



INSTITUTO SUPERIOR
UNIVERSITARIO

supe

**GUÍA GENERAL DE ESTUDIO
DE LA ASIGNATURA DE
MÁQUINAS-HERRAMIENTAS**



Guía general de estudio de la asignatura de Máquinas-Herramientas

Ángel Isaac Simbaña Gallardo

Julio David Saquina Daquilema

2024

Esta publicación ha sido sometida a revisión por pares académicos específicos por:

Edison Javier Quinatoa Lema
Instituto Superior Universitario Cotopaxi

Corrección de estilo:

- Karla Jaramillo - Docente - Sucre
- Freddy Centeno - Docente - Sucre
- Ana Llumiquinga - Docente - Sucre

Diseño y diagramación:

- Ronny Chaguay - Docente - Sucre
- Diego Bonilla - Docente - Sucre

Primera Edición
Quito - Ecuador

ISBN: 978-9942-676-28-3

Esta publicación está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional.

Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0). Usted es libre de Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: Reconocimiento- debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. No Comercial-no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. Compartir igual-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual
4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)**

Usted acepta y acuerda estar obligado por los términos y condiciones de esta Licencia, por lo que, si existe el incumplimiento de algunas de estas condiciones, no se autoriza el uso de ningún contenido.



MISIÓN

Ser una Institución Superior Universitaria con estándares de calidad académica e innovación, reconocida a nivel nacional con proyección internacional.

VISIÓN

Formamos profesionales competentes con espíritu emprendedor, capaces de contribuir al desarrollo integral del país.

Índice

Presentación de la asignatura	6
Resultados del aprendizaje	6
UNIDAD 1 INTRODUCCIÓN A MÁQUINAS-HERRAMIENTAS.....	7
Conceptos y Definiciones Básicas	7
Evolución de las Máquinas-Herramientas.....	8
Herramientas para Procesos de Mecanizado	9
Geometría de la herramienta de corte	11
Afilado de Herramientas de Corte	12
UNIDAD 2 MECANISMOS EN LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTAS	13
Sistemas de Transmisión de Potencia Mecánica	13
Caja Norton.....	14
Relación de Transmisión.....	15
Elementos de accionamiento y de mando	16
Cálculo de relaciones de transmisión	16
UNIDAD 3: MÁQUINAS-HERRAMIENTAS	19
Torno Paralelo.....	19
Operaciones de Mecanizado en Torno	20
Roscas.....	21
Fresadora Universal.....	23
Operaciones de Mecanizado en Fresadora	24
Parámetros de Corte	25
Cálculo de operaciones de mecanizado	27
UNIDAD 4: ENGRANAJES	31
Rueda dentada.....	31
Proceso de fabricación de ruedas dentadas.....	31
Divisor Universal	31
Cálculo de Divisiones exactas y fraccionarias.....	32
Cálculo de divisiones fraccionarias en el divisor universal	33
Autoevaluación	35
Referencias Bibliográficas	39

Presentación de la asignatura

La asignatura de Máquinas-Herramientas se centra en el estudio de los principios, tipos, operaciones y aplicaciones de las máquinas utilizadas en procesos de mecanizado y fabricación de componentes mecánicos. Es necesario identificar los tipos de máquinas, como tornos y fresadoras, comprendiendo sus características, funciones y aplicaciones, además de la selección de herramientas y parámetros de corte. Las Máquinas-Herramientas constituyen la base de la fabricación mecánica, por lo que su comprensión es fundamental para los estudiantes de la Carrera de Electromecánica. Mediante esta asignatura, los estudiantes adquirirán conocimiento teórico y práctico para diseñar, fabricar y modificar componentes mecánicos con precisión, contribuyendo así con formación integral y preparación para el mercado laboral. De esta manera, estén en la capacidad de enfrentarse a desafíos reales en el ámbito industrial, donde el conocimiento práctico en mecanizado y fabricación es requerido.

Resultados del aprendizaje

Conoce sobre las máquinas herramientas y las normas de seguridad, para la operación de las máquinas herramientas.

Afila herramientas de corte según las operaciones por desarrollar.

Conoce el funcionamiento de sistemas de transmisión en mecanismos y desarrolla cálculos de transmisión.

Identifica las máquinas-herramientas torno y fresadora, también sus partes principales y operaciones.

Conoce medios de refrigeración requeridos para los procesos de mecanizado.

Identifica operaciones de mecanizado en Máquinas-Herramientas.

Realiza los cálculos para el mecanizado en el torno.

Realiza cálculos para el mecanizado de piñones en la fresadora.

Aplica el conocimiento de la teoría hacia la práctica.

UNIDAD 1 INTRODUCCIÓN A MÁQUINAS-HERRAMIENTAS

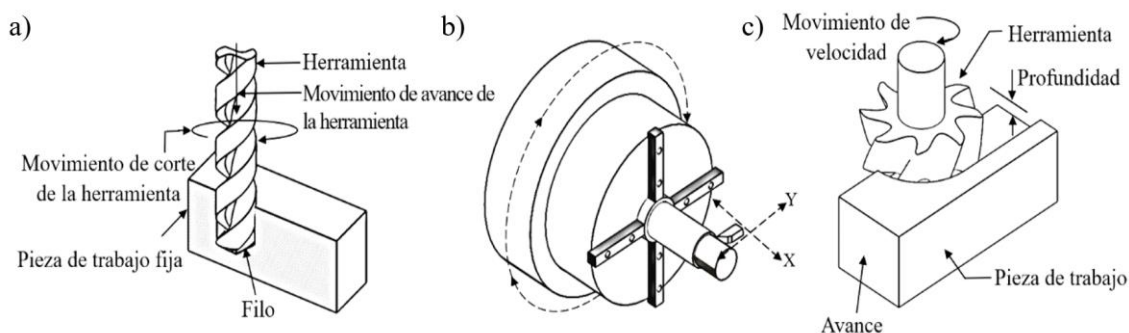
Conceptos y Definiciones Básicas

Un mecanismo es la interacción de componentes necesarios para producir un movimiento específico y traspasar una potencia. Un mecanismo llega a ser simple, como una palanca, o de mayor complejidad, teniendo un sistema de engranajes o una articulación robótica. Una aplicación más estructurada es una máquina, un dispositivo que utiliza energía para realizar un trabajo específico, transformando una fuerza para ejecutar movimientos mecánicos y también cumplir con actividades específicas (Baughman, 2023).

Una herramienta es un objeto que ayuda a las personas en el desarrollo de tareas manuales o mecánicas que superan las capacidades de estas personas. Se tiene herramientas manuales, como un martillo, o eléctricas, como un taladro. Una máquina-herramienta es una máquina diseñada para realizar operaciones de mecanizado utilizando herramientas de corte. Los tornos, fresadoras, taladros, rectificadoras, entre otras, son definidas en este tipo de máquinas, siendo fundamentales en la fabricación de componentes mecánicos. Una herramienta de corte es una herramienta que se ha creado para cortar materiales aplicando fuerza mecánica. Estas herramientas tienen aplicación en diferentes industrias de mecanizado, la carpintería, la metalurgia, entre otras (Baughman, 2023).

El mecanizado es el proceso de dar forma a un material removiendo una cantidad de viruta por medio de las herramientas de corte. El arranque de viruta consiste en utilizar la herramienta corta para arrancar virutas del material de trabajo y llegar a obtener la geometría definitiva de la pieza. Este proceso se realiza típicamente en máquinas-herramientas como tornos, fresadoras o taladros (Bartsch, 2021). La Figura 1 muestra esquemáticamente las operaciones fundamentales con arranque de viruta.

FIGURA 1
Operaciones de mecanizado a) perforado, b) torneado, c) fresado



Evolución de las Máquinas-Herramientas

Con el origen de las herramientas primitivas de baja complejidad hasta la actualidad, donde ya se consta de máquinas controladas por computadora, las máquinas-herramientas se han convertido en un pilar esencial en la industria manufacturera.

Primeros Inicios y la Revolución Industrial

Las primeras herramientas mecánicas se remontan a la antigüedad, con el torno de alfarero como uno de los ejemplos más tempranos. Sin embargo, la verdadera revolución en las máquinas herramientas comenzó con la Revolución Industrial en el siglo XVIII. Personajes como John Wilkinson y Henry Maudslay fueron pioneros en el desarrollo de máquinas herramientas más precisas y eficientes. Wilkinson desarrolló un torno que permitió la producción de cilindros de vapor más precisos para las máquinas de vapor de James Watt. Maudslay es conocido por sus mejoras en el torno de metal y por establecer los principios de la fabricación intercambiable de partes (Kalpakjian y Schmid, 2002).

La Era del Vapor y el Avance de la Producción en Serie

Con el avance generado por la Revolución Industrial, se empezó a utilizar vapor como energía para impulsar las máquinas-herramientas. Eli Whitney fue el precursor de una máquina que desmotaba algodón, con lo que contribuyó normalizar partes y procesos de producción en serie, lo que requería máquinas herramientas más precisas y versátiles.

El Siglo XX: Electrificación y Automatización

El siglo XX trajo consigo avances significativos en las máquinas herramientas, impulsados por la electrificación y la aparición de nuevos materiales. La invención del motor eléctrico permitió que las máquinas herramientas fueran más compactas y eficientes. Personajes como Frederick W. Taylor y Henry Ford aplicaron principios de ingeniería de precisión y producción en masa, lo que llevó a disponer de líneas de montaje, además de máquinas-herramientas con fines específicos.

La Manufactura Moderna

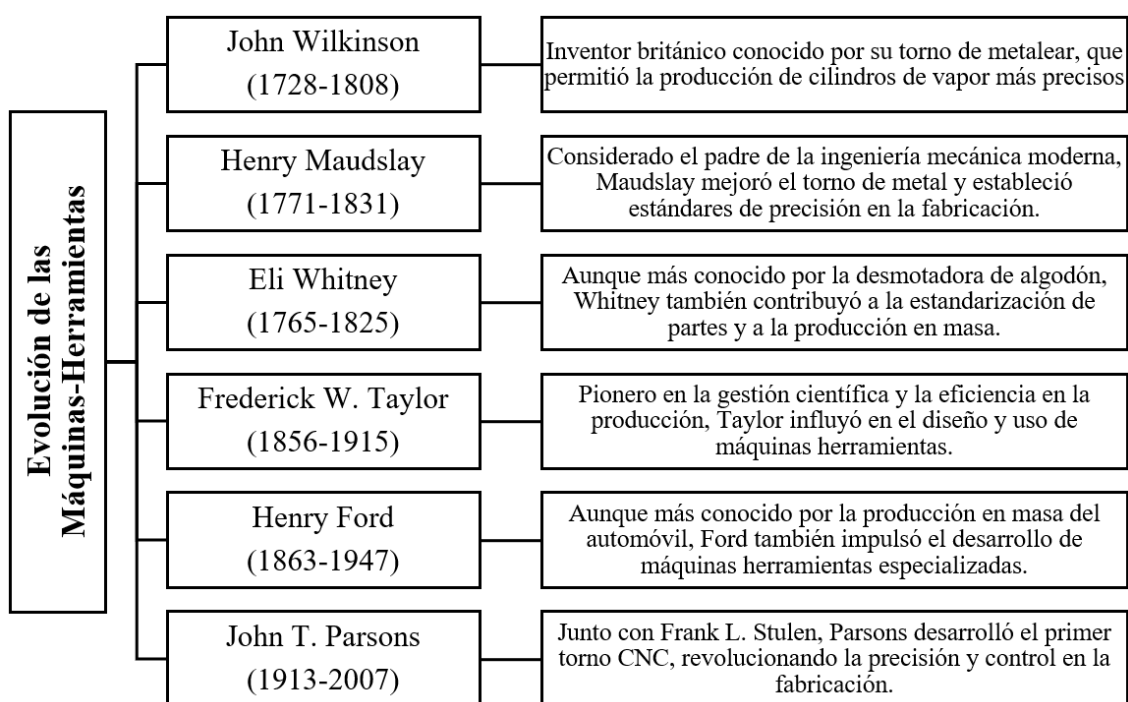
La revolución digital del siglo XX definió precedentes para la evolución de las máquinas-herramientas mediante el Control Numérico Computadorizado (CNC). John T. Parsons y Frank L.

Stulen fueron los primeros creadores de un torno CNC en 1950, alcanzando precisión y control que previamente no se evidenciaron en procesos de fabricación.

La máquinas-herramientas han tenido una evolución impulsada por la innovación tecnológica y la necesidad de mayor precisión y eficiencia en la fabricación. Desde los primeros tornos de metal hasta las máquinas CNC de hoy en día, las máquinas herramientas han sido fundamentales para el desarrollo de la industria manufacturera (López-Martínez et al., 2023). La Figura 2 enfatiza la importancia de los personajes que han dejado legado en el campo, cuyo trabajo continúa inspirando avances en la tecnología.

FIGURA 2.

Hitos y personajes destacados de la evolución de Máquinas-Herramientas



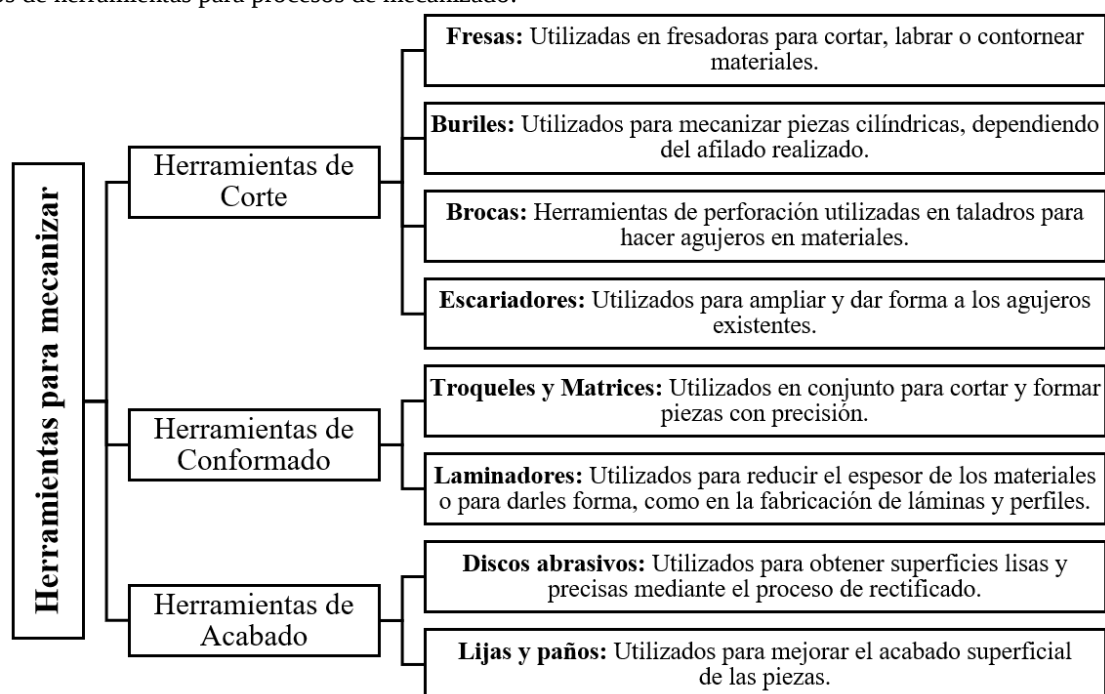
Herramientas para Procesos de Mecanizado

Es necesario utilizar herramientas de corte, diseñados para cortar materiales durante la fabricación, reparación o modificación de productos. Estas herramientas pueden tener diversas formas y tamaños según su función específica, y pueden ser manuales o mecánicas, como pueden incluir sierras o cuchillas, también encajan brocas, fresas, entre otros (Kalpakjian y Schmid, 2002).

Desde los simples instrumentos manuales hasta las sofisticadas máquinas controladas por computadora, estas herramientas han sido fundamentales para dar forma a los materiales y crear

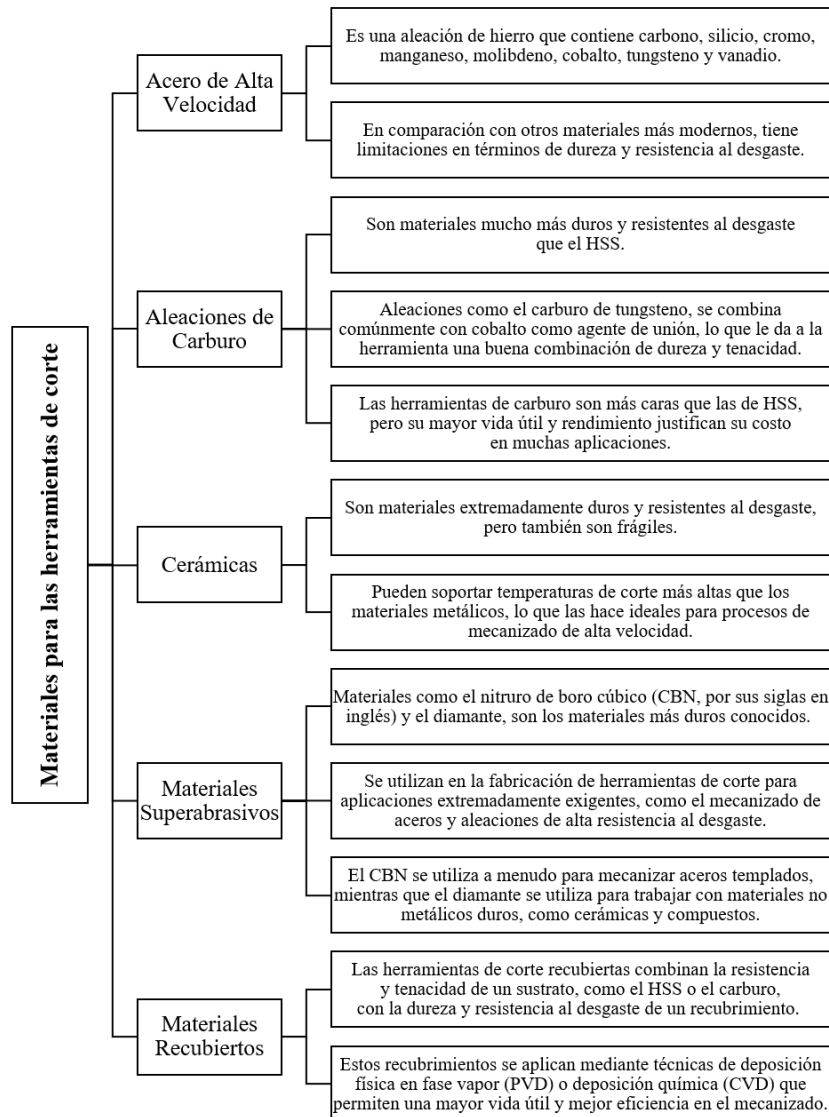
productos con precisión y eficiencia. Los antecedentes de estas herramientas data de la prehistoria, cuando los humanos utilizaban herramientas rudimentarias para tallar y dar forma a los materiales. Sin embargo, el verdadero punto de inflexión llegó con la Revolución Industrial, cuando se desarrollaron las primeras máquinas herramientas impulsadas por energía externa, como el vapor y más tarde la electricidad (Bartsch, 2021). La Figura 3 enlista las principales herramientas utilizadas en procesos de mecanizado.

Figura 3
Tipos de herramientas para procesos de mecanizado.



Los materiales para estas herramientas son seleccionados considerando la resistencia al deterioro y fricción, además en la manera en que retiene el filo. El provecho, tiempo útil y capacidad de trabajo con diferentes de materiales depende de la composición de estas herramientas. Son aleaciones de metales, como el acero rápido (HSS, por sus siglas en inglés), carburo de tungsteno (Widia), cerámica o diamante policristalino (PCD, por sus siglas en inglés). La elección de estos materiales depende del material a cortar, velocidad de corte, temperatura y durabilidad de la herramienta (Kalpakjian y Schmid, 2002). La Figura 4 enlista características para materiales que se usan actualmente en fabricación de estas herramientas.

Figura 4
Materiales para las herramientas de corte



Geometría de la herramienta de corte

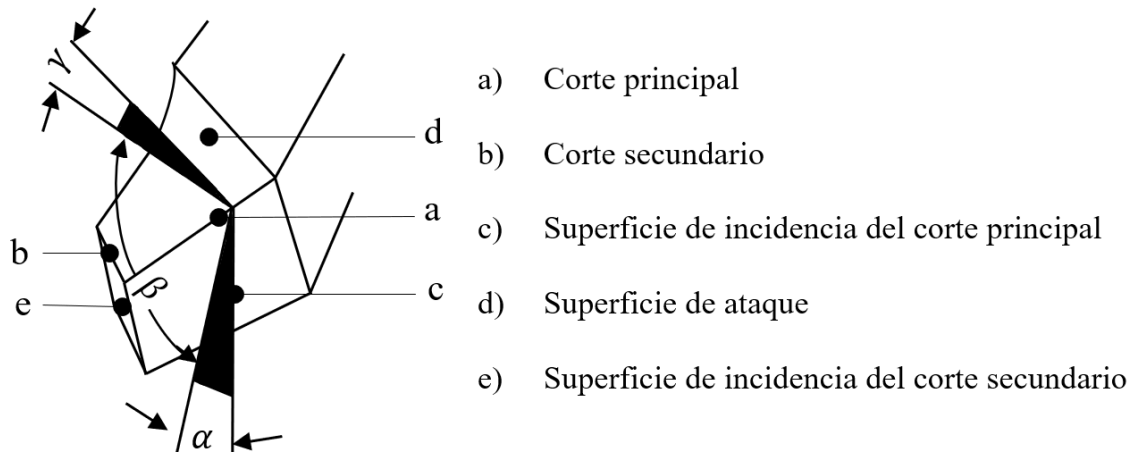
Los ángulos a los que se realiza el afilado en una herramienta de corte se generan por las superficies de corte de ésta respecto al elemento mecanizado. Estos ángulos permiten determinar el rendimiento de corte, calidad superficial y durabilidad. El ángulo de incidencia (α) se forma entre el perfil de esta herramienta y un plano perpendicular al área en que se trabaja. Un ángulo incidente amplio llega a producir un corte más agresivo, pero también se incrementa la fuerza y desgaste de la herramienta (Onysko et al., 2021).

El ángulo de desprendimiento (β) está entre las superficies de la herramienta y la de trabajo. Al incrementarlo se reduce la fricción y también la evacuación de virutas es mejor, aunque un valor en

exceso llega a atenuar el filo de corte. El ángulo de inclinación (γ) se forma con la cara de la herramienta y un plano perpendicular al avance de la herramienta. Está capacitado de incidir en la dirección de la fuerza de corte y el acabado superficial (Filippov et al., 2017). La Figura 5 presenta una herramienta de corte con la identificación de estos ángulos.

Figura 5

Nomenclatura en herramienta con filo cortante derecho



Afilado de Herramientas de Corte

A continuación, el archivo P1 que se adjunta en el enlace, presenta las fases de trabajo para el desarrollo del afilado de los buriles de acero HSS. <https://bit.ly/4baRg1r>

UNIDAD 2 MECANISMOS EN LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTAS

Sistemas de Transmisión de Potencia Mecánica

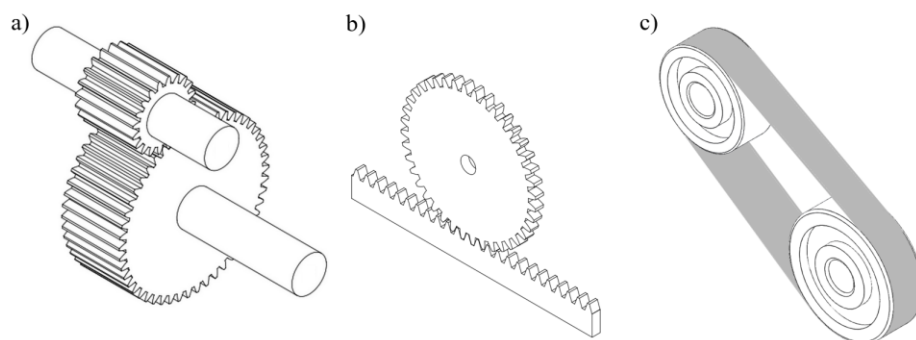
Un mecanismo que consta de una polea de forma cónica se denomina cono-polea y se encuentra en sistemas de transmisión de potencia donde se requiere cambiar la velocidad o la dirección de rotación de un eje. La forma cónica permite que una correa o una cadena se deslice hacia arriba o hacia debajo de la superficie cónica, para cambiar el radio efectivo de la polea y realizando la configuración para la velocidad de rotación del eje al que está conectada (Lent, 2021).

La cremallera y piñón es un tipo de mecanismo de transmisión de movimiento que consiste en una cremallera, que es una tira dentada plana, y un piñón, que es una rueda dentada. El piñón engrana con los dientes de la cremallera, lo que permite convertir el movimiento rotacional del piñón en movimiento lineal de la cremallera, o viceversa. Este mecanismo es comúnmente utilizado en sistemas de dirección de vehículos, en maquinaria industrial y en otros dispositivos donde se requiere una conversión eficiente entre movimiento rotacional y lineal (Kalpakjian y Schmid, 2002).

Un tren de engranajes es el conjunto de dos o más piñones conectados entre sí para transmitir movimiento rotacional de un eje a otro. Los piñones en un tren pueden tener diferentes tamaños y número de dientes, lo que permite ajustar la velocidad, el torque y la dirección de rotación entre los ejes conectados. Los trenes de engranajes se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde maquinaria industrial hasta sistemas de transmisión de automóviles (Bartsch, 2021). La Figura 6 muestra, en esquema, mecanismos de transmisión de potencia mecánica.

Figura 6

Mecanismos de transmisión de potencia a) piñón, b) piñón-cremallera, c) poleas

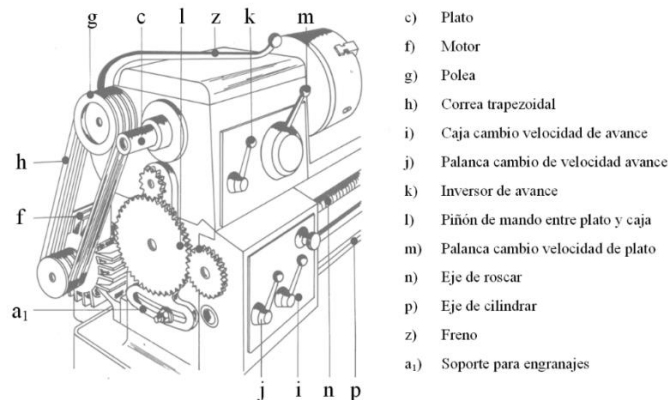


La ley general de los engranajes se refiere a los principios fundamentales que gobiernan la transmisión de movimiento y potencia a través de los engranajes. Estos principios incluyen la relación

entre el número de dientes de los engranajes y su tamaño, la dirección de rotación, la velocidad y el torque. La Figura 7 el medio para transmitir potencia en un torno utilizando diferentes mecanismos.

Figura 7

Transmisión de potencia mecánica en un torno paralelo.

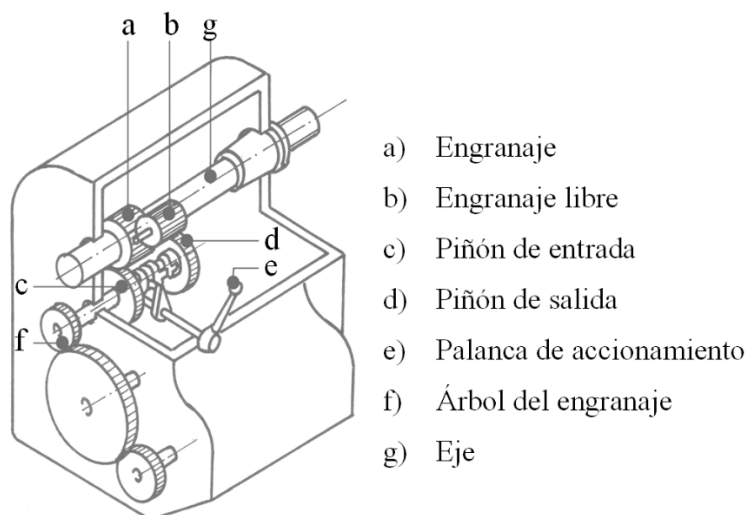


Caja Norton

Es una disposición establecida de componentes mecánicos utilizados en la transmisión de potencia, generalmente de tipo correa-polea. Una caja Norton consta de dos o más poleas conectadas por una correa que se enrolla alrededor de ellas y la característica distintiva es que una de las poleas puede desplazarse axialmente a lo largo de su eje. Este movimiento axial permite variar efectivamente el diámetro efectivo de la polea, lo que a su vez cambia la relación de transmisión entre las poleas y, por lo tanto, la velocidad de salida (Nayfeh y Nayfeh, 2010). La Figura 8 muestra en sección, una caja Norton para un torno convencional.

Figura 8

Caja Norton de un torno convencional.



Las cajas Norton son comúnmente utilizadas en aplicaciones donde se requiere una transmisión de potencia variable, como en máquinas herramienta donde se necesita configurar la velocidad rotacional dependiendo del mecanizado a realizar. Con el desplazamiento de una polea arriba o abajo, en su eje, es posible modificar esta relación de transmisión, alcanzando la velocidad de salida requerida sin tener que hacer el cambio de poleas.

Relación de Transmisión

Es un valor adimensional que relaciona las velocidad angular o par torsor de los componentes en un mecanismo, que se presenta en engranajes, poleas, cadenas, entre otros. Esta relación es necesario para comprender la manera en que se transforma el movimiento entre diferentes partes de un sistema mecánico.

Se obtiene respecto al tipo de sistema de transmisión, y generalmente es establecida como la relación entre la velocidad de salida (ω_{sal}) y la de entrada (ω_{ent}) o entre el momento torsor de salida (T_{sal}) y el de entrada (T_{ent}) (Mott, 2006).

Para tren de engranajes, la relación de transmisión (RT) se obtiene con el número de dientes del piñón conducido (N_2) y el número de dientes del pinón conductor (N_1), según la ecuación (1):

$$RT = \frac{N_2}{N_1} \quad (1)$$

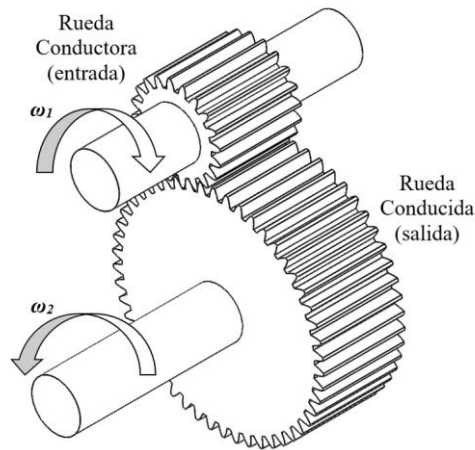
Para poleas, la relación de transmisión vincula el diámetro de la polea denominada como conducida (D_2), que transmite el movimiento a la carga y el diámetro de la polea motriz (D_1), es decir, la polea conectada al motor, con la ecuación (2):

$$RT = \frac{D_2}{D_1} \quad (2)$$

Para el mecanismo tornillo sin fin y un piñón helicoidal, se calcula como la relación entre el número de dientes y la cantidad de vueltas del tornillo. Para el sistema cremallera y piñón, se obtiene al relacionar el número de dientes del piñón y la longitud de la cremallera. La Figura 9 presenta la disposición de un tren de engranes con una entrada motriz y una flecha de salida.

Figura 9

Tren de engranajes con eje motriz y eje conducido.



Elementos de accionamiento y de mando

Los elementos de accionamiento y de mando en máquinas-herramienta son componentes esenciales que permiten controlar y operar estas máquinas de manera eficiente y precisa. El componente que proporciona la energía necesaria para hacer funcionar la máquina-herramienta es un motor eléctrico.

El motor permite el giro del husillo para que la herramienta de corte inicie a mecanizar.

Cuando es necesaria velocidad de corte variable, se utilizan sistemas de transmisión, para configurar la velocidad y fuerza. También se dispone de volantes de avance, mecanismos que permiten desplazar controladamente la herramienta en los ejes de la máquina, con avance longitudinal, transversal y vertical, dependiendo de la máquina-herramienta.

Siempre se dispone de tablero de control, un centro de mando para la máquina-herramienta, con controles que ajustan y configuran las operaciones de mecanizado. Se presentan botones, interruptores, pantallas para agilizar la programación y monitoreo de la máquina. Las palancas e interruptores son utilizados para la activación de funciones de la máquina-herramienta, encender y apagar el motor, cambiar la dirección de rotación, detener el movimiento en caso de emergencia.

Cálculo de relaciones de transmisión

Ejemplo 1. Relación de transmisión en una bicicleta

En una bicicleta, la relación de transmisión se establece respecto a los piñones sobre los que se acopla una cadena. Para una configuración de velocidad establecida, se tiene el mecanismo de pedaleo con

una rueda de 50 dientes y se utiliza un piñón de 25 dientes en la catalina. Calcular la relación de transmisión para este mecanismo.

Consideración: Para el cálculo de la relación de transmisión, se usa la ecuación (1).

Datos:

$$N_1 = 50 \text{ dientes}$$

$$N_2 = 25 \text{ dientes}$$

$$RT = ?$$

Resolución:

$$RT = \frac{N_2}{N_1}$$

$$RT = \frac{25 \text{ dientes}}{50 \text{ dientes}}$$

$$RT = \frac{1}{2}$$

Explicación: Una relación de transmisión de $1/2$ se interpreta de la siguiente manera, por cada vuelta completa del plato, el piñón hace dos vueltas completas.

Ejemplo 2: Poleas simples con correas

En la flecha de salida de un motor eléctrico está acoplada una polea de 50 mm de diámetro que se conecta mediante una banda con otro eje paralelo que consta con una polea de 100 mm de diámetro. Determinar la relación de transmisión de este sistema.

Consideración: La relación de transmisión se calcula con la ecuación (1).

Datos:

$$D_1 = 50 \text{ mm}$$

$$D_2 = 100 \text{ mm}$$

$$RT = ?$$

Resolución:

$$RT = \frac{D_2}{D_1}$$

$$RT = \frac{100 \text{ mm}}{50 \text{ mm}}$$

$$RT = 2$$

Explicación: Para este sistema, por cada vuelta completa que hace la polea anclada a la flecha de salida del motor eléctrico, la polea del eje paralelo hace media vuelta.

Ejemplo 3: Sistema de caja Norton

En un torno paralelo se dispone de una caja Norton, con velocidad rotacional más baja se consigue cuando la polea del motor de 180 mm se conecta hacia la conducida de 360 mm y sale al eje donde se acopla otra polea conducida de 60 mm de diámetro. Calcular la relación de transmisión de esta caja Norton.

Consideración: El cálculo de la relación de transmisión con poleas sigue el mismo procedimiento que el utilizado con piñones, aplicando la ecuación (1) entre las poleas consecutivas y obteniendo la relación de transmisión total al multiplicar estas relaciones de transmisión intermedias.

Datos:

$$D_1 = 180 \text{ mm}$$

$$D_2 = 360 \text{ mm}$$

$$D_3 = 60 \text{ mm}$$

$$RT = ?$$

Resolución:

$$RT_{12} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$RT_{12} = \frac{360 \text{ mm}}{120 \text{ mm}}$$

$$RT_{12} = 2$$

$$RT_{23} = \frac{D_3}{D_2}$$

$$RT_{12} = \frac{60 \text{ mm}}{360 \text{ mm}}$$

$$RT_{23} = \frac{1}{6}$$

$$RT_{total} = RT_{12} \cdot RT_{23}$$

$$RT_{total} = 2 \cdot \frac{1}{6}$$

$$RT_{total} = \frac{1}{3}$$

Explicación: Una relación de transmisión de $1/3$ significa que, por cada vuelta completa que hace la polea conductora, la polea conducida de salida hace tres vueltas completas.

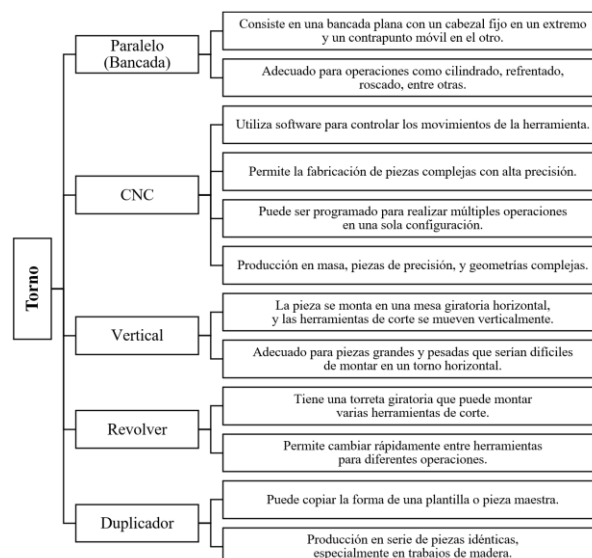
UNIDAD 3: MÁQUINAS-HERRAMIENTAS

Torno Paralelo

Es una máquina-herramienta usada para mecanizar elementos aprovechando el giro de ésta sobre su eje, insertando una herramienta de corte para dar forma a la pieza. Es de las máquinas-herramientas más antiguas en distintas operaciones de mecanizado por su capacidad de obtener elementos con alta precisión, con aplicaciones para todo tipo de industria, como la aeroespacial, médica y automotriz. Su principal utilidad es la elaboración de secciones cilíndricas, como ejes de diferentes diámetros, bocines, entre otros. Además, se pueden mecanizar piezas de maquinaria y componentes de motores mediante la generación de roscas externas e internas, para tornillos, tuercas y otros sujetadores (Gerling, 2006).

Los tornos más antiguos que se manipulaban manualmente, tenían un arco y cuerda para girar el elemento a mecanizar. Estos primeros tornos se utilizaban para realizar trabajo básico en madera y piedra. En la edad media, ya existió un torno que utilizaba un sistema de pedal para girar la pieza, así el operario tenía libres las manos para manejar la herramienta de corte, alcanzando mayor precisión y control. La llegada de la Revolución Industrial contribuyó al desarrollo de los tornos, acoplando una torreta que permitía la sujeción y el cambio rápido de herramientas de corte, lo que incrementó la eficiencia y la capacidad de producción en masa (Virasak, 2019). La Figura 10 describe las características en la clasificación de tornos utilizados actualmente en la industria.

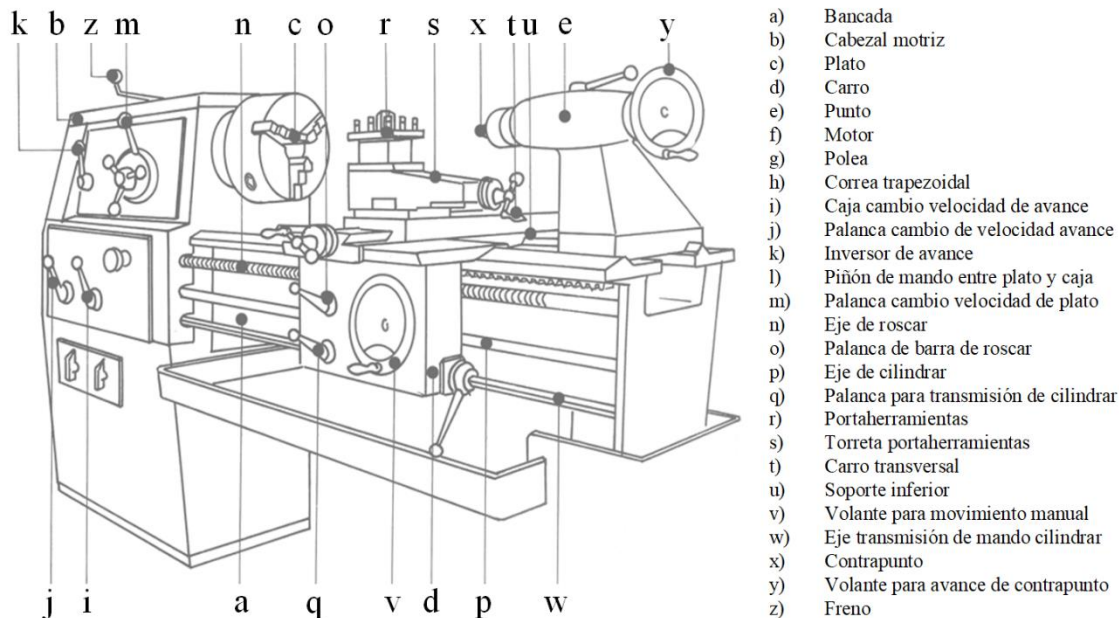
Figura 10.
Tipos de Torno



Cuando se dispuso de motores eléctricos, los tornos estaban en la capacidad de funcionar a velocidades más altas y con mayor precisión. Hasta la actualidad, con los tornos CNC ya integrando software y computadoras para controlar los movimientos de la herramienta de corte, se consiguió la fabricación de piezas con geometrías complejas y tolerancias precisas. Los tornos CNC son programables y pueden operar de forma autónoma, aumentando significativamente la productividad y la precisión (Hall, 2012). La Figura 11 esquematiza un torno paralelo con sus partes.

Figura 11

Partes de un torno paralelo



Operaciones de Mecanizado en Torno

Los procesos de mecanizado consisten en sujetar la pieza que se va a trabajar y hacerla girar mientras la herramienta de corte se desplaza en línea recta para darle forma. Una de las operaciones fundamentales es el cilindrado, que se emplea para disminuir el diámetro de una pieza cilíndrica y obtener una superficie lisa con el diámetro deseado. Esta operación se lleva a cabo moviendo la herramienta de corte a lo largo de la pieza de trabajo. Además de permitir la reducción del diámetro, el cilindrado también puede usarse para dar forma cónica a partes de la pieza. Aunque el cilindrado exterior es el más común, también es posible realizar mecanizado en el interior de la pieza. (Khujamkulov y Khusanjonov, 2022).

El refrentado es un proceso de mecanizado que se aplica a la superficie transversal del extremo de la pieza de trabajo, creando un plano perpendicular al eje. Esta operación es valiosa para establecer una superficie de referencia para futuros procesos. Otro procedimiento significativo es la creación de roscas, tanto internas como externas, en la pieza. Para esto, se emplea una herramienta de corte con la forma específica de la rosca, que se mueve progresivamente a lo largo del eje de la pieza (Bartsch, 2021).

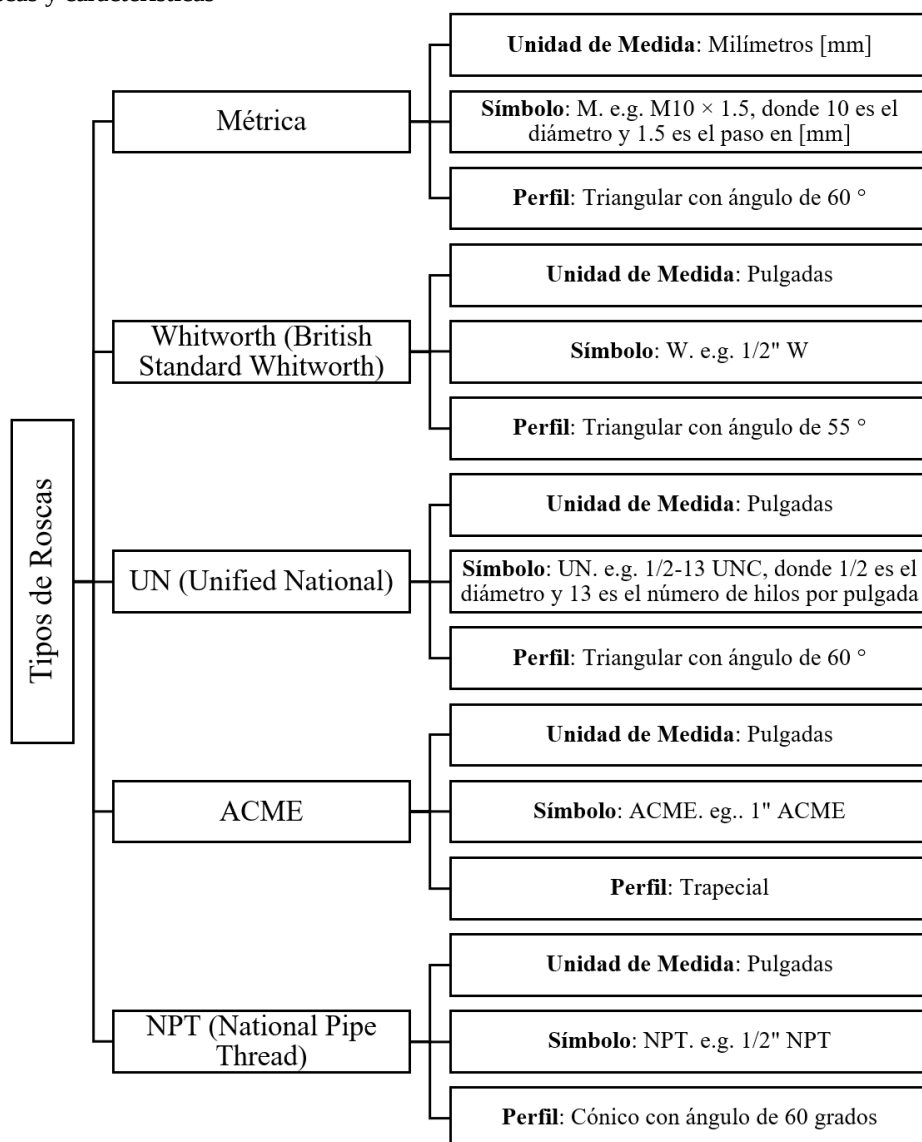
El ranurado consiste en crear una ranura en la superficie de la pieza de trabajo y se utiliza en diversas aplicaciones, como el alojamiento de chavetas, la lubricación o para mejorar el diseño de la pieza. Por otro lado, el tronzado se emplea para cortar la pieza de trabajo en secciones de longitud determinada. Esta operación se lleva a cabo con una herramienta que se mueve de forma radial hacia el centro de la pieza para realizar el corte. El siguiente enlace presenta el archivo P2 donde se encuentra el plano para realizar prácticas de mecanizado básico en el torno, además que se presentan las fases de trabajo para facilitar el desarrollo de esta actividad. <https://bit.ly/3VGkgd0>

Entre otras operaciones que el torno permite realizar está el taladrado, que implica hacer agujeros en el elemento utilizando una broca. Ésta es fijada en el contrapunto del torno montada en un portabrocas y se avanza hacia la pieza giratoria. También está la elección de realizar el moleteado que es el proceso de generación de una geometría sobre la superficie de la pieza de trabajo con una herramienta específica, en este caso denominada moleteador. Este patrón es requerido en ciertas aplicaciones donde se necesita proporcionar un mejor agarre en la pieza (Soos y Marek, 2020).

Roscas

Una rosca es una estructura helicoidal que se forma en la superficie exterior o interior de un cilindro, creando un perfil de cresta y valle continuo. Las roscas se utilizan principalmente para unir piezas mecánicamente, proporcionar movimiento lineal, y transmitir fuerza. Las roscas pueden encontrarse en tornillos, tuercas, y otros componentes de fijación (Luque-Romera, 2022). La Figura 12 enlista los diferentes tipos de roscas estandarizados con sus características y simbologías respectivas.

Figura 12
Tipos de roscas y características



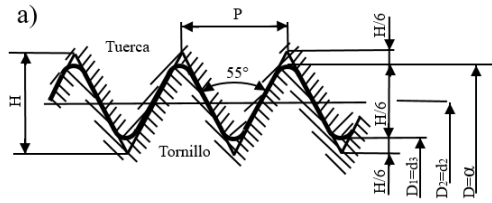
El mecanizado de roscas en el torno se realiza mediante una serie de pasadas de una herramienta de corte especializada. El proceso varía ligeramente dependiendo de si se trata de roscas métricas o en pulgadas. Para ello, se debe ajustar la caja de cambios del torno para el paso métrico o en hilos por pulgada deseado. Este proceso de mecanizado inicia realizado una primera pasada ligera para marcar la rosca y verificar su paso utilizando una galga o cuentahilos. A continuación, se incrementa la profundidad de corte gradualmente con cada pasada. Es recomendable verificar la rosca periódicamente con la galga, hasta alcanzar la profundidad requerida (Patel y Chauhan, 2020). La Figura 13 esquematiza una rosca Whitworth y métrica con los parámetros geométricos. En el enlace que se adjunta a continuación, el archivo P4 propone un plano para realizar operaciones complejas en

un torno paralelo y también están las fases de trabajo para los procesos de mecanizado.

<https://bit.ly/4baxOIA>

Figura 13

Parámetros para cálculos en roscas a) Withworth, b) métrica



$$H=0,96049P$$

$$D1=d3=D-1,3P$$

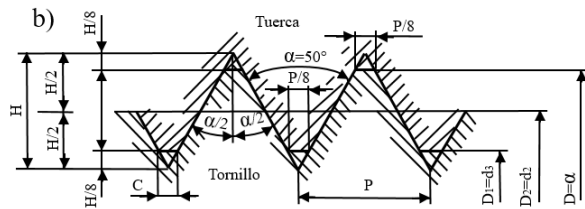
$$H1=h3=0,64P$$

$$D2=d2=D-0,54P$$

$$r=0,14P$$

$$H2=H1$$

$$\text{Truncamiento}=0,16P$$



$$H=0,56603P$$

$$H1=h3=0,55P$$

$$c=0,11P$$

$$D1=d3=D-1,3P$$

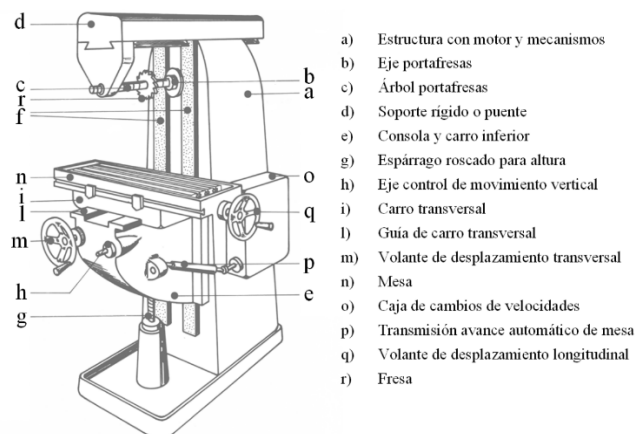
$$D2=d2=D-0,55P$$

Fresadora Universal

Es una máquina herramienta que se emplea para mecanizar piezas sólidas, cortando y dando forma a materiales como metal, madera, plásticos, entre otros. El mecanizado se realiza mediante el movimiento de una herramienta de corte llamada fresa, que retira material de la pieza de trabajo para darle la forma deseada. Este proceso se conoce como planeado y consiste en eliminar virutas del material utilizando una fresa. Las fresadoras pueden trabajar en múltiples ejes, permitiendo así el mecanizado de superficies complejas (Silva et al., 2023). La Figura 14 presenta las partes principales de una fresadora.

Figura 14

Partes de una fresadora.



Una fresadora universal combina las capacidades de una fresadora horizontal y una fresadora vertical, ofreciendo así una gran versatilidad para una amplia gama de operaciones de mecanizado. Este tipo de fresadora permite ajustar el husillo y la mesa en varios ángulos, lo que la hace ideal para trabajar con piezas que requieren múltiples configuraciones y operaciones complejas. Es posible ejecutar diferentes operaciones de fresado, como cortes simples en planos, hasta perfiles complejos en ángulos múltiples. Esta máquina es de gran utilidad para talleres y fábricas que necesitan adaptarse rápidamente a diferentes tipos de trabajos y piezas.

El cabezal de la fresadora universal puede girar en diferentes ángulos, lo que permite fresar superficies inclinadas y realizar cortes en varios planos. En algunas máquinas, la mesa de trabajo puede girar, además de desplazarse longitudinalmente, transversalmente y verticalmente. Esta capacidad de movimiento adicional permite trabajar con ángulos y realizar cortes más complejos. La fresadora universal tiene un husillo que puede ajustarse para trabajar en orientaciones tanto horizontales como verticales. Las fresadoras universales están equipadas con una caja de engranajes que permite cambiar las velocidades de corte, adaptándose así a diferentes materiales y tipos de operaciones (Silva et al., 2023).

Operaciones de Mecanizado en Fresadora

El planeado superficial es un tipo de mecanizado en el que se trabaja una superficie plana, por medio de una fresa de superficie, que puede ser de botón o de insertos para planear, que se mueve a lo largo de la superficie del material para crear una cara plana y lisa. Este proceso permite obtener superficies planas precisas en componentes que requieren un buen ajuste con otras piezas, como bases de maquinaria o componentes de precisión (Son et al., 2023). A continuación, en el enlace se encuentra disponible el archivo P3, con un plano para el desarrollo de operaciones básicas de mecanizado utilizando la fresadora, incluyendo las fases de trabajo. <https://bit.ly/3yYUub0>

Otro proceso de mecanizado en la fresadora es el planeado lateral o de contorno, un proceso donde la herramienta de corte incide en los lados de la pieza de trabajo. En lugar de trabajar en la superficie plana, la fresa mecaniza los laterales del material. Este método es utilizado para crear bordes rectos, ranuras, perfiles y contornos en los laterales de una pieza. El siguiente enlace contiene el archivo P5

donde se presenta un plano para complementar la práctica de mecanizado en fresadora con operaciones complejas, también presentando las fases de trabajo. <https://bit.ly/3Rvqb2e>

Parámetros de Corte

Velocidad de Corte

Es un parámetro que describe la relación entre la herramienta de corte y la pieza de trabajo durante el proceso de mecanizado, medido como longitud por unidad de tiempo. Este parámetro es crucial en el mecanizado, ya que influye en la tasa de remoción de material, la calidad de la superficie de la pieza, la durabilidad de la herramienta y la generación de calor. La velocidad de corte depende del material de la pieza y también del tipo de herramienta de corte, la profundidad de corte, entre otros valores que están ya tabulados (Soos y Marek, 2020). La velocidad de corte (V_c) es directamente proporcional al diámetro ($\emptyset$) y la velocidad rotacional (N), y es calculada mediante la ecuación (3):

$$V_c = \frac{\emptyset \cdot \pi \cdot N}{1000} \quad (3)$$

Tiempo de mecanizado

Se refiere al tiempo total que se necesita para completar una operación de mecanizado en una pieza. Aquí se consideran diferentes fases del proceso, como el tiempo de corte y avance, además del tiempo de preparación y cambio de herramienta. El tiempo de mecanizado (t) se puede calcular relacionando la longitud a mecanizar (L) respecto al avance (f) y la velocidad rotacional (N), utilizando la ecuación (4):

$$t = \frac{L}{f \cdot N} \quad (4)$$

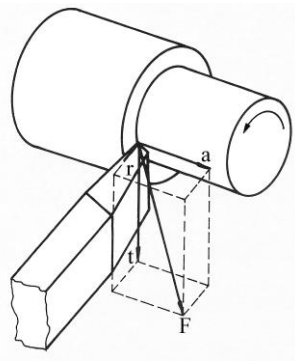
Cinemática del corte

La fuerza de corte es la aplicación de una carga de parte de la herramienta de corte sobre la pieza a mecanizar. Es perpendicular a la dirección de avance de la herramienta y se relaciona con la resistencia del material. Es necesario analizar este parámetro porque incide en la precisión dimensional de la pieza, estabilidad del proceso y durabilidad. El control correcto de este parámetro determina la deformación de la pieza, vibración excesiva y otros problemas durante el mecanizado (Kalpakjian y Schmid, 2002).

Las trayectorias de la herramienta de corte durante un mecanizado generan fuerzas de reacción del material sobre la herramienta, por lo que la fuerza de corte es la necesaria para contrarrestar la sumatoria de tres fuerzas. La fuerza de mayor significancia es la fuerza tangencial (F_t) que es la que demanda mayor potencia la realizar el mecanizado debido a que la resistencia que tiene el material a ser cortado y es tangente a la superficie. Luego está una fuerza axial (F_a) que sigue la dirección del eje del material mecanizado y se presenta adicionalmente una fuerza radial (F_r), en oposición a la penetración en sentido circular de la herramienta de corte (Roldán-Viloria, 2019). La Figura 15 muestra la presencia de las fuerzas durante un proceso de mecanizado

Figura 15

Descomposición de fuerzas contrarias a la fuerza de corte.



La fuerza de corte (F) es proporcional a la profundidad de corte (a) y al avance de la máquina (f), y se debe considerar la fuerza específica de corte (K_s). Este valor se calcula utilizando la siguiente ecuación (5):

$$F = K_s \cdot a \cdot f \quad (5)$$

La fuerza específica de corte representa la fuerza necesaria por unidad de sección de viruta eliminada.

En el siguiente enlace, se pueden consultar los normogramas correspondientes a diversos procesos de mecanizado para los materiales más comunes en la industria. <https://bit.ly/3KIEUD4>

Dinámica del corte

La potencia de corte es la energía requerida para efectuar el trabajo de corte durante el proceso de mecanizado. Esta potencia depende de la velocidad de corte y la fuerza de corte, y se expresa en unidades de potencia. Es un indicador del consumo energético de la máquina herramienta durante el proceso y puede emplearse para evaluar la capacidad de la máquina, la eficiencia del proceso y la carga en el sistema de accionamiento. (Roldán-Viloria, 2021). La potencia de corte (P) depende del

producto entre la fuerza de corte [kgf] y la velocidad de corte [m/min], además de considerar la eficiencia del motor eléctrico de la máquina (η). Se calcula utilizando la ecuación (6):

$$P = \frac{F \cdot V_c}{4500 \cdot \eta} [Cv] \quad (6)$$

Cálculo de operaciones de mecanizado

Ejemplo 1. Tiempo de mecanizado

Determinar el tiempo que se necesita para dar una pasada de cilindrado en un eje de 60 mm de diámetro y 3 m de longitud, de un material que tiene velocidad de corte de 40 m/min, montado en un torno configurado a un avance de 0.5 mm.

Consideración: Para el cálculo del tiempo de mecanizado, se aplica la ecuación (4) sin embargo, ésta depende de la velocidad rotacional del torno, por lo que se inicia aplicando la ecuación (3).

Datos:

$$\varnothing = 60 \text{ mm}$$

$$L = 3 \text{ m}$$

$$V_c = 40 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$f = 0.5 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$$

Resolución:

$$V_c = \frac{\varnothing \cdot \pi \cdot N}{1000}$$

$$N = \frac{40 \frac{\text{m}}{\text{min}} \cdot 1000}{60 \text{ mm} \cdot \pi}$$

$$N = 212 \text{ rpm}$$

$$t = \frac{L}{f \cdot N}$$

$$t = \frac{3000 \text{ mm}}{0.5 \frac{\text{mm}}{\text{rev}} \cdot 212 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}$$

$$t = 28.3 \text{ minutos}$$

Explicación: Para mecanizar un eje con un material que tiene una velocidad de corte de 40 m/min, un diámetro de 60 mm y una longitud de 3 m, se necesitan 28.3 minutos utilizando un avance de 0.5 mm por cada revolución de la máquina.

Ejemplo 2. Fuerza de corte

Es necesario torneear un eje de acero de transmisión usando una velocidad de corte de 38 m/min y una velocidad de 590 rpm hasta alcanzar un diámetro de 17 mm. Esto se logrará mediante una pasada inicial de desbaste y una pasada final con una profundidad de corte de 0.5 mm, con avances de 1.6 mm y 0.2 mm, respectivamente. Se requiere determinar lo siguiente:

- a) El diámetro inicial del eje.
- b) La fuerza de corte para cada pasada.
- c) La fuerza de corte total del proceso.

Consideración: Para determinar el diámetro del eje, se debe usar la ecuación (3), ya que es la única que contiene esta variable. Además, para calcular la fuerza de corte, se utiliza la ecuación (5), siendo necesario obtener el valor de K para el acero de transmisión (AISI 1018), con 480 kgf/mm² y 140 kgf/mm² para avances de desbaste y acabado, respectivamente. valores analizados en los normogramas disponibles en: <https://bit.ly/3KIEUD4>

Datos:

AISI 1018

$$V_c = 38 \frac{m}{min}$$

$$N = 590 \text{ rpm}$$

$$\phi_f = 17 \text{ mm}$$

$$a = 0.5 \text{ mm}$$

$$f_{desb} = 1.6 \frac{mm}{rev}$$

$$f_{acab} = 0.2 \frac{mm}{rev}$$

$$a) \phi_i = ?$$

$$b) F_{desb} = ?$$

$$F_{desb} = ?$$

$$c) F_{total} = ?$$

Resolución:

$$V_c = \frac{\phi_i \cdot \pi \cdot N}{1000}$$

$$\phi_i = \frac{38 \frac{m}{min} \cdot 1000}{590 \text{ rpm} \cdot \pi}$$

$$\phi_i = 20.5 \text{ mm} \quad (a)$$

$$F_{desb} = K_s \cdot a \cdot f_{desb}$$

$$F_{desb} = 480 \frac{kgf}{mm^2} \cdot 0.5 \text{ mm} \cdot 1.6 \frac{mm}{rev}$$

$$F_{desb} = 384 \text{ kgf} \quad (b)$$

$$F_{acab} = K_s \cdot a \cdot f_{acab}$$

$$F_{acab} = 140 \frac{kgf}{mm^2} \cdot 0.5 \text{ mm} \cdot 0.2 \frac{mm}{rev}$$

$$F_{acab} = 14 \text{ kgf} \quad (b)$$

$$F_{total} = F_{desb} + F_{acab}$$

$$F_{total} = 394 \text{ kgf} \quad (c)$$

Explicación: El diámetro inicial considera los parámetros operacionales antes de iniciar el mecanizado, estableciendo una medida de 20.5 mm. Con los valores de las fuerzas de corte, es posible afirmar que, en el desbaste el material opone mayor resistencia, además el avance es mayor, lo que demanda más fuerza. Esto se diferencia con la fuerza de corte para acabado, que es menor, llegando a determinar que la fuerza de corte necesaria para este mecanizado es de 394 kgf.

Ejemplo 3. Cinemática del corte

En un torno con una potencia de 2 HP, se va a mecanizar un eje de acero con una resistencia de 98 kgf/mm², requiriendo 12000 N en la primera pasada, 8500 N en la segunda pasada y 3200 N en la pasada de acabado. Los avances utilizados son 2.4 mm/rev, 1.6 mm/rev y 0.5 mm/rev, respectivamente. La herramienta de corte puede aplicar hasta 2.8 mm de profundidad. Se necesita determinar lo siguiente:

- Las profundidades máximas para cada pasada.
- El número total de pasadas.

Consideración: Para calcular la profundidad máxima de corte en cada pasada, se utiliza la ecuación (4), que incluye esta variable. Luego, para determinar el número de pasadas necesarias en el mecanizado, se relaciona esta profundidad obtenida con el valor máximo establecido para la herramienta de corte, que es de 2.8 mm.

Datos:

$$P = 2 \text{ HP}$$

$$K = 98 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2}$$

$$F_1 = 12000 \text{ N}$$

$$F_2 = 8500 \text{ N}$$

$$F_3 = 3200 \text{ N}$$

$$f_1 = 2.4 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$$

$$f_2 = 1.6 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$$

$$f_3 = 0.5 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$$

$$a) a_1 = ?$$

$$a_2 = ?$$

$$a_3 = ?$$

$$b) \text{No. Pasadas} = ?$$

Resolución:

$$F_{desb} = K_s \cdot a \cdot f$$

$$a = \frac{F}{K \cdot s}$$

$$a_1 = \frac{12000 \text{ N} \cdot \frac{1 \text{ kgf}}{9.8 \text{ N}}}{98 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \cdot 2.4 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}}$$

$$a_1 = 5.2 \text{ mm (a)}$$

$$a_2 = \frac{8500 \text{ N} \cdot \frac{1 \text{ kgf}}{9.8 \text{ N}}}{98 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \cdot 1.6 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}}$$

$$a_2 = 5.53 \text{ mm (a)}$$

$$a_3 = \frac{3200 \text{ N} \cdot \frac{1 \text{ kgf}}{9.8 \text{ N}}}{98 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \cdot 0.5 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}}$$

$$a_3 = 6.66 \text{ mm (a)}$$

$$\text{No. Pasadas} = \frac{a}{2.8 \text{ mm}}$$

$$NP_1 = \frac{5.2 \text{ mm}}{2.8 \text{ mm}}$$

$$NP_1 = 1.85 \approx 2 \text{ pasadas (b)}$$

$$NP_2 = \frac{5.53 \text{ mm}}{2.8 \text{ mm}}$$

$$NP_2 = 1.98 \approx 2 \text{ pasadas} \quad (b)$$

$$NP_3 = \frac{6.66 \text{ mm}}{2.8 \text{ mm}}$$

$$NP_2 = 2.38 \approx 3 \text{ pasadas} \quad (b)$$

Explicación: La profundidad de corte es directamente proporcional a la fuerza de corte, pero inversamente proporcional al avance. Bajo las condiciones de trabajo, se deben realizar 7 pasadas en total con los parámetros de mecanizado respectivos.

UNIDAD 4: ENGRANAJES

Rueda dentada

Es un componente mecánico circular que tiene dientes en su circunferencia, dientes diseñados para engranar con los dientes de otra rueda dentada o con un piñón. Se utiliza principalmente para transmitir movimiento y fuerza de un eje a otro mediante el engranaje de los dientes. Por otro lado, un piñón es un tipo específico de rueda dentada que se distingue por tener pocos dientes en comparación con una rueda dentada estándar. Los piñones suelen ser más pequeños y están diseñados para engranar con una cadena, correa o una rueda dentada más grande (Gerling, 2006).

Proceso de fabricación de ruedas dentadas

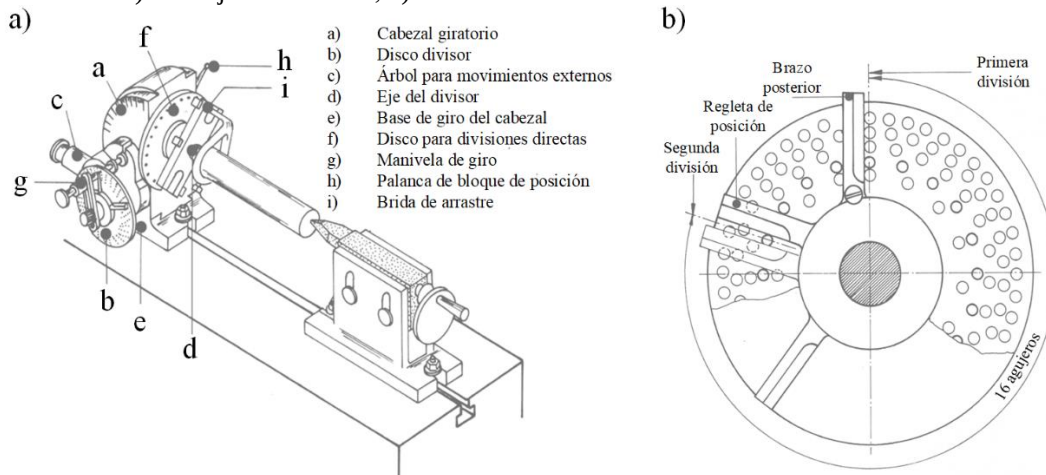
El proceso inicia definiendo un diseño del piñón, especificando el material, dimensiones, número de dientes, además de características técnicas necesarias (Kalpakjian y Schmid, 2002). De esta manera, se elige el material adecuado para el piñón, que puede ser acero al carbono, acero aleado, acero inoxidable u otros materiales dependiendo de los requisitos de resistencia, durabilidad y aplicación del piñón.

El mecanizado empieza con una pieza de material en bruto que puede ser una barra o un bloque del material seleccionado. Esta pieza se corta inicialmente para formar una pieza con la forma básica del piñón. La forma específica de los dientes del piñón se crea mediante procesos de mecanizado utilizando herramientas especializadas para cortar los perfiles de los dientes, como fresas modulares.

Divisor Universal

Un divisor universal es una herramienta utilizada en la fabricación y mecanizado de piezas, especialmente en fresadoras y tornos. Permite dividir una circunferencia en un número determinado de partes iguales, lo cual es fundamental para el mecanizado preciso de engranajes, piñones, y otras piezas geométricas (Bagiran, 2023). La Figura 15 muestra el montaje del divisor en la mesa de una fresadora, además de esquematizar un disco divisor, que tiene una cantidad determinada de agujeros a cierta distancia radial.

Figura 16
Divisor universal a) montaje en fresadora, b) disco divisor



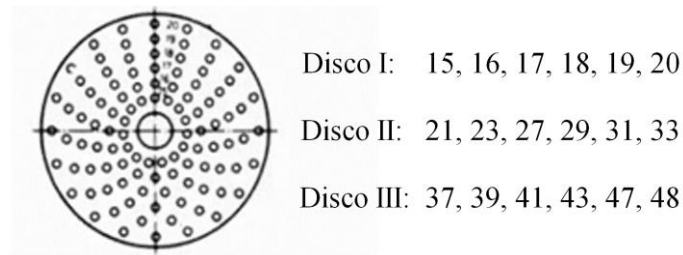
Cálculo de Divisiones exactas y fraccionarias

El divisor universal cuenta con 40 divisiones internas a lo largo de su diámetro que se acoplan por cada revolución del disco, posiciones en las que puede girar para realizar divisiones exactas, es decir, una revolución completa del divisor se obtiene al realizar 40 vueltas en el disco. Para realizar divisiones exactas con un divisor universal, primero se debe determinar el número de divisiones, considerando que el resultado debe ser un submúltiplo de 40 (Dragol et al., 2021). Este valor de 40 se considera como una constante, por lo que la cantidad de vueltas (v) que se debe dar en el plato del divisor en cualquier posición en función de las divisiones (z) se determina con la ecuación (7):

$$v = \frac{40}{z} \quad (6)$$

Por tanto, debiendo conseguir 2, 4, 5, 8, 10, 20 o 40 divisiones, la manivela puede completar un número entero de giros respectivamente iguales a 20, 10, 8, 5, 4, 2 y 1. Para realizar divisiones fraccionarias, el manejo del divisor sigue siendo igual, haciendo girar la manivela y con ella el eje del tornillo sin fin, que engrana con la rueda helicoidal dispuesta axialmente con la pieza. La rotación está definida por el número de giros y fracción de giros que debe recorrer la manivela y es determinada seleccionando los agujeros pertinentes de un disco específico. La Figura 15 presenta la geometría de un disco divisor, que viene en tres tipos con los agujeros que se indican.

Figura 17
Divisor universal



Si la fracción $40/z$ es propia, es decir, z es mayor que 40, da directamente la fracción de giro que se debe hacer completar a la manivela. Si la fracción $40/z$ es impropia, es decir z es menor que 40, ésta puede ser descompuesta en la suma de un número entero, que indica el número de giros completos que debe completar la manivela, más una fracción propia, que indica la fracción de giro que se debe añadir a cada subdivisión. El plano P6 que se encuentra en el enlace que se comparte a continuación propone realizar operaciones de mecanizado utilizando el divisor universal para la generación de polígonos y ruedas dentadas, detallando las fases de trabajo. <https://bit.ly/3L5CG0Z>

Cálculo de divisiones fraccionarias en el divisor universal

Ejemplo 1. Fracción propia

Determinar el desplazamiento que se requiere girar la manivela del divisor para mecanizar un piñón de 76 dientes.

Consideración: Con la ecuación (7) es posible establecer el desplazamiento angular de la manivela, para divisiones exactas o fraccionarias, siendo importante indicar que la expresión debe presentarse siempre como la fracción más simplificada posible.

Datos:

$z = 76 \text{ dientes}$

$v = ?$

Resolución:

$$v = \frac{40}{z}$$

$$v = \frac{40}{76}$$

$$v = \frac{10}{19}$$

Explicación: Se debe verificar que el denominador coincida con una cantidad de agujeros de los discos descritos. Para este caso, el Disco I tiene 19 agujeros, por lo cual, para realizar cada mecanizado se debe desplazar radialmente 10 espacios en esta selección.

Ejemplo 2. Fracción impropia

Si se necesita mecanizar un polígono de 6 lados iguales utilizando un divisor universal, determinar el desplazamiento radial de la manivela y el disco adecuado.

Consideración: Para el cálculo de divisiones de polígonos, se sigue considerando la ecuación (7).

Datos:

$$z = 6 \text{ dientes}$$

$$v = ?$$

Resolución:

$$v = \frac{40}{z}$$

$$v = \frac{40}{6}$$

$$v = \frac{36}{6} + \frac{4}{6}$$

$$v = 6 + \frac{2}{3}$$

Explicación: En este caso, se determinó el número entero más próximo a 40 al dividirlo para 6, en este caso obteniendo 6 vueltas como entero, mientras que sobra 4/6 de vuelta. Al no disponer de un disco de 3 agujeros, se aplica producto unitario, multiplicando y dividiendo por el mismo valor para no alterar la fracción, hasta obtener un denominador con el número de agujeros disponible. Entonces, al multiplicar por 6 se obtiene 12/18, teniendo que complementar las 6 vueltas con un desplazamiento de 12 espacios en el disco de 18 agujeros.

$$v = 6 + \frac{2}{3} \cdot \frac{6}{6}$$

$$v = 6 + \frac{12}{18}$$

Autoevaluación

I. REACTIVO DE OPCIÓN MÚLTIPLE

Indicador esencial de evaluación: Conoce los principios básicos de herramientas de corte, mecanismos de transmisión de potencia, Máquinas-Herramientas y mecanizados.

1. ¿Quién es el personaje reconocido por su aporte a la fabricación de piezas intercambiables y las mejoras en el torno de metal durante la Revolución Industrial?
 - a) Eli Whitney
 - b) Frederick W. Taylor
 - c) John T. Parsons
 - d) Henry Maudslay
2. ¿Qué tecnología de control desarrollada en el siglo XX representó un avance significativo en la evolución de las máquinas-herramienta?
 - a) Producción en masa
 - b) Motor eléctrico
 - c) Control Numérico Computarizado (CNC)
 - d) Vapor
3. ¿Cuál de estos materiales de herramientas de corte es conocido por su alta resistencia al desgaste y su capacidad para trabajar con una amplia gama de materiales?
 - a) Diamante policristalino (PCD)
 - b) Cerámica
 - c) Carburo de tungsteno (Widia)
 - d) Acero rápido (HSS)
4. ¿Qué ocurrirá probablemente si el ángulo de ataque (α) de una herramienta de corte es aumentado?
 - a) Debilita el filo de corte y mejora la calidad superficial.
 - b) El corte es más agresivo y la fuerza de corte disminuye.
 - c) El corte es más agresivo, pero aumenta el desgaste de la herramienta.
 - d) Mejora la evacuación de virutas y reduce la fricción.
5. ¿Qué distingue a una caja Norton en un sistema de transmisión de tipo correa-polea?
 - a) Usa engranajes y una cadena para cambiar la velocidad.
 - b) Usa un piñón y una cremallera para cambiar el movimiento rotacional a lineal.
 - c) Tiene una correa que se puede ajustar en longitud.
 - d) Tiene una polea que se desplaza axialmente para variar el diámetro efectivo.
6. ¿Cómo se calcula la Relación de Transmisión en un sistema de poleas?

- a) La diferencia entre las velocidades angulares.
 - b) La proporción entre el número de revoluciones de la polea motriz y la polea conducida.
 - c) La relación entre la longitud y el número de dientes.
 - d) La proporción entre el diámetro de la polea conducida y el de la polea motriz.
7. ¿Cuál es la función principal del husillo en una máquina-herramienta?
- a) Ajustar la velocidad y el torque de la máquina.
 - b) Sostener la herramienta de corte y girar para mecanizar
 - c) Permitir el movimiento a lo largo de los ejes.
 - d) Proporcionar la energía necesaria para la máquina.
8. ¿Qué componente se encuentra en el panel de control y se utiliza para cambiar la dirección de rotación del husillo?
- a) Los volantes de avance.
 - b) Las pantallas táctiles.
 - c) Las palancas y botones.
 - d) Los sistemas de transmisión.
9. ¿Qué operación en el torno permite mecanizar una superficie plana en el extremo de un eje, generando un plano perpendicular al giro?
- a) El ranurado.
 - b) El cilindrado.
 - c) El refrentado.
 - d) El tronzado.
10. ¿Qué proceso de fresado permite trabajar en superficies planas y obtener caras lisas y precisas en componentes?
- a) El planeado lateral.
 - b) El taladrado.
 - c) El moleteado.
 - d) El planeado superficial.
11. ¿Qué debe considerarse primero al usar un divisor universal para realizar divisiones exactas?
- a) El tipo de material de la pieza a mecanizar.
 - b) El número de divisiones debe ser un submúltiplo de 40.
 - c) El diámetro total del disco divisor.
 - d) La longitud radial de los agujeros en el disco.
12. ¿Cuál es la función específica del tornillo sin fin y un piñón helicoidal en el divisor universal?
- a) Permitir la rotación precisa definiendo el número de giros y fracciones de giros.

- b) Mantener el divisor en una posición fija durante el mecanizado.
- c) Conectar el divisor universal al motor principal.
- d) Soportar el peso del divisor en la fresadora.

II. REACTIVO DE EVALUACIÓN DE APRENDIZAJE

Indicador esencial de evaluación: Conoce la metodología para resolver cálculos de operaciones de mecanizado y dispone de las destrezas para realizarlos en la práctica.

13. Para un torno cuyas pérdidas totales se consideran en un 10 %, la potencia de corte utilizada en una pasada de desbaste es 1.5 HP y para una de acabado, con profundidad 0.5 mm dicha potencia se disminuye en un 30 %. Si el proceso de cilindrado implica una reducción de diámetro desde 52 a 45 mm, mediante 2 pasadas de desbaste de 3 mm de profundidad cada una con velocidad angular de 20.95 rad/s y una pasada de acabado de 180 % más de revoluciones a las anteriores. Calcular los avances para cada pasada si se tiene los siguientes datos:

Material: Bronce de resistencia 85 kgf/mm²

Útil cortante: Cuchilla de Widia con rompe-virutas

K_s para desbaste 180 kgf/mm² y para el acabado dicho valor disminuye en 35 %.

14. Si se debe mecanizar ejes de St50 con diámetro inicial de 90 mm hasta un diámetro de 84 mm, con una velocidad de corte de 120 m/min, determinar la magnitud que debe tener el avance en caso de una potencia de accionamiento de 7.5 kW en un torno con eficiencia del 80 %. Considerar que la fuerza requerida para el proceso es 100 veces mayor al valor numérico de la potencia y este valor es 3 veces mayor al valor de K_s .
15. Realizar los procesos de mecanizado utilizando el torno paralelo y la fresadora universal, además del uso del divisor universal. En el siguiente enlace se encuentran los planos para las prácticas que se detallan a continuación. <https://bit.ly/3VFYVR4>
- a) P7-1. Operaciones de mecanizado básico en torno.
 - b) P7-2. Operaciones de mecanizado complejo en torno.
 - c) P8-1. Operaciones de mecanizado básico en fresadora.
 - d) P8-2. Operaciones de mecanizado complejo en fresadora.
 - e) P9-1. Operaciones de mecanizado avanzado en torno.

f) P9-2. Operaciones de mecanizado avanzado en torno.

Referencias Bibliográficas

- Bagiran, H. (2023). Risk Assessment Application in Milling Machines. *Ergonomi*, 6(1), 1-18.
<https://doi.org/10.33439/ergonomi.1175570>
- Bartsch, W. (2021). *Herramientas, Máquinas, Trabajo*. Barcelona: Reverté, S.A.
- Baughman, J. (2023). *Introduction to Mechanical Engineering Design* (1st ed.). Iowa: Digital Press.
- Dragol, M., Rosca, D., Folea, M., y Oancea, G. (2021). A Fully Symmetrical High Performance Modular Milling Cutter. *Symmetry*, 13(3), 1-14. <https://doi.org/10.3390/sym13030496>
- Filippov, A., Tarasov, S., Podgornyh, O., Shamarin, N., y Filippova, E. (2017). Mathematical support for automated geometry analysis of lathe machining of oblique peakless round-nose tools. *Journal of Physics: Conference Series*, 803, 012041. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/803/1/012041>
- Gerling, H. (2006). *Alrededor de las Máquinas Herramientas*. Barcelona: Reverté, S.A.
- Hall, H. (2012). *Metal Lathe for Home Machinists*. Petersburg: Fox Chapel Publishing.
- Kalpakjian, S., y Schmid, S. (2002). *Manufactura, Ingeniería y Tecnología*. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.
- Khujamkulov, S., y Khusanjonov, A. (2022). An International Multidisciplinary Research Journal. *Transmission System of Parallel Lathe Machine Tools*, 12(2), 142-145.
<https://doi.org/10.5958/2249-7137.2022.00174.4>
- Lent, D. (2021). *Análisis y Proyecto de mecanismos*. Reverté, S.A. <https://doi.org/Barcelona>
- López-Martínez, A., Granados-Ortíz, F., y Fernández, E. (2023). *Introducción a la Programación de Máquinas-Herramientas Mediante Código Numérico*. Almería: Edual.
- Luque-Romera, F. (2022). *Máquinas, Herramientas y Materiales de Procesos Básicos de Fabricación* (2da ed.). Málaga: IC.
- Mott, R. (2006). *Diseño de Elementos de Máquinas*. Edo. México: Pearson Educación.
- Nayfeh, A., y Nayfeh, N. (2010). Analysis of the cutting tool on a lathe. *Nonlinear Dynamics*, 63, 395-416. <https://doi.org/10.1007/s11071-010-9811-6>

- Onysko, O., Medvid, J., Panchuk, V., Rodic, V., y Barz, C. (2021). Geometric Modeling of Lathe Cutters for Turning High-Precision Stainless Steel Tapered Threads. *Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV, IV*, 472-480. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77719-7_47
- Patel, H., y Chauhan, I. (2020). A study on Types of Lathe Machine and Operations: Review. *International Journal of Advance Research and Innovation*, 8(4), 286-291.
- Roldán-Viloria, J. (2019). *Máquinas y Herramientas: Procesos y Cálculos Mecánicos*. Madrid: Paraninfo, S.A.
- Roldán-Viloria, J. (2021). *Máquinas, Herramientas y Materiales de Procesos Básicos de Fabricación*. Madrid: Paraninfo, S.A.
- Silva, F., Fernandes, F., y Crespim, V. (2023). *Machining*. Basel: MDPI.
- Son, N., Jieu, T., Thang, N., Tan, H., Can, N., Thao, P., y Bao, N. (2023). Choosing the Best Machine Tool in Mechanical Manufacturing. *EUREKA: Physics and Engineering*, 2, 97-109. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2023.002771>
- Soos, L., y Marek, J. (2020). *Machine Tools: Design, Research, Application*. London: IntechOpen.
- Virasak, L. (2019). *Manufacturing Processes* (1st ed.). Oregon: Open Oregon Educational Resources.

SUCRE



ISBN: 978-9942-676-28-3



 SUCREInstitutooficial  @SUCREInstituto  @SUCREInstituto