

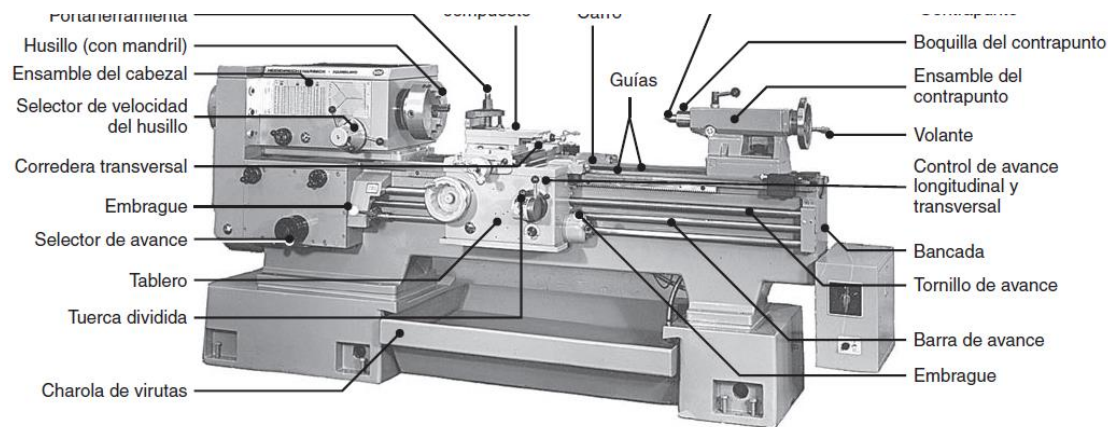
Anexos

Anexo 1: El Torno y sus Principales Características

Las principales características que se deben tener en cuenta de un torno, bien sea convencional o CNC, a la hora de diseñar el proceso de mecanizado o hacer los cálculos de mecanizado para proponer una optimización son:

Volteo, diámetro de la copa, diámetro del agujero del husillo, máximo y mínimo diámetro a torner, máximo recorridos de los ejes, rpm máximo, número de herramientas de la torreta, dimensiones de las herramientas exteriores e interiores admisibles en la torreta, avances rápidos, máximo avance de mecanizado, Potencia del motor, diagrama de torque-potencia, máximo peso de la pieza al aire y con contrapunta, tamaño de la contrapunta, caudal y potencia de la bomba de refrigeración.

Figura 36. Vista general de un torno común que muestra varios componentes.



Nota: Heidenreich & Harbeck, tomado del libro (Kalpakjian & Schmid, 2008, p. 677)

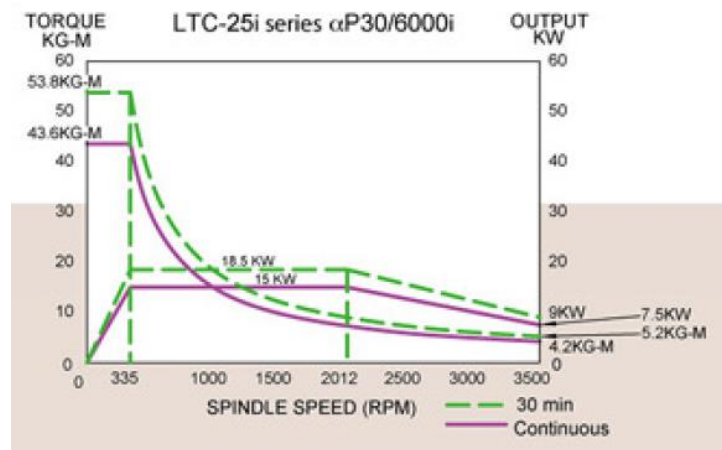
Las principales características a tener en cuenta para un torno CNC, aparte de las nombradas anteriormente son el lenguaje de programación CNC, la versión del control, la refrigeración interior, los puertos de transmisión, la velocidad de transmisión y el diagrama de torque potencia.

Figura 37. Torno CNC Leadwell LTC-25i



Nota: Leadwell-Turning Center-LTC Series (Leadwell, 2019)

Figura 38. Diagrama Torque-Potencia torno CNC Leadwell LTC-25i



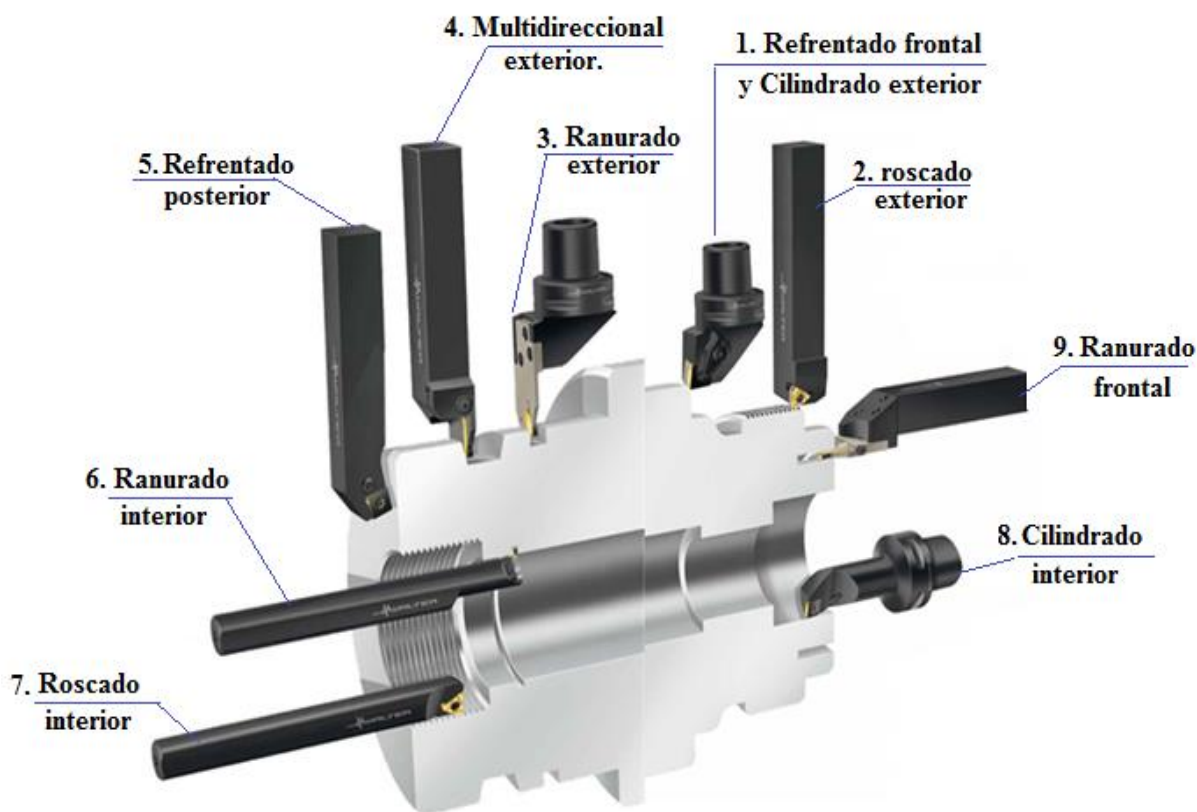
Nota: Leadwell-Turning Center-LTC Series (Leadwell, 2019). En el diagrama de torque potencia se observa como la Potencia en Kilo Watios – KW y el torque en Kilogramos-metro Kg-m, están en función de las RPM de husillo.

El lenguaje de programación CNC más usado en el mundo y en Colombia es el ISO, compuesto de códigos G y M; y el control más empleado es el Fanuc. Por lo cual, en este trabajo se estudiará la programación CNC ISO-Fanuc, con sus principales códigos G y M de para torneado CNC y centro de mecanizado.

Anexo 2: Operaciones de Torneado y sus Herramientas de Corte

Dependiendo de la geometría de la pieza que se vaya a tornear y del material de esta, se pueden emplear para el proceso de torneado, diferentes herramientas de corte para mecanizar el diámetro exterior, el diámetro interior o las caras frontal y posterior del material. De acuerdo con su función hay diferentes herramientas para el torneado, como se observa en la figura 8, entre la que se encuentran las herramientas de refrentado, cilindrado exterior, roscado exterior, ranurado exterior, multidireccional exterior, cilindrado interior, ranurado interior, roscado interior y ranurado frontal, entre otras.

Figura 39. Herramientas de corte para el proceso de torneado



Nota: Imagen tomada del catálogo herramientas de torneado Walter 2017 y editada por el autor. (Walter-Tools, 2017). Se observan herramientas de torneado exterior, interior y frontal

Las principales operaciones de torneado son:

- Refrentado
- Operaciones de Cilindrado exterior y cilindrado interior:
 - Desbaste
 - Acabado o refine
 - Copiado
 - Ranurado
 - Roscado
 - Grafilado o moleteado
- Operaciones de Cilindrado cilindrado interior:
 - Desbaste o alesado desbaste
 - Acabado o refine o alesado refine
 - Copiado
 - Ranurado
 - Roscado
 - Grafilado o moleteado
- Centro punteado o broca de centro
- Ranurado frontal.

Anexo 3: Clasificación de los Materiales en los Procesos de Mecanizado

Los materiales para mecanizar, según la norma ISO y ANSI, se clasifican e identifican con una letra y un color. Por ejemplo, los aceros se identifican con la letra “P” y el color azul, Los aceros inoxidable con la letra “M” y el color amarillo, las fundiciones con la letra “K” y el color rojo, los materiales no ferrosos con la letra “N” y el color verde, las súper aleaciones de níquel y titanio con la letra “S” y el color terracota, los materiales endurecidos con la letra “H” y el color gris, como se observa en la Tabla 21.

Tabla 21 Clasificación de los materiales a mecanizar, según la norma ISO y ANSI

Mater		R _m (N/mm ²)	k _c 1.1 (N/mm ²)	m _c
P	Aceros blandos con bajo nivel de carbono. Aceros férricos de poca dureza	<450	1350	0,21
	Aceros de corte fácil con bajo nivel de carbono	400 <700	1500	0,22
	Aceros normales de construcción y aceros con nivel bajo o mediano de carbono (< 0.5% C)	450 <550	1500	0,25
	Aceros y fundición de acero normales y de aleación baja, acero para bonificar, acero al carbono (> 0.5% C), ferrítico y martensítico, aceros inoxidable	550 <700	1700	0,24
	Acero normal de herramientas, aceros para bonificar más duros, aceros inoxidable martensíticos	700 <900	1900	0,24
	Aceros de herramientas de difícil arranque de viruta, aceros y fundición de acero duros de alta aleación, aceros inoxidable martensíticos	900 <1200	2000	0,24
	Aceros de alta resistencia, con difícil arranque de viruta, aceros templados de los grupos 3-6, aceros inoxidable martensíticos	>1200	2900	0,22
M	Aceros inoxidable, con arranque de viruta menos difícil		1750	0,22
	Aceros inoxidable que contienen MO, austenita y duplex, de difícil arranque de viruta		1900	0,20
	Austenita y duplex, de difícil arranque de viruta		2050	0,20
	Austenita y duplex, de extremadamente difícil arranque de viruta		2150	0,20
K	Fundición de dureza media, fundición gris		1150	0,22
	Fundición de baja aleación, fundición maleable, fundición con granito esferoidal		1225	0,25
	Fundición aleada de dureza media, GGG, arranque de viruta medio		1350	0,28
	Fundición de alta aleación, de difícil arranque de viruta, fundición maleable, GGG, difícil arranque de viruta		1470	0,30
N	Aleaciones no férricas, de fácil arranque de viruta, aluminio con <16% Si, latón, cinc, magnesio		700	0,25
	Aleaciones no férricas, de difícil arranque de viruta, aluminio con >16% Si, bronce, cobre, aleaciones de aluminio (níquel, cobre, magnesio)		700	0,27
S	Súper aleaciones que contienen níquel, cobalto y hierro con dureza <30 HRc, Incoloy 800 e Inconel 601, 617 y 625, Monel 400		2600	0,24
	Súper aleaciones que contienen níquel, cobalto y hierro con dureza >30 HRc, Inconel 718 y 750-X e Incoloy 925, Monel K-5008		3300	0,24
	Aleaciones de titanio, Ti-6Al-4V		1450	0,23

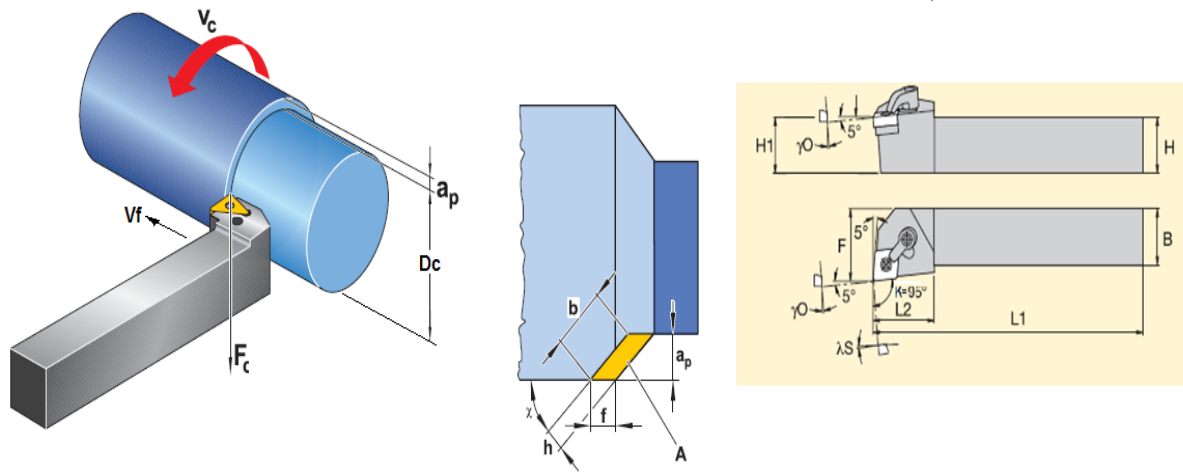
Nota: Imagen del catálogo herramientas torneado Walter 2017 (Walter-Tools, 2017)

Adicionalmente, cada material tiene una fuerza específica de corte por cada milímetro cuadrado, las cuales las especifican los fabricantes de las diferentes herramientas de corte en sus catálogos; estas se identifican con $Kc1.1$ y mc ; $Kc1.1$ es la fuerza específica de corte por mm^2 en un material determinado y se mide en N/mm^2 , y “ mc ” es un exponente de maquinabilidad, ambas constantes se emplean para calcular la fuerza de corte y la potencia que va a consumir el motor de la máquina.

Anexo 4. Fórmulas y Cálculo de las Condiciones de Corte para el Proceso de Torneado

Para calcular las condiciones o parámetros de corte se hace necesario entender varios conceptos físicos y geométricos que se observan en la figura 10 y se explican a continuación:

Figura 40. *Simbología y fórmulas de torneado*



Número de revoluciones

$$n = \frac{v_c \times 1000}{D_c \times \pi} \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

Velocidad de corte

$$v_c = \frac{D_c \times \pi \times n}{1000} \text{ [m/min]}$$

Velocidad de avance

$$v_f = n \times f \text{ [mm/min]}$$

Volumen de arranque de viruta

$$Q = v_c \times a_p \times f \text{ [cm}^3\text{/min]}$$

Sección de viruta

$$A = h \times b = a_p \times f \text{ [mm}^2\text{]}$$

Ancho / grosor de la viruta

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa} \text{ [mm]} \quad h = f \times \sin \kappa \text{ [mm]}$$

Fuerza de corte principal

$$F_c = A \times k_c \cdot 1.1 \times h^{-m_c}$$

Potencia de accionamiento

$$P_{mot} = \frac{F_c \times v_c}{60000 \times 2} \text{ [kW]}$$

Tiempo de intervención

$$t_h = \frac{l_m}{f \times n} \text{ [min]}$$

Rugosidad – Profundidad de perfil

$$R_{max} = \frac{f^2}{8 \times r} \times 1000 \text{ [}\mu\text{m]}$$

n	Número de revoluciones	min ⁻¹
D _c	Diámetro de corte	mm
v _c	Velocidad de corte	m/min
v _f	Velocidad de avance	mm/min
f	Avance por rotación	mm
Q	Volumen de arranque de viruta	cm ³ /min
a _p	Profundidad de corte	mm
A	Sección de viruta	mm ²
h	Grosor de la viruta	mm
b	Ancho de la viruta	mm
κ	Ángulo de ataque	°
F _c	Fuerza de corte principal	N
k _c 1.1*	Fuerza de corte específica para 1 mm ² sección de viruta	N/mm ²
m _c *	Exponente de la curva k _c	
P _{mot}	Potencia de accionamiento	kW
t _h	Tiempo de intervención	min
l _m	Longitud de mecanizado	mm
R _{max}	Rugosidad – Profundidad de perfil	μm
r	Radio de vértice de la plaquita	mm

*m_c y k_c 1.1 ver tabla en página 769.

Nota: Imagen del catálogo herramientas de torneado Walter 2017 y editada por Elaboración propia. (Walter-Tools, 2017). Estas fórmulas serán empleadas para la documentación y optimización del proceso de torneado.

Anexo 5. Sistema de Sujeción de Piezas para el Proceso de Torneado

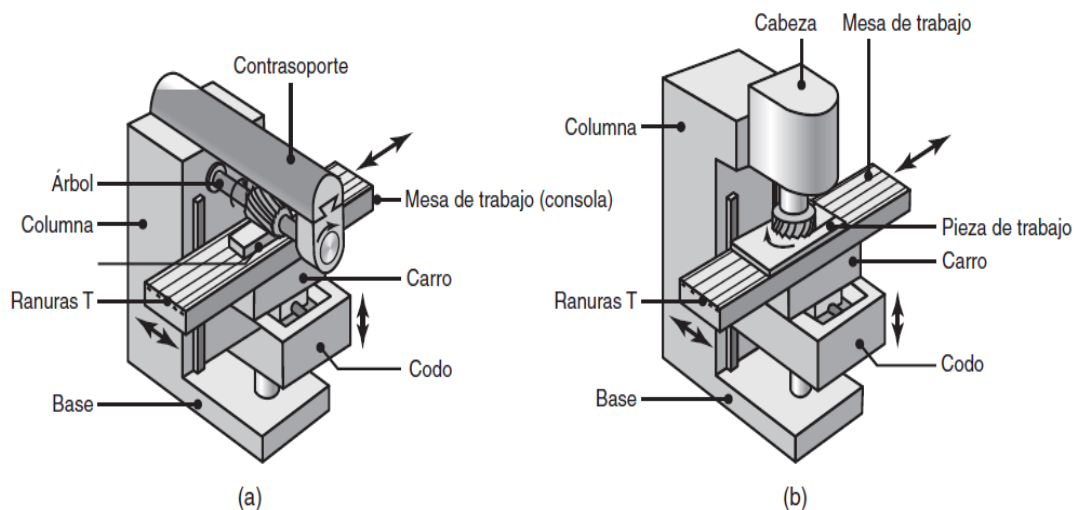
- Mandriles o Copas auto centrantas
- Copas de mordazas independientes
- Copas Hidráulicas y presión de mordazas
- Copas neumáticas
- Mordazas de forma y especiales
- Porta pinzas
- Torneadores
- Puntos giratorios y presión del contrapunto
- Puntos de arrastre
- Cambio rápido de dispositivos de montajes de piezas en torneado
- Lunetas móviles y fijas
- Montaje de piezas desbalanceadas

Anexo 6. La Fresadora y sus Principales Características

Las principales características que se deben tener en cuenta de una fresadora, bien sea convencional o CNC, a la hora de documentar u optimizar el proceso de fresado o hacer los cálculos de las condiciones de corte, son:

Máximos recorrido de los ejes, máximas dimensiones y peso de la pieza a mecanizar, cono del husillo, rpm máximo, número de herramientas, dimensiones de las herramientas admisibles, avances rápidos, máximo avance de mecanizado, Potencia del motor, diagrama de torque-potencia, máximo peso de la herramienta, caudal y potencia de la bomba de refrigeración.

Figura 41. Esquema de (a) fresadora tipo columna y codo de husillo horizontal, y (b) fresadora tipo columna y codo de husillo vertical.



Nota: Cortesía de G. Boothroyd, tomado del libro (Kalpakjian, 2008, pág. 738)

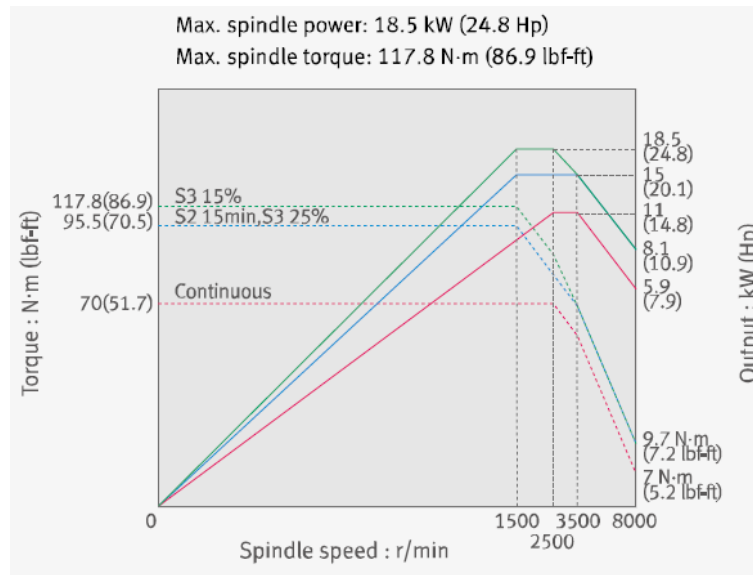
Las principales características a tener en cuenta para una fresadora CNC o un centro de mecanizado, aparte de las nombradas anteriormente son el lenguaje de programación, la versión del control, la refrigeración interior, los puertos de transmisión y la velocidad de transmisión.

Figura 42. Centro de mecanizado vertical Doosan DNM4500



Nota: Doosan Machine tools – Vertical Machine Centers – DNM
(Doosan_Machine_Tools, 2019)

Figura 43. Diagrama Torque-Potencia centro mecanizado Doosan DNM4500



Nota: Doosan Machine tools – Vertical Machine Centers - DNM
(Doosan_Machine_Tools, 2019). En el diagrama de torque potencia se observa como la potencia en Kilo Watios – KW y el torque en Newton-metro N.m, están en función de las RPM de husillo.

El lenguaje de programación CNC más usado en el mundo y en Colombia es el ISO, compuesto de códigos G y M; y el control más empleado es el Fanuc. Por lo cual, en este trabajo se estudia la programación CNC ISO-Fanuc y sus principales códigos G y M.

Anexo 7: Operaciones de Fresado y sus Herramientas de Corte.

Dependiendo de la geometría de la pieza que se vaya a fresar y del material a mecanizar, se pueden emplear para el proceso de fresado, diferentes herramientas de corte para maquinar el material. De acuerdo con su función hay diferentes herramientas para el fresado, como se observa en la Figura 44.

Figura 44. Herramientas de corte para el proceso de fresado

Nota: Imagen tomada del catálogo herramientas de fresado Walter 2017 y editada por el Autor (Walter-Tools, 2017).

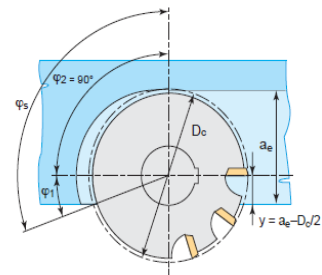
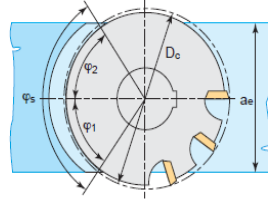
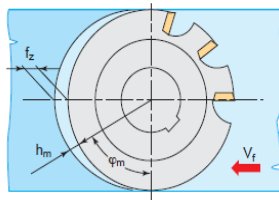
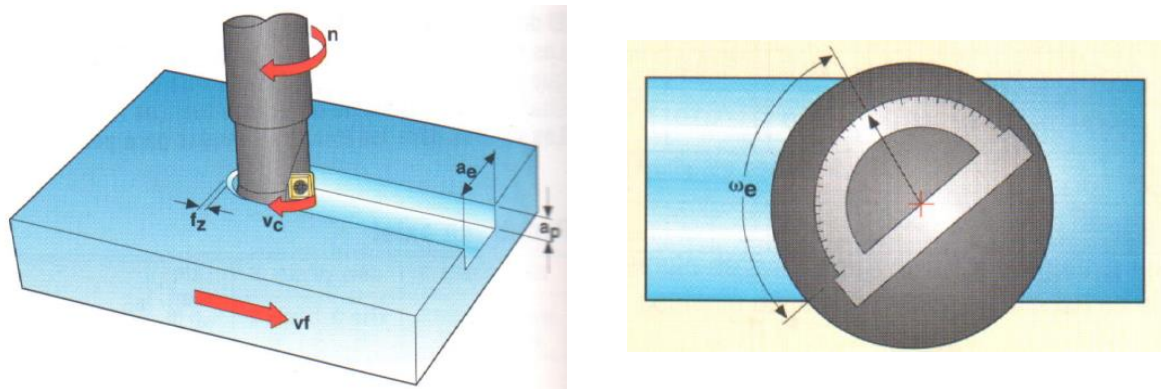
Las principales operaciones de fresado son:

- Planeado
- Contorneado
- Escuadrado
- Ranurado con fresas sólida y de inserto
- Cajeadado
- Rampeado
- Interpolado helicoidal
- Avellanado
- Desbaste con alto avance
- Operación de restos
- Copiado desbaste con fresas sólidas y de inserto
- Copiado acabado con fresas sólidas y de inserto
- Plunging
- Marcado o grabado
- Taladrado
- Machuelado
- Roscado interpolado

Anexo 8: Fórmulas y Cálculo de Condiciones de Corte para el Proceso de Fresado

Para calcular las condiciones o parámetros de corte se hace necesario entender varios conceptos físicos y geométricos que se observan en la Figura 45 y se explican a continuación:

Figura 45. Simbología y fórmulas de fresado



Número de revoluciones

$$n = \frac{v_c \times 1000}{D_c \times \pi} \text{ [min}^{-1}\text{]}$$

Velocidad de corte

$$v_c = \frac{D_c \times \pi \times n}{1000} \text{ [m/min]}$$

Velocidad de avance

$$v_f = f_z \times Z \times n \text{ [mm/min]}$$

Avance por diente

$$f_z = \frac{v_f}{Z \times n} \text{ [mm/Z]}$$

Volumen de arranque de virutas

$$Q = \frac{a_e \times a_p \times v_f}{1000} \text{ [cm}^3\text{/min]}$$

Potencia de accionamiento

$$P_{mot} = \frac{a_p \times a_e \times v_f \times k_c}{6 \times 10^7 \times \eta} \text{ [kW]}$$

Espesor medio de viruta

$$h_m = \frac{(114,7 \times f_z \times \sin \kappa \times (a_e / D_c))}{\psi_s}$$

$$h_m \approx f_z \times \sqrt{\frac{a_e}{D_c}} \text{ [mm]}$$

como formula de aproximación para ae/Dc < 30%

Ángulo de contacto

En posición central de la fresa

$$\phi_s = 2 \times \arcsin \left(\frac{a_e}{D_c} \right)$$

si la fresa no se encuentra en el centro

$$\phi_s = 90 + \arcsin \frac{a_e \times (D_c / 2)}{(D_c / 2)}$$

Fuerza de corte específica

$$k_c = \frac{1 - 0,01 \times \gamma_0}{h_m^{m_c}} \times k_{c,1,1}$$

n	Número de revoluciones	min ⁻¹
D _c	Diámetro de corte	mm
a _p	Profundidad de corte	mm
a _e	Ancho de corte	mm
Z	Número de dientes	
v _c	Velocidad de corte	m/min
v _f	Velocidad de avance	mm/min
f _z	Avance por diente	cm ³ /min
Q	Volumen de arranque de virutas	mm
P _{mot}	Potencia de accionamiento	kW
h _m	Espesor medio de viruta	mm
k _c	Fuerza de corte específica	N/mm ²
η	Rendimiento máquina (0,7–0,95)	
κ	Ángulo de ajuste	°
ψ _s	Ángulo de contacto	°
k _{c,1,1} *	Fuerza de corte específica para 1 mm ² sección de viruta	N/mm ²
m _c *	Conicidad de la curva k _c	

*m_c y k_{c,1,1} ver tabla en página 769.

Nota: Catálogo herramientas de fresado Walter 2017 y editada por el Autor.(Walter-Tools, 2017).

Estás fórmulas serán empleadas para la documentación y optimización del proceso de fresado.

Anexo 9: Operaciones de Taladrado y Roscado con sus Tipos de Herramientas

De acuerdo con su función hay diferentes herramientas para el taladrado, como se observa en la Figura 46, entre la que se encuentran fresas de planeado, herramientas de taladrado y herramientas de roscado Figura 47, entre otras.

Figura 46. Herramientas de corte para los procesos de taladrado



Nota: Imagen tomada del catálogo herramientas de fresado Walter 2017 y editada por Elaboración propia.(Walter-Tools, 2017)

Figura 47. Herramientas de corte para los procesos de roscado



Nota: Imagen tomada del catálogo herramientas de fresado Walter 2017 y editada por Elaboración propia(Walter-Tools, 2017).

Anexo 10: Fórmulas y Cálculo de Condiciones de Corte para el Proceso de Taladrado

Para calcular las condiciones o parámetros de corte se hace necesario entender varios conceptos físicos y geométricos que se observan en la Figura 48 y se explican a continuación:

Figura 48. Simbología y fórmulas de Taladrado

Speed

$$n = \frac{v_c \times 1000}{D_c \times \pi} \text{ [rpm]}$$

Cutting speed

$$v_c = \frac{D_c \times \pi \times n}{1000} \text{ [m/min]}$$

Feed rate

$$v_f = f \times n \text{ [mm/min]}$$

Metal removal rate (solid drilling)

$$Q = \frac{v_f \times \pi \times D_c^2}{4 \times 1000} \text{ [cm}^3\text{/min]}$$

Power requirement

$$P_{mot} = \frac{Q \times k_c}{60000 \times \eta} \text{ [kW]}$$

Torque

$$M_c = \frac{D_c^2 \times k_c \times f}{8000} = \frac{P_c \times 9500}{n} \text{ [Nm]}$$

Feed force

$$F_f = 0,63 \times \frac{f \times D_c \times k_c}{2} \text{ [N]}$$

Specific cutting force

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^{m_c}}$$

Chip thickness

$$h = f_z \times \sin \kappa \text{ [mm]}$$

n	Speed	rpm
D _c	Cutting diameter	mm
v _c	Cutting speed	m/min
v _f	Feed rate	mm/min
f _z	Feed per tooth	mm
f	Feed per revolution	mm
A	Chip cross section	mm ²
Q	Metal removal rate	cm ³ /min
P _{mot}	Drive power	kW
M _c	Torque	Nm
F _f	Feed force	N
h	Chip thickness	mm
k _c	Specific cutting force	N/mm ²
η	Machine efficiency (0.7-0.95)	
κ	Lead angle	-
k _{c1.1} *	Specific cutting force for 1 mm ² chip cross section with h = 1 mm	N/mm ²
m _c *	increase in the k _c curve	

* for m_c and k_{c1.1}, see table on page B 1173

Nota: Imagen tomada del catálogo herramientas de fresado Walter 2017 y editada por Elaboración propia.(Walter-Tools, 2017)

Anexo 11. Sistema de Sujeción de Piezas para el Proceso de Fresado

- Bridas y torcómetro
- Prensa mecánica
- Prensa hidráulica
- Prensa neumática
- Prensas giratorias e inclinables
- Prensas de 2 piezas o de mordazas independientes
- Prismas
- Mordazas de forma y especiales
- Base magnética o electromagnética
- Divisor y contrapunto
- Mesa rotativa
- Mesa de senos
- Cuarto eje, contra punto y contra plato
- Tipos de torres para montaje: “L”, “T”, cuadradas, angulares, poligonales, especiales
- Montajes múltiples
- Mandriles o Copas
- Porta pinza y torneadores
- Mesas y pallets de Cambio de piezas en fresado
- Montajes especiales

Anexo 12: Seguridad Industrial y EPP- Elementos de Protección Personal

- Seguridad Industrial en el Torno: Riesgo mecánico, eléctrico, ambiental...
- Seguridad Industrial en la fresadora Riesgo mecánico, eléctrico, ambiental...
- Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo
- EPP – Elementos de Protección Personal
- Overol y la importancia del perfecto estado
- Botas de seguridad
- Gafas
- Guantes
- Tapabocas

Anexo 13: Instrumentos de Medición para el Control de Calidad en Mecanizado

- Unidades de medición
- Calibradores Pie de Rey análogo, digital y de reloj
- Calibradores pie de rey con puntas intercambiables para múltiples usos
- Comparadores de Carátula y bases magnéticas
- Flexómetro
- Micrómetros de exteriores
- Micrómetros de interiores
- Micrómetro de platillos
- Calibradores de alturas
- Profundímetros
- Alesómetros
- Galgas: de espesores, de roscas, de radios, para engranajes
- Durómetro
- Rugosímetro
- Proyector de perfiles
- Mármol

Anexo 14: Fluidos de Corte - Refrigerante

- Características de los fluidos de corte y sus usos
- Aceites de corte
- Refrigerantes solubles
- Refrigerante semi sintético
- Refrigerante Sintético

Anexo 15: Programación CNC para Torno con Control Fanuc.

- Introducción al torneado CNC
- Sistema de coordenadas absolutas G90 e incrementales G91
- Cero de máquina, cero de pieza
- Estructuración de un programa de CNC:
 - o Direcciones, signos, número, palabra, bloque, programa CNC
 - o Direcciones de programación CNC:
F, G, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, X, Y, Z, /, (), []
- Códigos G básicos
 - o Desplazamiento rápido G0
 - o Mecanizado lineal G1
 - o Mecanizado circular G2, G3
 - o Unidades en pulgadas G20; en milímetros G21,.
 - o Avance por minuto G98 ; por revolución G99
 - o Cero de máquina G28
 - o Ceros de pieza: G50, G54..G59, G92
 - o Compensación geométrica y de desgaste de herramienta Txxxx
 - o Compensación de radio de herramienta G41, G42, G43
- Códigos M básicos
 - o M0, M1 parada intermedia y parada opcional
 - o M3, M4, M5 Encender y apagar husillo
 - o M30, M2 Fin de programa
 - o M98 y M99 manejo de subprogramas

- Ciclos de programación G70, G71, G72, G73, G74, G75, G76.
 - o G71 Ciclo de desbastado Cilindrando
 - o G70 Ciclo de acabado
 - o G72 Ciclo de desbastado refrentando
 - o G73 Ciclo de desbastado copiando el contorno
 - o G74 Ciclo de taladrado en dirección al eje Z
 - o G75 Ciclo de ranurado en dirección el eje X
 - o G76 Ciclo de roscado con pasadas múltiples

Anexo 16: Programación CNC para Centro de Mecanizado con Control Fanuc.

- Introducción al fresado CNC
- Sistema de coordenadas absolutas G90 e incrementales G91
- Cero de máquina, cero de pieza
- Estructuración de un programa de CNC:
 - o direcciones, signos, número, palabra, bloque, programa CNC
 - o Direcciones de programación CNC:
F, G, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, X, Y, Z, /, (), []
- Códigos G básicos
 - o Desplazamiento rápido G0
 - o Mecanizado lineal G1
 - o Mecanizado circular G2, G3
 - o Unidades en pulgadas G20; en milímetros G21,.
 - o Avance por minuto G94; por revolución G95
 - o Cero de máquina G28
 - o Ceros de pieza: G54..G59, G92
 - o Compensación de altura de herramienta G43
 - o Compensación de radio de herramienta G41, G42, G43
 - o Control de movimientos en avances de alto avance G5, G8
- Códigos M básicos
 - o M0, M1 parada intermedia y parada opcional
 - o M3, M4, M5 Encender y apagar husillo
 - o M6 cambio de herramienta

- M30, M2 Fin de programa
- M98 y M99 manejo de subprogramas
- Programación con Ciclos G81, G83, G73, G84, G86, G80
 - G81 Ciclo de taladrado
 - G83 Ciclo de taladrado picoteando
 - G73 Ciclo de taladrado picoteando para alta velocidad
 - G84 Ciclo de roscado machuelado
 - G86 Ciclo de alesado
 - G80 Cancelar Ciclos

Anexo 17: Programación y Simulación CAM para Torno, Nivel Básico

Programación, trayectoria, estrategias y post procesado de los procesos de torneado, con los datos calculados y optimizados.

Introducción al CAM

Presentación de la interfase del software CAM

Configuración de máquina, pieza, materia prima, trayectoria, herramientas y posprocesado

Refrentado, cilindrado

Torneado de contornos

Desbaste Cilindrando

Ciclo de acabado

Desbaste refrentando o ranurando

Desbaste copiando el contorno

Taladrado y machuelado

Roscado con pasadas múltiples

Anexo 18: Programación y Simulación CAM para Centro de Mecanizado, Nivel Básico.

Programación, trayectoria, estrategias y post procesado de los procesos de fresado, con los datos calculados y optimizados.

Introducción al CAM Fresado

Presentación de la interfase del software CAM

Configuración de máquina, producto, materia prima, trayectoria, herramientas y posprocesado

Planeado

Contorneado 2D

Cajeado 2D, Desbaste y acabado

Taladrado, roscado y alesado

Operaciones de desbaste 3D

Operaciones de acabado en 3D

Anexo 19: Formatos para la Documentación del Proceso de Fabricación

Previamente ya se estudió, ¿qué es un Proceso de manufactura?, se especificó que el macroproceso es el conjunto de las operaciones de un proceso para fabricar una parte y se documenta en una hoja de ruta de proceso u hoja de control; mientras que micro proceso hace referencia a la secuencia de pasos o micro movimientos que se requieren para realizar una sola operación de manufactura, se documenta en una hoja de operación.

Para el modelo integral del aprendizaje de la programación CNC en torno y centro de mecanizado con la documentación y la optimización del macroproceso de mecanizado, que se propone, se empleará una hoja de control u hoja de ruta de procesos, con un formato desarrollado en Excel por el autor, como el que se observa de manera completa y miniatura en la Figura 49; y por partes y ampliado, en las Figura 50 y Figura 51.

En la vista miniatura se observa a la derecha el formato con el macroproceso desactualizado de un perno M12X1.75, y en el de la izquierda; la versión dos del macroproceso optimizado del mismo producto, con el respectivo análisis de ahorro de tiempo y dinero. En estos formatos se detallan cada una de las operaciones de manufactura del producto y las respectivas máquinas o sitios de trabajo por donde pasa, sus tiempos de fabricación, costos de manufactura y capacidad de producción.

Figura 49. Hoja de control – macroproceso o Ruta de proceso optimizado vs obsoleto

Escuela Tecnológica Instituto Tecnico Central		CLIENTE UNIVERSIDAD EAN	GAMA DE FABRICACION - HOJA DE CONTROL - MACRO PROCESO O RUTA DE PROCESO DEL PERNO M12 x 1.75 REF. P04837025	HOJA 1 / 2 PROCESO VERSION V2	Escuela Tecnológica Instituto Tecnico Central		CLIENTE UNIVERSIDAD EAN	GAMA DE FABRICACION - HOJA DE CONTROL - MACRO PROCESO O RUTA DE PROCESO DEL PERNO M12 x 1.75 REF. P04837025	HOJA 1 / 2 PROCESO VERSION V1		
FECHA ELAB. 20/11/2019	LABORÓ. O.S.	APROBÓ. OLIVER S.	MATERIAL: AISI 4340, DIAM. 1-1/4"1.5m TRAT. TERMICO: NO APLICA	FECHA APROB. 27/11/2019	FECHA ELAB. 20/10/2019	LABORÓ. O.S.	APROBÓ. OLIVER S.	MATERIAL: AISI 4340, DIAM. 1-1/4"1.5m TRAT. TERMICO: NO APLICA	FECHA APROB. 21/11/2019		
DOCUMENTO VIGENTE - PROCESO OPTIMIZADO ✓					DOCUMENTO OBSOLETO - PROCESO DESACTUALIZADO ⚠						
DOCUMENTO No. D2019-0027-V1					DOCUMENTO No. D2019-0027-V1						
ORDEN OPERACIONAL PROCESO OPTIMIZADO					ORDEN OPERACIONAL PROCESO ACTUAL						
CICLO O ETAPA	OP. No.	DESCRIPCION OPERACION	MAQUINA / PUESTO DE TRABAJO	TIEMPOS 1 PIEZA			COSTO HORA MAQ.	CAPACIDAD DE PRODUCC. DIA/MAQ.	CANT. PIEZA DA EN LAS MAQUINA EN PLANTA	CANT. PIEZA DA EN LAS MAQUINA EN PLANTA	
				ALISTAR	TIEMPO CICLO FABR.	1. C.C.O. + ALISTAR					
1	10	INSPECCION M.P.	RECEPCION ALMACEN	0:00:00	0:00:00	0:00:00	\$ 8,000	11520	1	11520	
2	20	CORTE TRAMOS 1.2m (24 PIEZAS)	SEGALETA MECANICA	0:00:00	0:00:00	0:00:07	\$ 5,000	4800	1	4800	
3	30	TORNEADO CNC	TORNO CNC	0:00:00	0:00:00	0:00:40	\$ 4,000	480	2	960	
4	60	REBARBADO	ESMERIL	0:00:00	0:00:00	0:00:20	\$ 3,000	2880	2	5760	
5	90	INSPECCION PRODUCTO TERMINADO	CONTROL DE CALIDAD	0:00:00	0:01:10	0:00:00	\$ 8,000	823	1	823	
LOTE - CANTIDAD DE PIEZAS A FABRICAR				2,000	TIEMPO TOTAL PROCESO OPTIMIZADO A PIEZA (HH:MM:SS)		0:03:59	COSTO TOTAL PROCESO	\$ 1,621	MÁXIMAS PIEZAS POR DIA EN PLANTA	823
DESCRIPCION ANALISIS				ANALISIS AHORRO DE TIEMPO		ANALISIS AHORRO DINERO					
AHORRO POR PIEZA				HH:MM:SS	0:01:05	\$ 722	COP F				
AHORRO TOTAL LOTE DE PIEZAS				DIAS	1.5	\$ 1,444,444	COP F				
VERSION	DESCRIPCION DEL CAMBIO	FECHA	RESPONS.	TIEMPOS 1 PIEZA			COSTO HORA MAQ.	CAPACIDAD DE PRODUCC. DIA/MAQ.	CANT. PIEZA DA EN LAS MAQUINA EN PLANTA	CANT. PIEZA DA EN LAS MAQUINA EN PLANTA	
				ALISTAR	TIEMPO CICLO FABR.	1. C.C.O. + ALISTAR					
1	DESALO DEL PROCESO	27/07/2019	SEPARALED								
2	SE RECALZA EL TIEMPO EN EL PROCESO DE TORNEADO	20/09/2019	SEPARALED								

Para calcular los costos de fabricación tanto en el macro como en el micro proceso, se hace necesario conocer el costo hora máquina, el cual debe ser calculado por cada empresa de acuerdo con sus costos y gastos generales. El costo de fabricación de cada operación se obtiene de multiplicar el tiempo de fabricación por el costo hora máquina. Por último, para calcular el costo total de fabricación de cada producto o parte, se sumarán los costos de cada una de las operaciones de manufactura

Para el modelo integral del diseño, la documentación y la optimización del micro proceso de mecanizado, se hace necesario conocer las especificaciones del producto a mecanizar, el factor humano y las especificaciones de los procesos, con conceptos como los tratados previamente en el estudio de los procesos de torneado y fresado; especificando con qué recursos se cuenta en la planta de fabricación, como son las máquinas, el material, las herramientas, el inserto adecuado para el material a mecanizar, las condiciones de corte, los dispositivos, los instrumentos de medición y el tiempo de mecanizado; Para lo cual se diseñó la hoja de operación del micro proceso, como se observa en la Figura 52 en forma completa, para el ejemplo de la operación 30 – Etapa 3

– Torneado CNC del perno M12X1.75; y en las Figura 53, Figura 54, Figura 55 y Figura 56, se visualiza el formato de manera ampliada y más detallada. Las Figura 53 y Figura 54, corresponden al formato que especifica el micro proceso obsoleto del torneado CNC del perno y las Figura 55 y Figura 56, correspondientes al formato del proceso de torneado CNC optimizado.

En las filas de cada paso del micro proceso optimizado, se resaltan en amarillo, cada celda que fue modificada para lograr reducir los tiempos de fabricación y los respectivos costos.

En la parte inferior, tanto del formato del proceso obsoleto como del optimizado, se muestra un cuadro que resume todas las abreviaturas usadas.

Figura 50. Ruta de proceso - Hoja de Control – Macroproceso obsoleto desactualizado

 Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central Establecimiento Público de Educación Superior		CLIENTE UNIVERSIDAD EAN	GAMA DE FABRICACION - HOJA DE CONTROL - MACRO PROCESO O RUTA DE PROCESO DEL PERNO M12 x 1.75 REF. P04837025		HOJA 1 / 2 PROCESO VERSIÓN V1							
FECHA ELAB.: 20/10/2019	ELABORÓ: O.S.	APROBÓ: OLVER S.	MATERIAL: AISI 4340, DIAM. 1-1/4**1.5m	TRAT. TERMICO: NO APLICA	FECHA APROB: 21/11/2019							
 DOCUMENTO OBSOLETO - PROCESO DESACTUALIZADO 			DOCUMENTO No. D2019-0027-V1									
												
ORDEN OPERACIONAL PROCESO ACTUAL												
CICLO O ETAPA	OP. No.	DESCRIPCION OPERACIÓN	MAQUINA / PUESTO DE TRABAJO	TIEMPOS 1 PIEZA				COSTOS C/ PIEZA		CAPACIDAD DE PRODUCC. DIA/ MAQ.		
				ALISTAM. HH:MM:SS	TIEMPO CICLO		T. CICLO + ALISTAM. HH:MM:SS	COSTO HORA MAQ.	COSTO CICLO + ALISTAM.	CANT. PIEZAS POR MAQUINA EN DIA DE 2 TURNOS	CANT. MAQUINAS EN PLANTA	CANT. PIEZAS DIA EN LAS MAQUINA EN PLANTA
					FABRIC.	MUERTO						
1	10	INSPECCION M.P.	RECEPCION ALMACEN	0:00:00	0:00:05	0:00:00	0:00:05	\$ 8,000	\$ 11	11520	1	11520
2	20	CORTE TRAMOS 1.2m (24 PIEZAS)	SEGUETA MECANICA	0:05:00	0:00:05	0:00:07	0:00:12	\$ 5,000	\$ 17	4800	1	4800
3	30	TORNEADO CNC	TORNO CNC	0:45:00	0:02:35	0:00:40	0:03:16	\$ 40,000	\$ 2,182	295	2	591
4	60	REBABADO	ESMERIL	0:00:00	0:00:20	0:00:00	0:00:20	\$ 3,000	\$ 17	2880	2	5760
5	90	INSPECCION PRODUCTO TERMINA	CONTROL DE CALIDAD	0:00:00	0:01:10	0:00:00	0:01:10	\$ 6,000	\$ 117	823	1	823
LOTE - CANTIDAD DE PIEZAS A FABRICAR			2,000	TIEMPO TOTAL PROCESO OPTIMIZADO x PIEZA (HH:MM:SS)		0:05:03	COSTO TOTAL PROCESO	\$ 2,343	MÁXIMAS PIEZAS POR DIA EN PLANTA	591		
VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO						FECHA	RESPONS.				
1	DESEÑO DEL PROCESO						27/07/2019	O. SEPULVEDA				
2	SE REDUCE EL TIEMPO EN EL PROCESO DE TORNEADO						22/08/2019	O. SEPULVEDA				

Figura 51. Ruta de proceso - Hoja de Control – Macroproceso optimizado




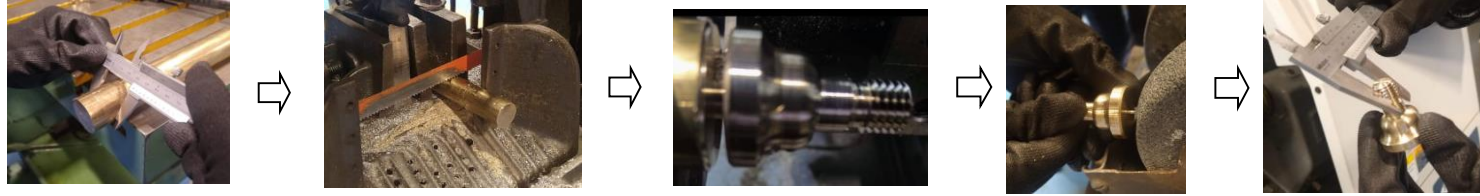
 Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central Establecimiento Público de Educación Superior		CLIENTE UNIVERSIDAD EAN	GAMA DE FABRICACION - HOJA DE CONTROL - MACRO PROCESO O RUTA DE PROCESO DEL PERNO M12 x 1.75 REF. P04837025			HOJA 1 / 2 PROCESO VERSIÓN V2						
FECHA ELAB.: 20 / 11 / 2019	ELABORÓ: O.S.	APROBÓ: OLVER S.	MATERIAL: AISI 4340, DIAM. 1-1/4**1.5m	TRAT. TERMICO: NO APLICA	FECHA APROB: 27/11/2019							
 DOCUMENTO VIGENTE - PROCESO OPTIMIZADO 			DOCUMENTO No. D2019-0027-V1									
												
ORDEN OPERACIONAL PROCESO OPTIMIZADO												
CICLO O ETAPA	OP. No.	DESCRIPCION OPERACIÓN	MAQUINA / PUESTO DE TRABAJO	TIEMPOS 1 PIEZA				COSTOS C/ PIEZA		CAPACIDAD DE PRODUCC. DIA / MAQ.		
				ALISTAM. HH:MM:SS	TIEMPO CICLO		T. CICLO + ALISTAM. HH:MM:SS	COSTO HORA MAQ.	COSTO CICLO + ALISTAM.	CANT. PIEZAS POR MAQUINA EN DIA DE 2 TURNOS	CANT. MAQUINAS EN PLANTA	CANT. PIEZAS DIA EN LAS MAQUINA EN PLANTA
					FABRIC. HH:MM:SS	MUERTO HH:MM:SS						
1	10	INSPECCION M.P.	RECEPCION ALMACEN	0:00:00	0:00:05	0:00:00	0:00:05	\$ 8,000	\$ 11	11520	1	11520
2	20	CORTE TRAMOS 1.2m (24 PIEZAS)	SEGUETA MECANICA	0:05:00	0:00:05	0:00:07	0:00:12	\$ 5,000	\$ 17	4800	1	4800
3	30	TORNEADO CNC	TORNO CNC	0:45:00	0:01:30	0:00:40	0:02:11	\$ 40,000	\$ 1,459	443	2	886
4	60	REBABADO	ESMERIL	0:00:00	0:00:20	0:00:00	0:00:20	\$ 3,000	\$ 17	2880	2	5760
5	90	INSPECCION PRODUCTO TERMINA	CONTROL DE CALIDAD	0:00:00	0:01:10	0:00:00	0:01:10	\$ 6,000	\$ 117	823	1	823
LOTE - CANTIDAD DE PIEZAS A FABRICAR			2,000	TIEMPO TOTAL PROCESO OPTIMIZADO x PIEZA (HH:MM:SS)		0:03:59	COSTO TOTAL PROCESO	\$ 1,621	MÁXIMAS PIEZAS POR DIA EN PLANTA	823		
DESCRIPCIÓN ANÁLISIS				ANÁLISIS AHORRO DE TIEMPO			ANÁLISIS AHORRO DINERO					
AHORRO POR PIEZA				HH:MM:SS	0:01:05		\$ 722	COP \$				
AHORRO TOTAL LOTE DE PIEZAS				DIAS	1.5		\$ 1,444,444	COP \$				

Figura 52 Hoja de operación – micro proceso – proceso optimizado vs obsoleto

Escuela Tecnológica Instituto Tecnológico de Costa Rica										Escuela Tecnológica Instituto Tecnológico de Costa Rica																													
GAMA DE FABRICACION - HOJA DE OPERACION - MICRO PROCESO:										GAMA DE FABRICACION - HOJA DE OPERACION - MICRO PROCESO:																													
DESCRIPCION PRODUCTO: PERNO M12 x 1.75 REF. P04837025										DESCRIPCION PRODUCTO: PERNO M12 x 1.75 REF. P04837025																													
DESCRIPCION OPERACION: TONEADO CNC										DESCRIPCION OPERACION: TONEADO CNC																													
OPERACION No. OP. 30										OPERACION No. OP. 30																													
ETAPA: ETAPA 3										ETAPA: ETAPA 3																													
VERSION DEL PROCESO: V2										VERSION DEL PROCESO: V2																													
1. CARACTERISTICAS MAQUINA TIPO: TORNO CNC SANSIANG T5.4E TORNO: 4.000 POTENCIA (KW): 7.0 VELOCIDAD MAX. AVANCE DE ROTACION (MM/MIN): 10.000 VELOCIDAD MAX. AVANCE DE TRACCION (MM/SEG): 10.000 CALIDAD (L1-H4): 10.000										2. CARACTERISTICAS MATERIAL MATERIAL: ACERO AISI 4340 DIMENSIONES: Ø12x125 RESISTENCIA A LA TRACCION (MPa) EN ESTADO: 900-1200 DUREZA (HRC): 32 TRATAMIENTO: NO APLICA PUNTO ESPECIFICO DE CORTE (MPa) EN EL ESTADO: 2000 EXPONENTE DE MAGNIFICACION DEL DESGASTE: 0.24 PESO DEL MATERIAL (KG): 0.24 PESO DEL MATERIAL (KG): 0.24										CLIENTE: UNIVERSIDAD E.A.N. CONTACTO: BOGOTA, OCTUBRE 31 DE 2019 ELABORADO POR: OLIVER SEPULVEDA FECHA: 29/07/2019 REVISO: O.SEPULVEDA APROBADO: LUIS A. LOPEZ																			
1. CARACTERISTICAS MAQUINA TIPO: TORNO CNC SANSIANG T5.4E TORNO: 4.000 POTENCIA (KW): 7.0 VELOCIDAD MAX. AVANCE DE ROTACION (MM/MIN): 10.000 VELOCIDAD MAX. AVANCE DE TRACCION (MM/SEG): 10.000 CALIDAD (L1-H4): 10.000										2. CARACTERISTICAS MATERIAL MATERIAL: ACERO AISI 4340 DIMENSIONES: Ø12x125 RESISTENCIA A LA TRACCION (MPa) EN ESTADO: 900-1200 DUREZA (HRC): 32 TRATAMIENTO: NO APLICA PUNTO ESPECIFICO DE CORTE (MPa) EN EL ESTADO: 2000 EXPONENTE DE MAGNIFICACION DEL DESGASTE: 0.24 PESO DEL MATERIAL (KG): 0.24 PESO DEL MATERIAL (KG): 0.24										CLIENTE: ET-ITC CONTACTO: BOGOTA, OCTUBRE 31 DE 2019 ELABORADO POR: OLIVER SEPULVEDA FECHA: 29/07/2019 REVISO: O.SEPULVEDA APROBADO: LUIS A. LOPEZ																			
DOCUMENTO VIGENTE - PROCESO OPTIMIZADO ✓ DOCUMENTO No. D2019-0028-V2										DOCUMENTO OBSOLETO - PROCESO DESACTUALIZADO ⚠ DOCUMENTO No. D2019-0028-V1																													
1. TOPE 2. REFRENTADO 3. DESBASTE 4. ACABADO EXTERIOR 5. ROSCADO EXTERIOR 6. TRONZADO										1. TOPE 2. REFRENTADO 3. DESBASTE 4. ACABADO EXTERIOR 5. ROSCADO EXTERIOR 6. TRONZADO																													
DESCRIPCION DEL PROCESO Y COSTO (SISTEMA METRICO) INGRESAR LOS DATOS DE ESTAS COLUMNAS OJO! NO INGRESAR DATOS EN ESTAS COLUMNAS. CONTIENEN FORMULAS QUE SE CALCULAN AUTOMATICAMENTE																																							
3. PROCESO - HERRAMIENTA PASO No. 1 TOR TOPE MANUAL PASO No. 2 TOR REFRENTADO M0JL2525K15 (HTA. 1) PASO No. 3 TOR DESBASTE EXTERIOR M0JL2525K15 (HTA. 1) PASO No. 4 TOR ACABADO EXTERIOR M0JL2525M16 (HTA. 4) PASO No. 5 TOR RANURADO EXT. NKR2529K3 PASO No. 6 TOR ROSCADO EXT. NKR2529K3 PASO No. 7 TOR TRONZADO AISM2525M3										4. INGRESO REFERENCIA: KENNA 0.8 70 1 NA 0.15 25 1 1330 208 1.4 0.15 3312 4.9881 0.7 10.5 1 0.00:07 \$ 80 KENNA 0.8 70 4 NA 0.3 36 12 1393 417 5.6 0.30 2804 33.654 4.9 84.0 3 0.00:16 \$ 173 KENNA 0.4 130 0.5 NA 0.13 80 0.5 2586 336 2.1 0.13 3430 2.2294 0.6 8.5 1 0.00:14 \$ 159 KENNA 0.1 30 3 NA 0.05 6.5 3 796 39 1.3 0.05 4105 4.6177 0.4 4.5 1 0.00:10 \$ 111 KENNA 0.1 30 0.12 NA 1.75 30 1.08 796 1302 1531.3 1.75 1740 2.7541 0.2 6.3 9 0.00:12 \$ 129 KENNA 0.4 30 3 NA 0.1 31 3 1790 179 1.3 0.10 3476 10.427 2.0 27.0 1 0.00:10 \$ 115										5. CONDICIONES DE CORTE Vc: 0.00:21 \$ 233 Vc: 0.00:15 \$ 168 Vc: 0.00:44 \$ 485 Vc: 0.00:20 \$ 224 Vc: 0.00:10 \$ 111 Vc: 0.00:12 \$ 129 Vc: 0.00:34 \$ 376																			
DATOS DE PRODUCCION HORAS Y TURNOS: 7:30:00 TURNOS x DIA: 3 HORAS x DIA: 23:57:00 PIEZAS x TURNO (TEORICA): 663 PIEZAS x TURNO (REALES): PIEZAS A FABRICAR: 1000										TOTALES TIEMPOS Y COSTOS DEL PROCESO ACTUAL TIEMPO DE ALISTAMIENTO O PREPARACION DE DE MAQUINA Y COSTO: 0:45:00 \$ 30,000 TIEMPO DE DESMONTAJE DE PROCESO Y COSTO: 0:00:00 \$ 0 TIEMPO DE ALISTAMIENTO Y DESMONTAJE POR PIEZA Y COSTO: 0:00:00 \$ 3 TIEMPO DE MECANIZADO x PIEZA Y COSTO: 0:01:30 \$ 1,091 TIEMPO MUERTOS x PIEZA Y COSTO = (T.REAL-T.CICLO): 0:00:40 \$ 444 TIEMPO DE MECANIZADO + TIEMPO MUERTO POR PIEZA Y COSTO: 0:02:10 \$ 1,445 TIEMPO CICLO = (ALISTAMIENTO x PIEZAS + TIEMPO MECANIZADO) x TIEMPO MUERTO: 0:02:10 \$ 1,448										DATOS DE PRODUCCION HORAS Y TURNOS: 7:30:00 TURNOS x DIA: 3 HORAS x DIA: 23:57:00 PIEZAS x TURNO (TEORICA): 441 PIEZAS x TURNO (REALES): PIEZAS A FABRICAR: 1000										TOTALES TIEMPOS Y COSTOS DEL PROCESO ACTUAL TIEMPO DE ALISTAMIENTO O PREPARACION DE DE MAQUINA Y COSTO: 0:45:00 \$ 30,000 TIEMPO DE DESMONTAJE DE PROCESO Y COSTO: 0:00:00 \$ 0 TIEMPO DE ALISTAMIENTO Y DESMONTAJE POR PIEZA Y COSTO: 0:00:00 \$ 3 TIEMPO DE MECANIZADO x PIEZA Y COSTO: 0:02:35 \$ 1,727 TIEMPO MUERTOS x PIEZA Y COSTO = (T.REAL-T.CICLO): 0:00:40 \$ 444 TIEMPO DE MECANIZADO + TIEMPO MUERTO POR PIEZA Y COSTO: 0:03:15 \$ 2,171 TIEMPO CICLO = (ALISTAMIENTO x PIEZAS + TIEMPO MECANIZADO) x TIEMPO MUERTO: 0:03:15 \$ 2,174									
ABREVIATURAS HTA: HERRAMIENTA; STOP: MAQUINA DETENIDA POR MONTAJE, DESMONTAJE, SE TOCO CAMBIO DE HERRAMIENTA, MEDICION, LIMPIEZA, ETC.; TOR: TONEADO; PRE-PRESADO; TAL: TALADRADO; Ø-DIAM. DE LA HSL; EN MM; Ø-DIAM. DE TONEADO; D-CIAM. REAL DE CORTE EN MM EN TORNO D-CIAM. 2-NUMERO DE DIENTES DE LA HSL; M-ANGULO DE POSICION EN GRADOS; EN TALADRADO M-ANGULO TOTAL DE LA PUNTA DE LA BROCA DIVIDIDO EN DOS; M-ANGULO DE INCIDENCIA DE HSL EN GRADOS; M-ANGULO DE LA HSL EN MM; M-VELOCIDAD DE CORTE EN (MM/MIN); APT: PROF. DE PASADA EN MM; EN TORNO ES PROF. RADIAL; M-ANGULO DE CORTE DE LA PRESA PARA EL TALADRADO Ø-DIAM. PARA TONEADO Ø-DIAM. (MM); RANURADO POR DIENTE EN MM; DESMONTAJE EN TORNO (MIN); LOMA: LARGITUD EN MM; A PRESA EN UN PUNTO EN EL PLANO Y EN TORNO (MM); DE CADA PASADA; EN TALADRADO PROF. DEL AGUIERO; PROF: PROFUNDIDAD DE MATERIAL A PRESAR; PARA TONDO PROF. RADIAL EN MM; PARA TALADRADO ES LA SUMA TOTAL DE LA PROFUNDIDADES DE LOS AGUIEROS; RPM: REVOLUCIONES POR MINUTO; VA: AVANCE EN MM/REV; RA: RUSCADO EN GRADOS; H: ESPESOR DE VIRUTA EN PRESADO; H: ESPESOR DE VIRUTA EN TALADRADO; Ks: FUERZA DE CORTE EN NEWTON; M: TORQUE EN Nm; Pn: POTENCIA DE CORTE EN KILOWATIOS; Dn: VELOCIDAD DE AVANCE DE VIRUTA; N: NUMERO DE PASADAS; W: MM; M: HORAS; MINUTOS; SEGUNDOS; Pn: FUERZA AVANCE DE TALADRADO EN NEWTON.																																							



Acreditada en Alta Calidad
 Res. n.º 29499 del Mineducación.
 29/12/17 vigencia 28/12/21

Figura 53. Hoja de operación – micro proceso - proceso obsoleto (parte superior del formato)

				GAMA DE FABRICACION - HOJA DE OPERACIÓN - MICRO PROCESO:		DESCRIPCIÓN PRODUCTO PERNO M12 x 1.75 REF. P04837025		DESCRIPCIÓN OPERACIÓN TONEADO CNC		OPERACIÓN No. OP. 30	ETAPA: ETAPA 3	VERSIÓN DEL PROCESO: V1																
1. CARACTERÍSTICAS MÁQUINA						2. CARACTERÍSTICAS MATERIAL						CLIENTE: ET-ITC																
TIPO-MARCA-MODELO: TORNO CNC SAMSUNG TL45		CONO: N/A		COSTO HORA MÁQUINA: \$ 40,000		MATERIAL: ACERO AISI 4340		DIMENSIONES:		CUIDAD,FECHA: BOGOTÁ, OCTUBRE 24 DE 2019		CONTACTO:																
TORNEADO MAX RPM: 4,000 POTENCIA(KW): 7.0 % POTENCIA A USAR: 80% MAX AVANCE DE MECANIZ. mm/min: 10,000 CAUDAL L _i / min:		FRESADO NA / NA POTENCIA(KW)/ HUSILLO / CABEZAL: NA / NA MAX AVANCE MEC. mm/min HUSILLO / CABEZAL: NA / NA % POTENCIA A USAR: NA TORQUE Nm: / PRESION BOMBA: NA		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN [N/mm²]: Rm (DIGITAR): 900-1200 DUREZA (HRC): 32 TRATAMIENTO: NO APLICA FUERZA ESPECIFICA DE CORTE [N/mm²]: Kc1.1 (DIGITAR): 2000 EXPONENTE DE MAQUINABILIDAD: mc (DIGITAR): 0.24 PESO EN BRUTO (KG): PESO PIEZA TERMINADA (KG):		REGLADOR: ELABORADO POR: OLVER SEPULVEDA REVISO: O.SEPULVEDA		FECHA: 29/07/2019 APROBÓ: LUIS A. LOPEZ																				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; color: red; font-weight: bold;"> DOCUMENTO OBSOLETO - PROCESO DESACTUALIZADO </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">DOCUMENTO No. D2019-0028-V1</div> </div>																												
<p>1. TOPE</p>		<p>2. REFRENTADO</p>		<p>3. DESBASTE</p>		<p>4. ACABADO EXTERIOR</p>		<p>5. ROSCADO EXTERIOR</p>		<p>6. TRONZADO</p>																		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y COSTO (SISTEMA MÉTRICO)																												
INGRESAR LOS DATOS DE ESTAS COLUMNAS						OJO! NO INGRESAR DATOS EN ESTAS COLUMNAS, CONTIENEN FORMULAS QUE SE CALCULAN AUTOMÁTICAMENTE																						
PASO No.	3. PROCESO - HERRAMIENTA			4. INSERTO			5. CONDICIONES DE CORTE										TIEMPO CICLO	COSTO PROCESO										
	STOP. TOR. FRE. TALL. MACH.?	PROCESO - ESTRATEGIA	PTA.HTA. - REF.	D.	Dc.	Z	K	Yo	REFERENCIA	MARCA	R.	DATOS DE CORTE A DIGITAR							DATOS DE CORTE CALCULADOS									
				mm	mm						MM.	MM/MIN.	MM.	MM.	MM/Z	MM.	MM.	R/ MIN	MM/MIN	Um	MM.	N	Nm	Kw	CC/MIN		HH:MM:SS	\$

Figura 54 Hoja de operación – micro proceso - proceso obsoleto (parte inferior del formato)

DOCUMENTO OBSOLETO - PROCESO DESACTUALIZADO		DOCUMENTO No. D2019-0028-V1																										
DESCRIPCION DEL PROCESO Y COSTO (SISTEMA METRICO)																												
INGRESAR LOS DATOS DE ESTAS COLUMNAS																												
OJO! NO INGRESAR DATOS EN ESTAS COLUMNAS, CONTIENEN FORMULAS QUE SE CALCULAN AUTOMÁTICAMENTE																												
PASO No.	3. PROCESO - HERRAMIENTA			4. INSERTO		5. CONDICIONES DE CORTE														TIEMPO CICLO	COSTO PROCESO							
	STOP, TOR, FRE, TAL, MACH?	PROCESO - ESTRATEGIA	PTA.HTA. - REF.	D.	Dc.	Z	K	Yo	REFERENCIA	MARCA	R.	Vc	Ap	Ae	Fz	LONG. TOTAL	PROF. TOTAL	RPM	Vf			Ra	Hm	Kc	Mc	Pc	Q	#P
				mm	mm		°	°			MM	MM/MIN	MM	MM	MM/Z	MM	MM	R / MIN	MM/MIN	Um	MM	N	Nm	Kw	CC/MIN		HH:MM:SS	\$
1	TOR	TOPE	MANUAL																								0:00:21	\$ 233
2	TOR	REFRENTADO	MDJNL2525K15 (HTA. 1)	16.0	16.0	1	93	-5	DNMG432MN KCP25	KENNA	0.8	50	1	N/A	0.1	25	1	995	99	0.6	0.10	3651	3.6506	0.4	5.0	1	0:00:15	\$ 168
3	TOR	DESBASTE EXTERIOR	MDJNL2525K15 (HTA. 1)	16.0	16.0	1	93	-5	DNMG432MN KCP25	KENNA	0.8	50	3	N/A	0.2	36	12	995	198	2.5	0.20	3091	18.547	1.9	30.0	4	0:00:44	\$ 485
4	TOR	ACABADO EXTERIOR	MVJNR2525M16 (HTA. 4)	16.0	16.0	1	95	-5	VNMG331LF KCP10	KENNA	0.4	100	0.5	N/A	0.12	80	0.5	1989	238	1.8	0.12	3496	2.0978	0.4	6.0	1	0:00:20	\$ 224
5	TOR	RANURADO EXT.	NSR2525K3	12.0	12.0	1	90	0	NG3M300RK KC5025	KENNA	0.1	30	3	N/A	0.05	6.5	3	796	39	1.3	0.05	4105	4.6177	0.4	4.5	1	0:00:10	\$ 111
6	TOR	ROSCADO EXT.	NSR2525K3	12.0	12.0	1	90	0	CNMG120408RP KCM25B	KENNA	0.1	30	0.12	N/A	1.75	30	1.08	796	1392	1531.3	1.75	1749	2.7541	0.2	6.3	9	0:00:12	\$ 129
7	TOR	TRONZADO	A4SML2525M3	16.0	16.0	1	90	0	A4G0305M03U04 GMN KCL25	KENNA	0.4	40	3	N/A	0.07	31	3	796	55	0.6	0.07	3786	7.9511	0.7	8.4	1	0:00:34	\$ 376
				DATOS DE PRODUCCION								TOTALES TIEMPOS Y COSTOS DEL PROCESO ACTUAL														CICLO	COSTOS	
				HORAS x TURNO 7:59:00								TIEMPO DE ALISTAMIENTO O PREPARACION DE DE MAQUINA Y COSTO														0:45:00	\$ 30,000	
				TURNOS x DIA 3								TIEMPO DE DESMONTAJE DE PROCESO Y COSTO														0:00:00	\$ 0	
				HORAS x DIA 23:57:00								TIEMPO DE ALISTAMIENTO Y DESMONTAJE POR PIEZA Y COSTO														0:00:00	\$ 3	
				PIEZAS x TURNO (TEORICAS) 441								TIEMPO DE MECANIZADO x PIEZA Y COSTO														0:02:35	\$ 1,727	
				PIEZAS x TURNO (REALES)								TIEMPO MUERTOS x PIEZA Y COSTO = (T.REAL-T.CICLO)														0:00:40	\$ 444	
				PIEZAS A FABRICAR 10000								TIEMPO DE MECANIZADO + TIEMPO MUERTO POR PIEZA Y COSTO														0:03:15	\$ 2,171	
												TIEMPO CICLO = (ALISTAMIENTO / CANT. PIEZAS) + TIEMPOMECANIZADO + TIEMPO MUERTO														0:03:15	\$ 2,174	

Figura 55. Hoja de operación – micro proceso - proceso optimizado (parte superior del formato)

				GAMA DE FABRICACION - HOJA DE OPERACIÓN - MICRO PROCESO:				DESCRIPCIÓN PRODUCTO PERNO M12 x 1.75 REF. P04837025		DESCRIPCIÓN OPERACIÓN TONEADO CNC		OPERACIÓN No. OP. 30	ETAPA: ETAPA 3	VERSIÓN DEL PROCESO: V2														
1. CARACTERÍSTICAS MÁQUINA				2. CARACTERÍSTICAS MATERIAL				CLIENTE: UNIVERSIDAD E.A.N																				
TIPO-MARCA-MODELO: TORNO CNC SAMSUNG TL45		CONO: N/A		COSTO HORA MÁQUINA: \$ 40,000		MATERIAL: ACERO AISI 4340		DIMENSIONES:		CIUDAD,FECHA: BOGOTÁ, OCTUBRE 24 DE 2019		CONTACTO:		TEL:														
TORNEADO MAX. RPM: 4,000 POTENCIA(KW): 7.0 % POTENCIA A USAR: 80% MAX. AVANCE DE MECANIZ. mm/min: 10,000 TORQUE Nm: CAUDAL Lt / min		FRESADO MAX. RPM HUSILLO / CABEZAL: NA / NA POTENCIA(KW) HUSILLO / CABEZAL: NA / NA MAX. AVANCE MEC. mm/min HUSILLO / CABEZAL: NA / NA TORQUE Nm: /		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN [N/mm²]: Rm (DIGITAR): 900-1200 DUREZA (HRC): 32 TRATAMIENTO: NO APLICA		FUERZA ESPECÍFICA DE CORTE [N/mm²]: Kc1.1 (DIGITAR): 2000 EXPONENTE DE MAGNABILIDAD: mc (DIGITAR): 0.24		REGLADOR: ELABORADO POR: OLVER SEPÚLVEDA REVISO: O.SEPÚLVEDA		FECHA: 29/07/2019 APROBÓ: LUIS A. LOPEZ		TEL:		TEL:														
DOCUMENTO VIGENTE - PROCESO OPTIMIZADO				DOCUMENTO No. D2019-0028-V2																								
<p>1. TOPE</p>		<p>2. REFRENTADO</p>		<p>3. DESBASTE</p>		<p>4. ACABADO EXTERIOR</p>		<p>5. ROSCADO EXTERIOR</p>		<p>6. TRONZADO</p>																		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y COSTO (SISTEMA MÉTRICO)																												
INGRESAR LOS DATOS DE ESTAS COLUMNAS								OJO! NO INGRESAR DATOS EN ESTAS COLUMNAS, CONTIENEN FORMULAS QUE SE CALCULAN AUTOMÁTICAMENTE																				
PASO No.	3. PROCESO - HERRAMIENTA			4. INSERTO				5. CONDICIONES DE CORTE										TIEMPO CICLO	COSTO PROCESO									
	STOP, TOR., FRE., TAL., MACH.?	PROCESO - ESTRATEGIA	PTA.HTA. - REF.	D.	Dc.	Z	K	Yo	REFERENCIA	MARCA	DATOS DE CORTE A DIGITAR					DATOS DE CORTE CALCULADOS					#P							
				mm	mm		°	°			R.	Vc	Ap	Ae	Fz	LONG. TOTAL	PROF. TOTAL	RPM	Vf	Ra	Hm	Kc	Mc	Pc	Q		HH:MM:SS	\$

Figura 56. Hoja de operación – micro proceso - proceso optimizado (parte inferior del formato)

DOCUMENTO VIGENTE - PROCESO OPTIMIZADO ✓		DOCUMENTO No. D2019-0028-V2																										
DESCRIPCION DEL PROCESO Y COSTO (SISTEMA MÉTRICO)																												
INGRESAR LOS DATOS DE ESTAS COLUMNAS											OJO! NO INGRESAR DATOS EN ESTAS COLUMNAS, CONTIENEN FORMULAS QUE SE CALCULAN AUTOMÁTICAMENTE																	
PASO No.	STOP. TOR. FRE. TAL. MACH.?	3. PROCESO - HERRAMIENTA			4. INSERTO				5. CONDICIONES DE CORTE						TIEMPO CICLO	COSTO PROCESO												
		PROCESO - ESTRATEGIA	PTA.HTA - REF.	D.	Dc.	Z	K	Yo	REFERENCIA	MARCA	R.	Vc	Ap	Ae			Fz	LONG. TOTAL	PROF. TOTAL	RPM	Vf	Ra	Hm	Kc	Mc	Pc	Q	#P
		D.	Dc.	Z	K	Yo	REFERENCIA	MARCA	R.	Vc	Ap	Ae	Fz	LONG. TOTAL	PROF. TOTAL	RPM	Vf	Ra	Hm	Kc	Mc	Pc	Q	#P	HH:MM:SS	\$		
1	TOR	TOPE	MANUAL																						0:00:21	\$ 233		
2	TOR	REFRENTADO	MDJNL2525K15 (HTA. 1)	16.0	16.0	1	93	-5	DNMG432MN KCP25	KENNA	0.8	70	1	N/A	0.15	25	1	1393	208	1.4	0.15	3312	4.9681	0.7	10.5	1	0:00:07	\$ 80
3	TOR	DESBASTE EXTERIOR	MDJNL2525K15 (HTA. 1)	16.0	16.0	1	93	-5	DNMG432MN KCP25	KENNA	0.8	70	4	N/A	0.3	36	12	1393	417	5.6	0.30	2804	33.654	4.9	84.0	3	0:00:16	\$ 173
4	TOR	ACABADO EXTERIOR	MVJNR2525M16 (HTA. 4)	16.0	16.0	1	95	-5	VNMG331LF KCP10	KENNA	0.4	130	0.5	N/A	0.13	80	0.5	2586	336	2.1	0.13	3430	2.2294	0.6	8.5	1	0:00:14	\$ 159
5	TOR	RANURADO EXT.	NSR2525K3	12.0	12.0	1	90	0	NG3M300RK KC5025	KENNA	0.1	30	3	N/A	0.05	6.5	3	796	39	1.3	0.05	4105	4.6177	0.4	4.5	1	0:00:10	\$ 111
6	TOR	ROSCADO EXT.	NSR2525K3	12.0	12.0	1	90	0	CNMG120408RP KCM25B	KENNA	0.1	30	0.12	N/A	1.75	30	1.08	796	1392	1531.3	1.75	1749	2.7541	0.2	6.3	9	0:00:12	\$ 129
7	TOR	TRONZADO	A4SML2525M3	16.0	16.0	1	90	0	A4G0305M03U04 GMN KCU25	KENNA	0.4	90	3	N/A	0.1	31	3	1790	179	1.3	0.10	3476	10.427	2.0	27.0	1	0:00:10	\$ 115
DATOS DE PRODUCCION										TOTALES TIEMPOS Y COSTOS DEL PROCESO ACTUAL										CICLO	COSTOS							
HORAS x TURNO										TIEMPO DE ALISTAMIENTO O PREPARACION DE DE MAQUINA Y COSTO										0:45:00	\$ 30,000							
TURNOS x DIA										TIEMPO DE DESMONTAJE DE PROCESO Y COSTO										0:00:00	\$ 0							
HORAS x DIA										TIEMPO DE ALISTAMIENTO Y DESMONTAJE POR PIEZA Y COSTO										0:00:00	\$ 3							
PIEZAS x TURNO (TEORICAS)										TIEMPO DE MECANIZADO x PIEZA Y COSTO										0:01:30	\$ 1,001							
PIEZAS x TURNO (REALES)										TIEMPO MUERTOS x PIEZA Y COSTO = (T.REAL-T.CICLO)										0:00:40	\$ 444							
PIEZAS A FABRICAR										TIEMPO DE MECANIZADO + TIEMPO MUERTO POR PIEZA Y COSTO										0:02:10	\$ 1,445							
										TIEMPO CICLO = (ALISTAMIENTO / CANT. PIEZAS) + TIEMPO MECANIZADO + TIEMPO MUERTO										0:02:10	\$ 1,448							

Anexo 20: Formato de Instrumento Dirigido a estudiantes y Egresados de las Asignaturas de CNC y CAM; Orientada a los Procesos de Torneado y Fresado con CNC.

Entrevistador: Olver Augusto Sepúlveda S.– Universidad EAN- Maestría Ingeniería de Procesos

Ciudad, fecha:

Entrevistado:

Nombres y apellidos del estudiante:

Nombre de la Institución Educativa:

Programa académico:

Semestre que cursa:

Asignatura:

Mail:

Objetivo de la encuesta

Obtener datos para luego ser analizados y formular un modelo integral para el diseño, documentación y optimización de los procesos de torneado y fresado, para la enseñanza del CNC y el CAD/CAM.

Duración: 10 minutos

Preguntas:

1. En los planos que le suministran de los productos terminados o ejercicios prácticos que realiza en tornos y fresadoras, con CNC, ¿están especificadas las características técnicas listadas a continuación?

	SI	NO
Material y dureza.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tolerancias dimensionales o ajustes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tolerancias de forma o geométricas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rugosidades y acabados superficiales.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. De los tornos CNC que hay en el taller de mecánica, ¿Conoce las siguientes especificaciones técnicas?

	SI	NO
Máximo diámetro del material a tornear.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diámetro del agujero del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peso máximo de la pieza a tornear.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximas RPM.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximo avance de mecanizado.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia de husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torque del motor del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia y Caudal de la bomba del refrigerante....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. De las fresadoras CNC o centros de mecanizado que hay en el taller de mecánica, ¿Conoce las especificaciones técnicas listadas a continuación?

	SI	NO
Máximo dimensiones del material a fresar.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cono del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peso máximo de la pieza a mecanizar.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximas RPM.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximo avance de mecanizado.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia de husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torque del motor del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia y Caudal de la bomba del refrigerante....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. ¿Qué lenguajes de programación CNC se usa en estas máquinas?

ISO – Fanuc.....	<input type="checkbox"/>
Fagor.....	<input type="checkbox"/>
Heidennhain.....	<input type="checkbox"/>
Mazatrol, (Mazak).....	<input type="checkbox"/>
Mitsubishi.....	<input type="checkbox"/>
Centurion – (Milltronics).....	<input type="checkbox"/>
Otros.....	<input type="checkbox"/>

5. Para realizar los cálculos de condiciones de corte de los materiales a mecanizar o materias primas, ¿Conoce y usa, las especificaciones técnicas listadas a continuación?

	SI	NO
Tipo de Material y dureza.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resistencia a la tracción.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fuerza específica de corte (Kc1.1).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Exponente de maquinabilidad (mc).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. ¿Cuáles de los siguientes materiales usan para los ejercicios prácticos que realiza en los tornos y fresadoras?

Aceros al carbono y aleados.....	<input type="checkbox"/>
Aceros inoxidable.....	<input type="checkbox"/>
Fundición gris.....	<input type="checkbox"/>
Aluminio.....	<input type="checkbox"/>
Bronce.....	<input type="checkbox"/>
Madera.....	<input type="checkbox"/>
Plásticos y acrílicos.....	<input type="checkbox"/>
Aleaciones de titanio y níquel.....	<input type="checkbox"/>
Materiales endurecidos.....	<input type="checkbox"/>

7. ¿Conoce qué materiales se pueden mecanizar con los siguientes materiales para herramientas de corte?

	SI	NO
HSS o HSS-Co.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carburo sólido.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carburo sólido con recubrimiento.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cerámica.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cermet.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CBN.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diamante.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. De las herramientas de torneado, ¿Conoce las siguientes especificaciones técnicas?

	SI	NO
Ángulo de ataque o de posición (K).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ángulo de incidencia (Yo).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radio de la punta.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rompe viruta del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Material y calidad del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Usa todos estos conceptos para calcular las condiciones de corte.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. De las herramientas de fresado , ¿Conoce las especificaciones técnicas listadas a continuación?

	SI	NO
Diámetro de corte de la fresa.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Número de dientes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ángulo de ataque o de posición (K).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ángulo de incidencia (Yo).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radio de la punta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rompe viruta del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Material y calidad del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Usa todos estos conceptos para calcular las condiciones de corte?..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Al cambiar el inserto de una herramienta de corte, ¿Aplica molikote o traba química para el tornillo del inserto?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. ¿Señale cuáles de los siguientes tipos de conos conoce para sujetar las herramientas de corte de fresado?

Cono Weldom.....	<input type="checkbox"/>
Cono porta pinza ER, OZ, TG.....	<input type="checkbox"/>
Cono de alto torque.....	<input type="checkbox"/>
Cono hidráulico.....	<input type="checkbox"/>
Cono térmico.....	<input type="checkbox"/>
Cono hidroforce.....	<input type="checkbox"/>

12. ¿Sabe dónde consultar y obtener los siguientes parámetros de corte?

	SI	NO
Velocidad de corte (V_c).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avance por revolución o por diente (F_z).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Profundidad de pasada (A_p).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ancho de corte (A_e).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ángulo de rampeado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. ¿Sabe calcular los siguiente parámetros o condiciones de corte?

	SI	NO
Revoluciones por minuto – RPM.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avance lineal (V_f).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Espesor de viruta (H_m).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fuerza de corte (K_c).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia de corte del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torque del motor del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiempo de mecanizado.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costo del proceso.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. ¿Señale cómo calcula las condiciones de corte para el mecanizado?

No las calculo, las obtengo de mi experiencia.....	<input type="checkbox"/>
No las calculo, me las suministran.....	<input type="checkbox"/>
Manualmente y con calculadora.....	<input type="checkbox"/>
En Excel.....	<input type="checkbox"/>
Software del fabricante de las herramientas.....	<input type="checkbox"/>

15. ¿Sabe qué es y para qué sirven los equipos presetadores de herramientas, como el que se observa en la siguiente imagen?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. ¿Conoce los siguientes sistemas para sujeción de las piezas a mecanizar?

	SI	NO
Prensas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bridas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mesa electromagnética.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torres para montaje.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistemas Zero Point para cambio rápido de piezas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17. ¿Sabe calcular las fuerzas de sujeción o amarre de la pieza?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18. ¿Cuál software de CAM usa para las máquinas de CNC?

MasterCam.....	<input type="checkbox"/>
Siemens NX.....	<input type="checkbox"/>
Power Mill.....	<input type="checkbox"/>
SolidCam.....	<input type="checkbox"/>
SurfCam.....	<input type="checkbox"/>
PTC Creo.....	<input type="checkbox"/>
Catia.....	<input type="checkbox"/>
Top Solid Cam.....	<input type="checkbox"/>
Espirit.....	<input type="checkbox"/>
Edge Cam.....	<input type="checkbox"/>
Otros softwares de CAM.....	<input type="checkbox"/>
No uso CAM, Hago la programación CNC, manual....	<input type="checkbox"/>

19. Sí usted documenta el macro proceso con hojas de ruta u hojas de control, señale cuáles de los siguientes datos registra

Operaciones de manufactura.....

- Máquinas o sitios de trabajo.....
- Tiempos de alistamiento.....
- Tiempos de fabricación.....
- Costos.....
- No elaboro la hoja de ruta.....

20. Sí usted documenta el micro proceso o micro movimientos del proceso, de cada operación de manufactura, señale cuáles de los siguientes datos registra

- Especificaciones de máquina.....
- Especificaciones de la materia prima.....
- Herramientas.....
- Dispositivos.....
- Instrumentos de medición y calibres.....
- Orden operacional.....
- Condiciones de corte.....
- Tiempos individuales y totales de la secuencia de mecanizado.....
- Costos individuales y totales de la secuencia de mecanizado...
- Videos.....
- No se documenta el micro proceso.....

21. ¿Acerca de las mejoras y optimizaciones de los procesos de mecanizado?

- Se hace mejoras, pero no se registran.....
- Se hacen empíricamente.....
- Se documentan las diferentes versiones.....
- A veces se documentan y a veces no.....
- No hay tiempo para documentar las mejoras.....

22. Desea hacer algunos comentarios o sugerencias para mejorar esta encuesta o para la enseñanza de las asignaturas del taller de mecánica, CNC y/o CAD/CAM?

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 21: Formato del Instrumento Dirigido a Docentes de las Asignaturas de Taller de Mecánica, CNC y CAD/CAM; Orientada a los Procesos de Torneado y Fresado con CNC.

Entrevistador: Olver Augusto Sepúlveda S.– universidad EAN- Maestría Ingeniería de Procesos

Ciudad, fecha:

Entrevistado:

Nombres y apellidos del docente:

Nombre de la Institución Educativa:

Programa académico:

Semestre que cursa:

Asignaturas que orienta:

Mail:

Años de experiencia del docente en procesos de mecanizado:

Objetivo de la encuesta

Obtener datos para luego ser analizados y formular un modelo integral para el diseño, documentación y optimización de los procesos de torneado y fresado con CNC, para la enseñanza del CNC y el CAD/CAM .

Duración: 10 minutos

Preguntas:

- Cantidad de tornos CNC en el área(s) de mecanizado
 - Cantidad de tornos convencionales
 - Cantidad de centros de mecanizado, fresadoras CNC y alesadoras CNC
 - Cantidad de fresadoras convencionales
1. En los planos que le suministra a sus estudiantes de los productos terminados o ejercicios prácticos que realiza en tornos y fresadoras, ¿están especificadas las características técnicas listadas a continuación?

	SI	NO
Material y dureza.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tolerancias dimensionales o ajustes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tolerancias de forma o geométricas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rugosidades y acabados superficiales.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. De los tornos convencionales y CNC que hay en el taller de mecánica, ¿Conoce las siguientes especificaciones técnicas?

	SI	NO
Máximo diámetro del material a torner.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diámetro del agujero del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peso máximo de la pieza a torner.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximas RPM.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximo avance de mecanizado.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia de husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torque del motor del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia y Caudal de la bomba del refrigerante....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. De las fresadoras convencionales y CNC o centros de mecanizado que hay en el taller de mecánica, ¿Conoce las especificaciones técnicas listadas a continuación?

	SI	NO
Máximo dimensiones del material a fresar.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cono del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peso máximo de la pieza a mecanizar.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximas RPM.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximo avance de mecanizado.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia de husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torque del motor del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia y Caudal de la bomba del refrigerante....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Qué lenguajes de programación CNC se usa en estas máquinas?

ISO – Fanuc.....	<input type="checkbox"/>
Fagor.....	<input type="checkbox"/>

- Heidennhain.....
- Mazatrol, (Mazak).....
- Mitsubishi.....
- Centurion – (Milltronics).....
- Otros.....

4. Para realizar los cálculos de condiciones de corte de los materiales a mecanizar o materias primas, ¿Conoce y usa, las especificaciones técnicas listadas a continuación?

- | | SI | NO |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Tipo de Material y dureza..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Resistencia a la tracción..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Fuerza específica de corte (Kc1.1)..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Exponente de maquinabilidad (mc)..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. ¿Cuáles de los siguientes materiales usa para los ejercicios prácticos que realiza en tornos y fresadoras?

- Aceros al carbono y aleados.....
- Aceros inoxidable.....
- Fundición gris.....
- Aluminio.....
- Bronce.....
- Madera.....
- Plásticos y acrílicos.....
- Aleaciones de titanio y Niquel.....
- Materiales endurecidos.....

6. ¿Conoce y enseña qué materiales se pueden mecanizar con los siguientes materiales para herramientas de corte?

	SI	NO
HSS o HSS-Co.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carburo sólido.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carburo sólido con recubrimiento.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cerámica.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cermet.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CBN.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diamante.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. De las herramientas de torneado, ¿Conoce las siguientes especificaciones técnicas?

	SI	NO
Ángulo de ataque o de posición (K).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ángulo de incidencia (Yo).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radio de la punta.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rompe viruta del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Material y calidad del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Usa todos estos conceptos para calcular las condiciones de corte.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. De las herramientas de fresado , ¿Conoce las especificaciones técnicas listadas a continuación?

	SI	NO
Díámetro de corte de la fresa.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Número de dientes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ángulo de ataque o de posición (K).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ángulo de incidencia (Yo).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radio de la punta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rompe viruta del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Material y calidad del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Usa todos estos conceptos para calcular las condiciones de corte.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Al cambiar el inserto de una herramienta de corte, ¿Aplica molikote o traba química para el tornillo del inserto?

SI **NO**

10. ¿Señale cuáles de los siguientes tipos de conos conoce para sujetar las herramientas de corte de fresado?

- Cono Weldom.....
- Cono porta pinza ER, OZ, TG.....
- Cono de alto torque.....
- Cono hidráulico.....
- Cono térmico.....
- Cono hidroforce.....

11. ¿Sabe dónde consultar y obtener los siguientes parámetros de corte?

SI **NO**

- Velocidad de corte (V_c).....
- Avance por revolución o por diente (F_z).....
- Profundidad de pasada (A_p).....
- Ancho de corte (A_e).....
- Ángulo de rampeado

12. ¿Sabe calcular los siguientes parámetros o condiciones de corte?

SI **NO**

- Revoluciones por minuto – RPM.....
- Avance lineal (V_f).....
- Espesor de viruta (H_m).....
- Fuerza de corte (K_c).....
- Potencia de corte del husillo.....
- Torque del motor del husillo.....
- Tiempo de mecanizado.....
- Costo del proceso.....

13. ¿Señale cómo calcula las condiciones de corte para el mecanizado?

- No las calculo, las obtengo de mi experiencia.
- No las calculo, me las suministran.....
- Manualmente y con calculadora.....
- En Excel.....
- Software del fabricante de las herramientas...

14. ¿Sabe qué es y para qué sirven los equipos presetadores de herramientas, como el que se observa en la siguiente imagen?

SI NO

15. ¿Conoce los siguientes sistemas para sujeción de las piezas a mecanizar?

- SI NO**
- Prensas.....
- Bridas.....
- Mesa electromagnética.....
- Torres para montaje.....
- Sistemas Zero Point para cambio rápido de piezas.....

16. ¿Sabe calcular las fuerzas de sujeción o amarre de la pieza?

SI NO

17. ¿Cuál software de CAM usa para las máquinas de CNC?

- MasterCam.....
- Siemens NX.....
- Power Mill.....
- SolidCam.....
- SurfCam.....
- PTC Creo.....
-

- Catia.....
- Top Solid Cam.....
- Espirit.....
- Edge Cam.....
- Otros softwares de CAM.....
- No uso CAM, Hago la programación CNC, manual....

18. Sí usted documenta el macro proceso con hojas de ruta u hojas de control, señale cuáles de los siguientes datos registra

- Operaciones de manufactura.....
- Máquinas o sitios de trabajo.....
- Tiempos de alistamiento.....
- Tiempos de fabricación.....
- Costos.....
- No elaboro la hoja de ruta.....

19. Sí usted documenta el micro proceso o micro movimientos del proceso, de cada operación de manufactura, señale cuáles de los siguientes datos registra

- Especificaciones de máquina.....
- Especificaciones de la materia prima.....
- Herramientas.....
- Dispositivos.....
- Instrumentos de medición y calibres.....
- Orden operacional.....
- Condiciones de corte.....
- Tiempos individuales y totales de la secuencia de mecanizado..
- Costos individuales y totales de la secuencia de mecanizado...
- Vídeos.....
- No se documenta el micro proceso.....

20. ¿Acerca de las mejoras y optimizaciones de los procesos de mecanizado?

- Se hacen mejoras, pero no se registran..... ..
- Se hacen empíricamente.....
- Se documentan las diferentes versiones..... ..
- A veces se documentan y a veces no..... ..
- No hay tiempo para documentar las mejoras.....

21. Desea hacer algunos comentarios o sugerencias para mejorar esta encuesta o para la enseñanza de las asignaturas del taller de mecánica, CNC y/o CAD/CAM?

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 22: Formato de Instrumento Dirigido a Profesionales y Técnicos que laboran en la Industria en las Áreas de mMecanizado; Orientada a los procesos de Torneado y Fresado con CNC.

Entrevistador: Olver Augusto Sepúlveda S.– Universidad EAN- Maestría Ingeniería de Procesos

Ciudad, fecha:

Entrevistado:

Empresa - Razón social:

Nombres y apellidos del encuestado:

Cargo:

Mail:

Años de experiencia del encuestado en procesos de mecanizado:

Área donde labora:

Cantidad aproximada de empleados en la empresa:

Objetivo de la encuesta

Obtener datos para luego ser analizados y formular un modelo integral para el diseño, documentación y optimización de los procesos de torneado y fresado con CNC, en las empresas el sector metalmecánico con áreas de mecanizado.

Duración: 10 minutos

Preguntas:

- Cantidad de tornos CNC en el área(s) de mecanizado
- Cantidad de tornos convencionales
- Cantidad de centros de mecanizado, fresadoras CNC y alesadoras CNC
- Cantidad de fresadoras convencionales

22. En los planos de los productos terminados que se entregan en la planta de mecanizado, ¿están especificadas las características técnicas listadas a continuación?

	SI	NO
Material y dureza.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tolerancias dimensionales o ajustes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tolerancias de forma o geométricas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rugosidades y acabados superficiales.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

23. De los tornos convencionales y CNC que hay en el taller de mecánica, ¿Conoce las siguientes especificaciones técnicas?

	SI	NO
Máximo diámetro del material a tornear.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diámetro del agujero del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peso máximo de la pieza a tornear.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximas RPM.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximo avance de mecanizado.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia de husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torque del motor del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia y Caudal de la bomba del refrigerante....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

24. De las fresadoras convencionales y CNC o centros de mecanizado que hay en el taller de mecánica, ¿Conoce las especificaciones técnicas listadas a continuación?

	SI	NO
Máximo dimensiones del material a fresar.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cono del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peso máximo de la pieza a mecanizar.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximas RPM.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máximo avance de mecanizado.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia de husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torque del motor del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia y Caudal de la bomba del refrigerante....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. ¿Qué lenguajes de programación CNC se usa en estas máquinas?

ISO – Fanuc.....	<input type="checkbox"/>
Fagor.....	<input type="checkbox"/>
Heidennhain.....	<input type="checkbox"/>
Mazatrol, (Mazak).....	<input type="checkbox"/>
Mitsubishi.....	<input type="checkbox"/>
Centurion – (Milltronics).....	<input type="checkbox"/>
Otros.....	<input type="checkbox"/>

26. Para realizar los cálculos de condiciones de corte de los materiales a mecanizar o materias primas, ¿Conoce y usa, las especificaciones técnicas listadas a continuación?

	SI	NO
Tipo de Material y dureza.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resistencia a la tracción.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fuerza específica de corte (Kc1.1).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Exponente de maquinabilidad (mc).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

27. ¿Cuáles de los siguientes materiales mecaniza en los tornos y fresadoras?

Aceros al carbono y aleados.....	<input type="checkbox"/>
Aceros inoxidable.....	<input type="checkbox"/>
Fundición gris.....	<input type="checkbox"/>
Aluminio.....	<input type="checkbox"/>
Bronce.....	<input type="checkbox"/>
Madera.....	<input type="checkbox"/>
Plásticos y acrílicos.....	<input type="checkbox"/>
Aleaciones de titanio y Niquel.....	<input type="checkbox"/>
Materiales endurecidos.....	<input type="checkbox"/>

28. ¿Conoce qué materiales se pueden mecanizar con los siguientes materiales para herramientas de corte?

	SI	NO
HSS o HSS-Co.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carburo sólido.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carburo sólido con recubrimiento.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cerámica.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cermet.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CBN.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diamante.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

29. De las herramientas de torneado, ¿Conoce las siguientes especificaciones técnicas?

	SI	NO
Ángulo de ataque o de posición (K).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ángulo de incidencia (Yo).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radio de la punta.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rompe viruta del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Material y calidad del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Usa todos estos conceptos para calcular las condiciones de corte.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

30. De las herramientas de fresado , ¿Conoce las especificaciones técnicas listadas a continuación?

	SI	NO
Diámetro de corte de la fresa.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Número de dientes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ángulo de ataque o de posición (K).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ángulo de incidencia (Yo).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radio de la punta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rompe viruta del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Material y calidad del inserto.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Usa todos estos conceptos para calcular las condiciones de corte?...

31. Al cambiar el inserto de una herramienta de corte, ¿Aplica molikote o traba química para el tornillo del inserto?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

32. ¿Señale cuáles de los siguientes tipos de conos conoce para sujetar las herramientas de corte de fresado?

Cono Weldom.....	<input type="checkbox"/>
Cono porta pinza ER, OZ, TG.....	<input type="checkbox"/>
Cono de alto torque.....	<input type="checkbox"/>
Cono hidráulico.....	<input type="checkbox"/>
Cono térmico.....	<input type="checkbox"/>
Cono hidroforce.....	<input type="checkbox"/>

33. ¿Sabe dónde consultar y obtener los siguientes parámetros de corte?

	SI	NO
Velocidad de corte (V_c).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avance por revolución o por diente (F_z).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Profundidad de pasada (A_p).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ancho de corte (A_e).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ángulo de rampeado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

34. ¿Sabe calcular los siguientes parámetros o condiciones de corte?

	SI	NO
Revoluciones por minuto – RPM.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avance lineal (V_f).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Espesor de viruta (H_m).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fuerza de corte (K_c).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potencia de corte del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Torque del motor del husillo.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiempo de mecanizado.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Costo del proceso.....

35. ¿Señale cómo calcula las condiciones de corte para el mecanizado?

- No las calculo, las obtengo de mi experiencia.....
- No las calculo, me las suministran.....
- Manualmente y con calculadora.....
- En Excel.....
- Software del fabricante de las herramientas...

36. ¿Sabe qué es y para qué sirven los equipos presetadores de herramientas, como el que se observa en la siguiente imagen?

SI NO

37. ¿Conoce los siguientes sistemas para sujeción de las piezas a mecanizar?

- SI NO**
- Prensas.....
- Bridas.....
- Mesa electromagnética.....
- Torres para montaje.....
- Sistemas Zero Point para cambio rápido de piezas.....

38. ¿Sabe calcular las fuerzas de sujeción o amarre de la pieza?

SI NO

39. ¿Cuál software de CAM usa para las máquinas de CNC?

- MasterCam.....
- Siemens NX.....
- Power Mill.....
- SolidCam.....
- SurfCam.....
- PTC Creo.....

- Catia.....
- Top Solid Cam.....
- Espirit.....
- Edge Cam.....
- Otros softwares de CAM.....
- No uso CAM, Hago la programación CNC, manual....

40. Sí usted documenta el macro proceso con hojas de ruta u hojas de control, señale cuáles de los siguientes datos registra

- Operaciones de manufactura.....
- Máquinas o sitios de trabajo.....
- Tiempos de alistamiento.....
- Tiempos de fabricación.....
- Costos.....
- No elaboro la hoja de ruta.....

41. Sí usted documenta el micro proceso o micro movimientos del proceso, de cada operación de manufactura, señale cuáles de los siguientes datos registra

- Especificaciones de máquina.....
- Especificaciones de la materia prima.....
- Herramientas.....
- Dispositivos.....
- Instrumentos de medición y calibres.....
- Orden operacional.....
- Condiciones de corte.....
- Tiempos individuales y totales de la secuencia de mecanizado..
- Costos individuales y totales de la secuencia de mecanizado...
- Videos.....
- No se documenta el micro proceso.....

42. ¿Acerca de las mejoras y optimizaciones de los procesos de mecanizado?

- Se hacen mejoras, pero no se registran..... ..
- Se hacen empíricamente.....
- Se documentan las diferentes versiones..... ..
- A veces se documentan y a veces no..... ..
- No hay tiempo para documentar las mejoras.....

43. Desea hacer algunos comentarios o sugerencias para mejorar esta encuesta o para la enseñanza de las asignaturas del taller de mecánica, CNC y/o CAD/CAM?

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 23: Datos obtenidos de la recopilación de la información

- **Instrumento No 1: Dirigido a estudiantes** de los programas de Ingeniería de Procesos, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electromecánica de los semestres donde se cursan las asignaturas de Procesos, CNC y CAD/CAM.. Link: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfR3oeuqsz4r6UQB0QuAz2f8uv9bkpI_k8uLVMble9aQztvIQ/viewform

- **Instrumento No. 2: Dirigido a docentes de educación superior** de diferentes instituciones universitarias , que orienten las asignaturas de procesos, CNC y CAD/CAM. Link: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd9-iVwbIxCH2fvwrnu0WWvBX18_rn7uUkh7y5WA9CBcrZikg/viewform

- **Instrumento No. 3: Dirigido a profesionales y técnicos del sector metalmecánico** que laboren o dirijan áreas de mecanizado de diferentes industrias. Link: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScso26Wkf_FCDXLUBZqU6PAPkn22wlaY0--fNxLmp-mAZnFKQ/viewform

A continuación, se muestran la información recolectada a estudiantes, docentes y profesionales que tiene algún conocimiento de torneado y fresado con CNC.

Pregunta 1: En los planos de los productos terminados que se entregan en la planta de mecanizado, ¿están especificadas las características técnicas listadas a continuación?

Tabla 22 Datos recolectados pregunta 1: ¿Están especificadas en planos estas características?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Material y dureza	Tolerancias dimensionales o ajustes	Tolerancias de forma o geométricas	Rugosidades y acabados superficiales
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	18	20	18	23
	NO	8	6	8	3
DOCENTES CANT.= 9	SI	6	7	6	5
	NO	3	2	3	4
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	7	8	8	7
	NO	1	0	0	1

Pregunta 2: De los tornos convencionales y CNC que hay en el taller de mecánica, ¿Conoce las siguientes especificaciones técnicas?

Tabla 23 Datos recolectados pregunta 2: ¿Conoce las especificaciones tornos taller?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Máximo diámetro del material a torneear	Diámetro del agujero del husillo	Peso máximo de la pieza a torneear	Máximas RPM	Máximo avance de mecanizado	Potencia de husillo	Torque del motor del husillo	Potencia y Caudal de la bomba del refrigerante
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	17	17	10	23	22	17	16	12
	NO	9	9	16	3	4	9	10	14
DOCENTES CANT.= 9	SI	7	8	4	7	6	6	5	3
	NO	2	1	5	2	3	3	4	6
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	8	8	8	8	8	8	6	5
	NO	0	0	0	0	0	0	2	3

Pregunta 3: De las fresadoras convencionales y CNC o centros de mecanizado que hay en el taller de mecánica, ¿Conoce las especificaciones técnicas listadas a continuación?

Tabla 24 Datos recolectados pregunta 3: ¿Conoce las especificaciones fresadoras taller?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI/NO	Máximo dimensiones del material a fresar	Cono del husillo	Peso máximo de la pieza a mecanizar	Máximas RPM	Máximo avance de mecanizado	Potencia de husillo	Torque del motor del husillo	Potencia y Caudal de la bomba del refrigerante
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	17	16	7	22	19	16	13	10
	NO	9	10	19	4	7	10	13	16
DOCENTES CANT.= 9	SI	8	8	3	7	7	5	5	4
	NO	1	1	6	2	2	4	4	5
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	8	8	8	8	8	8	6	6
	NO	0	0	0	0	0	0	2	2

Pregunta 4: ¿Qué lenguajes de programación CNC se usa en estas máquinas?

Tabla 25 Datos recolectados pregunta 4: ¿Qué lenguaje de programación CNC se usa?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI/NO	ISO - Fanuc	Fagor	Heidenhain	Mazatrol	Mitsubishi	Centurion - Milltronics	Otros
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	25	6	1	1	1	2	3
	NO							
DOCENTES CANT.= 9	SI	9	1	0	0	0	0	2
	NO							
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	8	2	1	2	1	5	1
	NO							

Pregunta 5: Para realizar los cálculos de condiciones de corte de los materiales a mecanizar o materias primas, ¿Conoce y usa, las especificaciones técnicas listadas a continuación?

Tabla 26 Datos recolectados pregunta 5: ¿Conoce especificaciones de los materiales?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Tipo de material, de acuerdo a P, M, K, N, S, H	Resistencia a la tracción	Fuerza específica de corte (Kc1.1)	Exponente de maquinabilidad (mc)
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	15	18	18	11
	NO	11	8	8	15
DOCENTES CANT.= 9	SI	7	6	6	5
	NO	2	3	3	4
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	8	7	6	6
	NO	0	1	2	2

Pregunta 6: ¿Cuáles de los siguientes materiales mecaniza en los tornos y fresadoras?

Tabla 27 Datos recolectados pregunta 6: ¿Cuáles materiales mecaniza?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Aceros al carbono y aleados	Aceros inoxidables	Fundición gris	Aluminio	Bronce	Madera	Plásticos y acrílicos	Aleaciones Ti-Ni	Materiales Endurecidos
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	10	1	1	15	26	1	8	0	0
	NO									
DOCENTES CANT.= 9	SI	8	0	0	8	6	1	6	0	0
	NO									
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	8	8	0	6	7	0	0	2	6
	NO									

Pregunta 7: ¿Conoce qué materiales se pueden mecanizar con los siguientes materiales para herramientas de corte?

Tabla 28 Datos recolectados pregunta 7: ¿Conoce materiales para herramientas de corte?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	HSS o HSS-Co	Carburo sólido	Carburo sólido con recubrimiento	Cerámica	Cermet	CBN - Nitruro de Boro Cúbico	Diamante - PCD
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	16	10	10	9	4	3	8
	NO	10	16	16	17	22	23	18
DOCENTES CANT.= 9	SI	8	8	8	7	4	4	4
	NO	1	1	1	2	5	5	5
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	8	8	8	6	5	6	5
	NO	0	0	0	2	3	2	3

Pregunta 8: De las herramientas de torneado, ¿Identifica los siguientes conceptos y para qué se usan en el cálculo de condiciones de corte?

Tabla 29 Datos recolectados pregunta 8: ¿Identifica conceptos de herramientas de torno?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Ángulo de ataque o de posición (K)	Ángulo de incidencia (Yo)	Radio de la punta	Rompe viruta del inserto	Material y calidad del inserto	Usa TODOS estos conceptos para calcular las condiciones de corte?
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	24	23	24	15	19	17
	NO	2	3	2	11	7	9
DOCENTES CANT.= 9	SI	7	8	9	8	8	5
	NO	2	1	0	1	1	4
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	8	8	8	8	8	7
	NO	0	0	0	0	0	1

Pregunta 9: De las herramientas de fresado, ¿Identifica los siguientes conceptos y para qué se usan en el cálculo de condiciones de corte?

Tabla 30 Datos recolectados pregunta 9: ¿Identifica conceptos de herramientas de fresado?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Diámetro de corte de la fresa	Número de dientes	Ángulo de ataque o de posición (K)	Ángulo de incidencia (Yo)	Radio de la punta	Rompe viruta del inserto	Material y calidad del inserto	Usa TODOS estos conceptos para calcular las condiciones de corte?
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	23	24	20	20	21	12	19	15
	NO	3	2	6	6	5	14	7	11
DOCENTES CANT.= 9	SI	9	9	7	7	7	7	8	6
	NO	0	0	2	2	2	2	1	3
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	8	8	8	7	8	8	8	6
	NO	0	0	0	1	0	0	0	2

Pregunta 10: Al cambiar el inserto de una herramienta de corte, ¿Aplica molikote o traba química para el tornillo del inserto?

Tabla 31 Datos recolectados pregunta 10: ¿Aplica molikote al cambiar el inserto?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Al cambiar el inserto de una herramienta de corte, ¿Aplica molikote o traba química para
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	7
	NO	19
DOCENTES CANT.= 9	SI	3
	NO	6
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	7
	NO	1

Pregunta 11: ¿Señale cuáles de los siguientes tipos de conos conoce para sujetar las herramientas de corte de fresado?

Tabla 32 Datos recolectados pregunta 11: ¿Cuáles conos conoce?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Cono Weldom	Cono portapinzas ER, OZ, TG	Cono de alto torque	Cono Hidráulico	Cono térmico	Cono Hidroforce
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	10	12	5	12	0	1
	NO						
DOCENTES CANT.= 9	SI	7	8	4	5	4	0
	NO						
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	7	7	8	5	3	3
	NO						

Pregunta 12: ¿Sabe dónde consultar y obtener los siguientes parámetros de corte?

Tabla 33 Datos recolectados pregunta 12: ¿Sabe dónde ubicar los datos de corte?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Velocidad de corte (Vc)	Avance por revolución o por diente (Fz)	Profundidad de pasada (Ap)	Ancho de corte (Ae)	Ángulo de rampeado
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	25	25	25	24	16
	NO	1	1	1	2	10
DOCENTES CANT.= 9	SI	9	9	9	8	6
	NO	0	0	0	1	3
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	8	8	8	8	8
	NO	0	0	0	0	0

Pregunta 13: ¿Sabe calcular los siguientes parámetros o condiciones de corte?

Tabla 34 Datos recolectados pregunta 13: ¿Sabe calcular parámetros de corte?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Revoluciones por minuto – RPM	Avance lineal (Vf)	Espesor de viruta (Hm)	Fuerza de corte (Kc)	Potencia de corte del husillo	Torque del motor del husillo	Tiempo de mecanizado	Costo del proceso
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	26	26	12	18	18	17	22	20
	NO	0	0	14	8	8	9	4	6
DOCENTES CANT.= 9	SI	9	9	6	5	8	6	9	4
	NO	0	0	3	4	1	3	0	5
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	8	8	8	8	8	6	8	8
	NO	0	0	0	0	0	2	0	0

Pregunta 14: ¿Señale cómo calcula las condiciones de corte para el mecanizado?

Tabla 35 Datos recolectados pregunta 14: ¿Cómo calcula las condiciones de corte?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	NO las calculo, las obtengo de mi experiencia	No las calculo, me las suministran	Manualmente y con calculadora	En Excel	Software del fabricante de las herramientas
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	1	1	22	4	12
	NO					
DOCENTES CANT.= 9	SI	3	0	3	3	6
	NO					
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	0	1	7	4	7
	NO					

Pregunta 15: ¿Sabe qué es y para qué sirven los equipos presetadores de herramientas, como el que se observa en la siguiente imagen?

Tabla 36 Datos recolectados pregunta 15: ¿Sabe para qué es el presetador de herramientas?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	19. ¿Sabe qué es y para qué sirven los equipos presetadores de
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	7
	NO	19
DOCENTES CANT.= 9	SI	6
	NO	3
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	8
	NO	0



Pregunta 16: ¿Conoce los siguientes sistemas para sujeción de las piezas a mecanizar?

Tabla 37 Datos recolectados pregunta 16: ¿Conoce estos sistemas de sujeción de pieza?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Prensas	Bridas	Mesa electromagnética	Torres para montaje	Sistemas Zero Point para cambio rápido de piezas
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	26	23	11	14	11
	NO	0	3	15	12	15
DOCENTES CANT.= 9	SI	9	9	9	8	7
	NO	0	0	0	1	2

Pregunta 17: ¿Sabe calcular las fuerzas de sujeción o amarre de la pieza?

Tabla 38 Datos recolectados pregunta 17 ¿Sabe calcular fuerza sujeción pieza?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	¿Sabe calcular las fuerzas de sujeción o amarre de la pieza?
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	7
	NO	19
DOCENTES CANT.= 9	SI	3
	NO	6
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	3
	NO	5

Pregunta 18: ¿Cuál software de CAM usa para las máquinas de CNC?

Tabla 39 Datos recolectados pregunta 18 ¿Cuál software de CAM se usa más?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	MasterCam	Siemens NX	Power Mill	SolidCam	SurfCam	PTC Creo	Catia	Top Solid Cam	Espirit	Edge Cam	Otro software de CAM	No uso CAM, Hago la programación CNC, manual
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	26	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	4
	NO												
DOCENTES CANT.= 9	SI	7	2	1	0	1	0	0	0	0	1	1	3
	NO												
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	6	2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3
	NO												

Pregunta 19: Sí usted documenta el macro proceso con hojas de ruta u hojas de control, señale cuáles de los siguientes datos registra

Tabla 40 Datos recolectados pregunta 19 ¿Qué datos registra en la hoja de ruta?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Operaciones de manufactura	Máquinas o sitios de trabajo	Tiempos de alistamiento	Tiempos de fabricación	Costos	No elaboro la hoja de ruta
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	16	16	17	19	18	6
	NO						
DOCENTES CANT.= 9	SI	6	4	5	6	2	2
	NO						
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	5	6	6	7	4	1
	NO						

Pregunta 20: Sí usted documenta el micro proceso o micro movimientos del proceso, de cada operación de manufactura, señale cuáles de los siguientes datos registra

Tabla 41 Datos recolectados pregunta 20 ¿Qué datos registra en la hoja de operación?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Especificaciones de máquina	Especificaciones de la materia prima	Herramientas	Dispositivos	Instrumentos de medición y calibres	Orden operacional	Condiciones de corte	Tiempos individuales y totales de la secuencia de mecanizado	Costos individuales y totales de la secuencia de mecanizado	Videos	No se documenta el micro proceso
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	13	14	17	11	11	18	14	18	15	4	5
	NO											
DOCENTES CANT.= 9	SI	0	3	4	2	4	3	2	1	1	1	4
	NO											
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	6	5	7	6	6	5	5	7	4	1	0
	NO											

Pregunta 21: ¿Qué documenta en la optimización del proceso?

Tabla 42 Datos recolectados pregunta 21 ¿Qué documenta en la optimización del proceso?

ENCUESTADOS	RESPUESTA: SI / NO	Se hacen mejoras pero no se registran	Se hacen empíricamente	Se documentan las diferentes versiones	A veces se documentan y a veces no	No hay tiempo para documentar las mejoras
ESTUDIANTES CANT.= 26	SI	3	3	13	9	2
	NO					
DOCENTES CANT.= 9	SI	1	3	2	3	3
	NO					
PROF. EMPRESAS CANT.= 8	SI	2	1	5	5	0
	NO					

Anexo 24: Formulario para la Verificación del Modelo de Aprendizaje Integral del CNC y el CAM en los Procesos de Mecanizado

El siguiente formulario consta de 30 preguntas para ser contestadas en un tiempo aproximado de 5 minutos; y está orientado a verificar que el aprendizaje integral del CNC y el CAM en los procesos de mecanizado, con las variables de maquinado y la documentación de los procesos de fabricación; favorece el desarrollo de las competencias de los estudiantes del sector industrial metalmecánico.

Nombre:

Mail:

Por favor valorar de 1 a 5, en donde 1 es en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo, las siguientes preguntas:

1. ¿Usted conoció desde el inicio del curso: los contenidos: CNC Torno, CNC Fresado, CAM; los objetivos, las fechas y las formas de evaluación de esta asignatura?
2. ¿ Al principio del curso sus conocimientos previos en matemática, dibujo técnico, CAD, procesos industriales, materiales de Ingeniería, metrología e informática, entre otros; eran buenos?

3. 3.¿ Usted integró durante y al final del semestre, estos conocimientos previos, a sus nuevos conocimientos de CNC y CAM?
4. ¿Usted participó activamente del aprendizaje del CNC y el CAM, mediante trabajos individuales, grupales y desarrollo de proyectos colaborativos e integradores?
5. ¿El docente le sirvió de facilitador para su aprendizaje?
6. ¿Aprendió a documentar el micro-proceso de fabricación con hojas de operación en Excel, hojas de trabajo de MasterCam y reportes generados por Novo; y adicionalmente, el macroproceso con hojas de ruta en Excel?
7. ¿Los softwares de simulación: “Cimco Edit” para CNC, “Inventor” para CAD, “MasterCam” para CAM, “NOVO” para selección de herramientas de corte y cálculo de condiciones de corte, y “Excel” para documentar el Macro y Micro-proceso; le facilitaron su proceso de aprendizaje?
8. ¿Los recursos didácticos, como guías, asesorías y videos elaborados por el docente le facilitaron el proceso de aprendizaje?
9. ¿La Institución cuenta con laboratorios y máquinas para el aprendizaje práctico del CNC y el CAM?

10. ¿La Institución cuenta con materiales, herramientas de corte, dispositivos para la sujeción de la pieza e instrumentos de medición para la metrología; que le faciliten el aprendizaje del CNC y el CAM, para las prácticas?
11. ¿ La metodología empleada para la enseñanza, mediante software de simulación, facilita y estimula el aprendizaje integral del CNC y el CAM, con los cálculos de condiciones de corte y la documentación de los procesos de fabricación?
12. En su concepto, ¿es bueno combinar las modalidades presencial y virtual sincrónica?; La presencial, para realizar prácticas y la modalidad PAT o virtual sincrónica, para la parte teórica. (Entendiendo la modalidad virtual sincrónica o PAT, como el espacio donde estudiantes y docente se conectan a través de un medio informático, al mismo tiempo y en el mismo horario)
13. ¿ Los softwares para trabajo virtual, como son Microsoft Teams, Zoom y Moodle, entre otros, le facilitaron el aprendizaje sincrónico virtual o PAT-Presencial Asistido por Tecnología?
14. ¿Los proyectos integradores, realizados en grupos, favorecen vincular los conocimientos de diferentes asignaturas de forma coherente?

15. Una vez pase la pandemia: ¿Usted cree que la metodología B-Learning o aprendizaje mixto, en donde se combina o alterna la virtualidad para la teoría y la presencialidad para las prácticas; mejorará la calidad, facilidad y eficiencia del proceso de aprendizaje?
16. ¿Cree que la forma de verificar sus conocimientos y competencias es más integral al evaluar su aprendizaje tanto de manera individual, como grupal?
17. Para el proceso de evaluación integral suyo, ¿Se le tuvo en cuenta su autoevaluación y la coevaluación por parte de sus compañeros?
18. ¿La metodología de enseñanza, fomentó el aprendizaje colaborativo y trabajo en equipo?
19. ¿La metodología empleada para el aprendizaje del CNC y el trabajo con proyectos, fomenta el auto aprendizaje?
20. ¿Usted considera que los proyectos evaluadores y proyecto integradores, fomentan la creatividad?
21. El aprendizaje integral del CNC y el CAM en los procesos de mecanizado, con cálculo de condiciones de corte y documentación de los procesos de fabricación; ¿Mejora sus competencias profesionales?

22. ¿Usted fortaleció su competencia de toma de decisiones mediante la selección de herramientas de torneado y fresado, el cálculo de las condiciones de corte y la optimización de las variables de mecanizado?
23. ¿Aprendió a cuantificar, de forma más clara, las variables de los procesos de torneado y fresado, como son las condiciones de corte, velocidades, revoluciones, avances, potencia, torque, tiempos y costos?
24. ¿Usted considera que los proyectos evaluadores y proyecto integradores, fomentan la competencia para investigar diferentes temas, dando un contexto de una situación real?
25. ¿La entrega de trabajos de manera individual y los trabajos colaborativos en equipos, fomenta las competencias de la responsabilidad, tolerancia y flexibilidad?
26. ¿Cree que el docente le retroalimentó al equipo, de forma más integral las debilidades de sus competencias?
27. Con la realización de diferentes actividades: ¿Se fomentaron las competencias transversales o “habilidades blandas”, como compromiso, comunicación interpersonal, flexibilidad, gestión del tiempo, liderazgo, creatividad y resolución de problemas, trabajo en equipo, responsabilidad y saber trabajar bajo presión?

28. ¿La exposición digital y verbal de los proyectos evaluadores y proyectos integradores, le permitieron mejorar sus competencias comunicativas?

29. ¿Las prácticas combinadas de CNC, CAM y la operación de diferentes máquinas y equipos, fortalecen las competencias profesionales?

30.

30. ¿Le gustaría hacer alguna observación o crítica constructiva al docente y/o a la metodología empleada, para mejorar el proceso de aprendizaje integral del CNC y el CAM en los procesos de mecanizado?

Muchas gracias por su colaboración.

Atentamente,

Olver Augusto Sepúlveda S.

Anexo 25: Test de Estilos de Aprendizaje de David Kolb

Test de estilos de Aprendizaje (Autor Profesor David Kolb)

Asignar una puntuación de 1 a 4 en cada casilla, respondiendo a la pregunta del encabezado de cada fila, de acuerdo con la situación que le reporte más beneficios cuando aprende, en donde 1 es poco beneficio y 4 alto beneficio. NO repetir un puntaje en una fila, de las cuatro opciones colocar a cada cuadro un número entre 1 y 4.

Quando Aprendo:	Prefiero valerme de mis sensaciones y sentimientos <input type="text"/>	Prefiero mirar y atender <input type="text"/>	Prefiero pensar en las ideas <input type="text"/>	Prefiero hacer cosas <input type="text"/>
Aprendo mejor cuando:	Confío en mis corazonadas y sentimientos <input type="text"/>	Atiendo y observo cuidadosamente <input type="text"/>	Confío en mis pensamientos lógicos <input type="text"/>	Trabajo duramente para que las cosas queden realizadas <input type="text"/>
Quando estoy aprendiendo:	Tengo sentimientos y reacciones fuertes <input type="text"/>	Soy reservado y tranquilo <input type="text"/>	Busco razonar sobre las cosas que están sucediendo <input type="text"/>	Me siento responsable de las cosas <input type="text"/>
Aprendo a través de:	Sentimientos <input type="text"/>	Observaciones <input type="text"/>	Razonamientos <input type="text"/>	Acciones <input type="text"/>
Quando aprendo:	Estoy abierto a nuevas experiencias <input type="text"/>	Tomo en cuenta todos los aspectos relacionados <input type="text"/>	Prefiero analizar las cosas dividiéndolas en sus partes componentes <input type="text"/>	Prefiero hacer las cosas directamente <input type="text"/>
Quando estoy aprendiendo:	Soy una persona intuitiva <input type="text"/>	Soy una persona observadora <input type="text"/>	Soy una persona lógica <input type="text"/>	Soy una persona activa <input type="text"/>
Aprendo mejor a través de:	Las relaciones con mis compañeros <input type="text"/>	La observación <input type="text"/>	Teorías racionales <input type="text"/>	La práctica de los temas tratados <input type="text"/>
Quando aprendo:	Me siento involucrado en los temas tratados <input type="text"/>	Me tomo mi tiempo antes de actuar <input type="text"/>	Prefiero las teorías y las ideas <input type="text"/>	Prefiero ver los resultados a través de mi propio trabajo <input type="text"/>
Aprendo mejor cuando:	Me baso en mis intuiciones y sentimientos <input type="text"/>	Me baso en observaciones personales <input type="text"/>	Tomo en cuenta mis propias ideas sobre el tema <input type="text"/>	Pruebo personalmente la tarea <input type="text"/>
Quando estoy aprendiendo:	Soy una persona abierta <input type="text"/>	Soy una persona reservada <input type="text"/>	Soy una persona racional <input type="text"/>	Soy una persona responsable <input type="text"/>
Quando aprendo:	Me involucro <input type="text"/>	Prefiero observar <input type="text"/>	Prefiero evaluar las cosas <input type="text"/>	Prefiero asumir una actitud activa <input type="text"/>
Aprendo mejor cuando:	Soy receptivo y de mente abierta <input type="text"/>	Soy cuidadoso <input type="text"/>	Analizo las ideas <input type="text"/>	Soy práctico <input type="text"/>
Total de la suma de cada columna				
	EC	OR	CA	EA

Percepción con Experiencia Concreta: Experimentar

Procesamiento con Observación Reflexiva: Reflexionar

Percepción con Conceptualización Abstracta: Teorizar

Procesamiento con Experimentación Activa: Actuar