabado, en total son 4 pasadas.

Se determina las RPM del Torno.

#### **6.11.1.- Primera Pasada.**

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 49} = 129,92 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 115 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 49 * 115}{1000} = 17,10 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{40}{2 * 4 * 115} = 0,09 \text{ minutos}$$

#### **6.11.2.- Segunda Pasada.**

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 47} = 135,45 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 115 RPM}$$

$$V_c = \frac{\pi * 47 * 115}{1000} = 16,98 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{40}{2 * 4 * 45} = 0,09 \text{ minutos}$$

### 6.11.3.- Tercera Pasada.

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 46} = 165,18 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 115 RPM}$$

$$V_C = \frac{\pi * 46,5 * 115}{1000} = 16,79 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{L}{f * N} = \frac{40}{2 * 4 * 45} = 0,09 \text{ minutos}$$

### 6.11.4.- Cuarta Pasada.

$$N = \frac{1000 * 20}{\pi * 44,5} = 171,67 \text{ RPM} \quad \square \text{ Asumo 115 RPM}$$

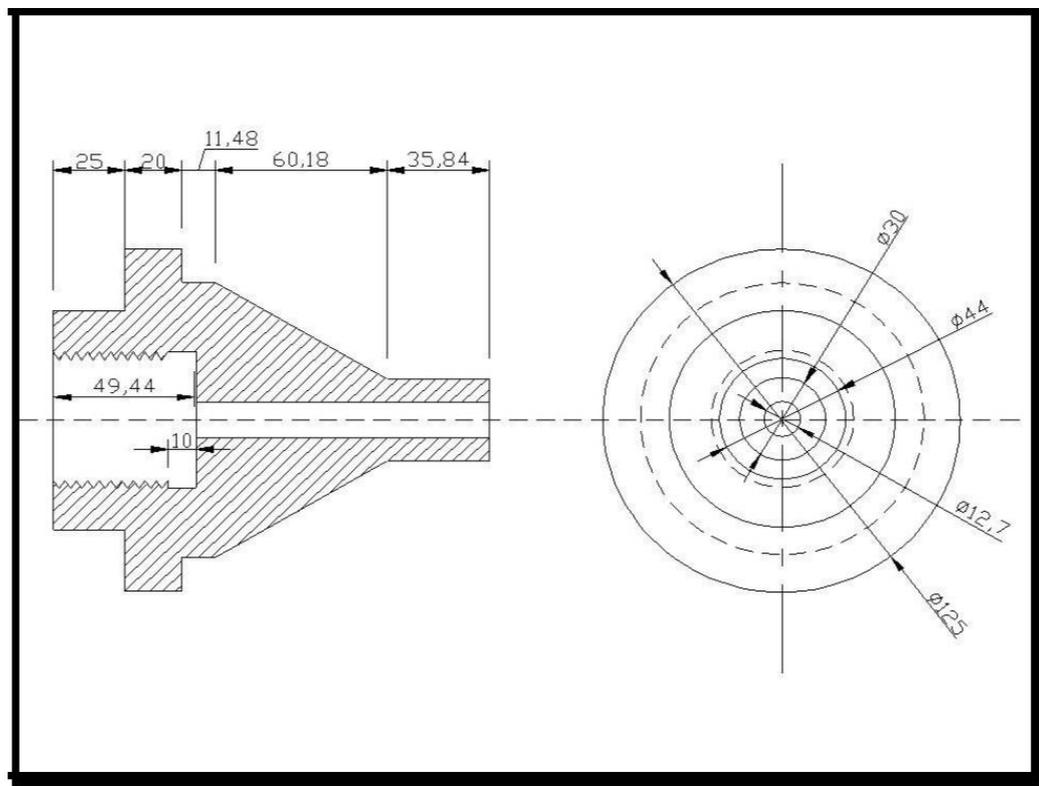
$$V_C = \frac{\pi * 44,5 * 115}{1000} = 16,08 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$t_C = \frac{D}{f * N} = \frac{40}{2 * 4 * 115} = 0,09 \text{ minutos}$$

**Auto evaluación AUTO EXAMEN.**

- 1) Realice los cálculos necesarios para la fabricación de una pieza, según las especificaciones del Figura 6.6, mediante en el Torno Paralelo.

**Figura 6.1. Pieza a Calcularse como Ejercicio.**  
(Fuente: Sidorovas, 2008)



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Bralla James G. Manual de Diseño de Producto para Manufactura Editorial McGraw-Hill. México, 1993.

Doyle L; Keyser C; Leach J; Scharader G; Singer M. Materiales y procesos de Manufactura para Ingenieros. Tercera Edición. Prentice Hall Hispanoamericana. Méjico, 1988.

Groover P. Mikell. Fundamentos de Manufactura Moderna. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A. Traducción de la Primera Edición México, 1997.

Gerling Heinrich, alrededor de las maquinas herramientas. Editorial Reverte, S.A. Tercera Edición. Barcelona España; 2006.

Kalpakjian S, Schmid S. Manufactura, Ingeniería y Tecnología, Quinta Edición. Pearson Educación, México, 2008.

Kibbe R, Neel J, Meyer R y White W. Manual de Maquinas Herramientas. Quinta Edición. Editorial Limusa, S.A. Méjico, 1990

Krar F. Steve, Check F. Albert. Tecnología de las Maquinas Herramientas.

Alfaomega Grupo Editor, S.A. Quinta Edición. México, 2006.

Migueles H, Camero J, Cameli J, Filippone J, Problemas Resueltos de Tecnología de Fabricación. Thomsom Editorial, España. 2005.

Pereira F. Juan C. Procesos de Fabricación por arranque de Viruta. Publicaciones de la Facultad de Ingeniería, Segunda Edición. Valencia Venezuela, 2006.

## **ANEXOS**

MATERIAL		CONDICIÓN	RESISTENCIA		DUREZA
			S <sub>Y</sub> (Mpa)	S <sub>U</sub> (Mpa)	HB
Aceros al Carbono	AISI 1020	Rolado	207	379	111
	AISI 1020	Recocido	296	414	121
	AISI 1040		290	496	144
	AISI 1050		338	620	180
	AISI 1340	Recocido	434	703	207
	AISI 3140	Recocido	462	655	187
	AISI 4130	Recocido	359	558	156
	AISI 4140	Recocido	414	655	197
	AISI 4340	Recocido	469	745	217
	AISI 5140	Recocido	290	572	167
	AISI 6150	Recocido	407	662	197
	AISI 8650	Recocido	386	717	212
Aceros Inoxidables	AISI 304	Recocido	241	586	--
	AISI 316	Recocido	207	552	--
	AISI 430	Recocido	276	517	--
	AISI 410	Recocido	276	517	--
Fundiciones	GRIS	Grado 40	--	276	--
	DUCTIL	Grado 80	379	552	--
Aluminio	3003	H14	145	152	--
Bronce	UNS C65500152		152	400	--

## **ANEXO A; Propiedades Mecánicas de Algunos Materiales.**

(Fuente: Pereira, 2004)

MATERIAL (RESISTENCIA ULTIMA)	HERRAMIENTA	DESBASTE			ACABADO		
		V <sub>c</sub>	F	d	V <sub>c</sub>	f	d
Acero (hasta 50 Kg/mm <sup>2</sup> )	Acero al Carbono	14	0,5	4	20	0,2	1,0
	Aceros Rápidos	22	1,0	10	30	0,50	1,0
	Carburos Sinterizados	150	2,5	15	250	0,25	1,0
Acero (50 – 70 Kg/mm <sup>2</sup> )	Acero al Carbono	10	0,5	4	15	0,20	1,0
	Aceros Rápidos	20	1,0	10	24	0,50	1,0
	Carburos Sinterizados	120	2,5	15	200	0,25	1,5
Acero (70 – 85 Kg/mm <sup>2</sup> )	Acero al Carbono	8	0,5	4	12	0,20	1,0
	Aceros Rápidos	15	1,0	10	20	0,50	1,0
	Carburos Sinterizados	80	2,0	15	141	0,20	1,5
Acero (85 – 100 Kg/mm <sup>2</sup> )	Aceros Rápidos	6	0,5	3	8	0,20	1,0
	Aceros Rápidos	12	1,0	8	16	0,50	1,0
	Carburos Sinterizados	30	0,6	5	50	0,15	1,0
NOTA: Unidades V <sub>c</sub> (m/min.); f (mm/Rev.); d (mm)							

## **ANEXO B: Parámetros de Corte Recomendados, Valores Máximas.**

(Fuente: Pereira, 2004)

OPERACIÓN	AVANCE (MM/REV.)	APLICACIÓN
Desbaste Gran Pasada.	1,00 - 1,50	Piezas con Grandes Aumentos de Material procedente Forjado y Fundición.
Desbaste con Pasada Corriente.	0,60 – 0,80	Piezas con Aumentos Prudenciales de Material
Desbaste Única.	0,40 – 0,60	Piezas que serán Rectificadas (Sin Afinar)
Desbaste con Pasada Ligera.	0,25 – 0,40	Piezas Pequeñas.
Acabado	0,05 – 0,20	Piezas Afinadas con Cuchillas.
Tronzado	0,02 – 0,10	Utilizar el 75 % de la Velocidad de Corte Recomendada en la Tabla N° XX
Moletado	0,02 – 0,1°	Utilizar la Velocidad de Corte mas Baja que se pueda en Torno

**ANEXO C: Rango de Avances Recomendados con Herramientas de Acero Rápido.**

(Fuente: Pereira, 2004)

## ECUACIONES BÁSICAS EN EL TORNEADO.

A) Velocidad de Corte.

$$v_c = \frac{\pi * D * N}{1000}$$

$$N = \frac{1000 * v_c}{\pi * D}$$

Donde:

**V<sub>C</sub>:** Velocidad de Corte (m/mm)

**N:** Velocidad Angular (RPM)

**D:** Diámetro (mm)

Para Cilindrado Cónico:

$$D = \frac{D_i + D_f}{2}$$

Para Tronzado y Refrentado:

$$D = D_i$$

B) Numero de Pasadas.

$$N_p = \frac{D_i - D_f}{2 * d}$$

Donde:

**D<sub>i</sub>:** Diámetro Inicial (mm).

**D<sub>f</sub>:** Diámetro Final (mm).

**N<sub>p</sub>:** Número de Pasadas.

C) Área de Corte. (Sección de Viruta)

D)

$$A = f * d$$

Donde:

f: Avance (mm).

d: Profundidad de Corte (mm).

A: Área de Corte (mm<sup>2</sup>).

E) Tasa de Remoción de Material.

F)

$$V = f * d * V_C$$

Donde:

f: Avance (mm).

d: Profundidad de Corte (mm).

V: Velocidad de Remoción de Material. (mm<sup>3</sup>/min.).

G) Velocidad de Avance Lineal.

$$f_r = N * f$$

Donde:

f: Avance (mm).

N: Velocidad de Rotación.

f<sub>r</sub>: Velocidad de Avance Lineal (mm/min.).

H) Tiempo de Mecanizado.

$$t_c = \frac{L}{f * N}$$

Donde:

L: Longitud total que recorre la Herramienta (mm).

f: Avance (mm).

t<sub>c</sub>: Tiempo de corte (min.).

I) Tiempo de Mecanizado.

$$t_C = \frac{\Phi_i}{2 * f * N}$$

Donde:

Φ<sub>i</sub>: Diámetro Inicial (mm).

T<sub>C</sub>: Tiempo de Corte (min.).

N: Velocidad de Rotación. (RPM).

f<sub>r</sub>: Velocidad de Avance Lineal (mm/min.).

NEXO D: Ecuaciones Básicas en el Torneado.  
(Fuente: Pereira, 2004)

## HOJA DE PROCESO

UNIVERSIDAD DE CARABOBO Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. Departamento: Materiales y Procesos de Fabricación	Plano de la Pieza:	Operador:	Cantidad de Piezas:
	Material de la Pieza:		
Nombre de la Pieza:	N° de Parte	Fecha:	Página 1/1
		04-02-2009	
HOJA DE PROCESO			
<pre> graph TD     A[Recepción de Material] --&gt; B[TORNEADO]     B --&gt; C[FRESADO]     C --&gt; D[LIMADO]     D --&gt; E[TALADRADO]     E --&gt; F[RECTIFICADO]     F --&gt; G{CONTROL DE CALIDAD}     G --&gt; H[DESPACHO]     G --&gt; I[SCRAP]     </pre>			
Dpto. DE PROCESOS DE FABRICACIÓN			HOJA 1/1
Elaborado por:	Revisado por:		Fecha:
JUAN C. PEREIRA F.	JUAN C. PEREIRA F.		04/02/2009

**HOJA DE RUTA.**

UNIVERSIDAD DE CARABOBO Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. Departamento: Materiales y Procesos de Fabricación					Plano de la Pieza:			Operador:		Cantidad de Piezas:		
					Material de la Pieza:							
Nombre de la Pieza:					N° de Parte:			Fecha: 04/02/2009			Página 1/1	
N°	Operación	Maquina	Herramienta	RPM	Profundidad de Pasada (mm)	Avance (mm)	N° de Pasadas	Vc	Tc	Tm	TPP	Tiempo Total
Op												
01												
03												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
Dpto. DE PROCESOS DE FABRICACIÓN								HOJA 1/1				
Elaborado por:					Revisado por:					Fecha: 04/02/2009		
JUAN C. PEREIRA F.					JUAN C. PEREIRA F.							