



FABRICACIÓN
ASISTIDA POR
COMPUTADOR

2º INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD MECÁNICA

TEMA 6. OTROS PROCESOS DE MECANIZADO.

1. TALADRADO.
2. MECANIZADO POR ABRASIVOS.
3. ECONOMÍA DEL MECANIZADO.



FABRICACIÓN
ASISTIDA POR
COMPUTADOR

2º INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD MECÁNICA

1. TALADRADO.

1. DEFINICIÓN. MOVIMIENTOS.
2. TALADRADORAS.
3. TIPOS DE HERRAMIENTA.
4. OPERACIONES.
5. PARÁMETROS DEL TALADRADO.
6. CÁLCULO DE POTENCIAS.
7. TIPOS DE BROCAS Y SU MONTAJE.



1. TALADRADO.

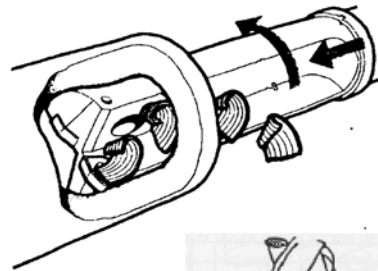
- **TALADRADO:** MÉTODO PARA PRODUCIR AGUJEROS CILÍNDRICOS EN UNA PIEZA CON HERRAMIENTAS DE ARRANQUE DE VIRUTA.

- **MOVIMIENTO FUNDAMENTAL DE AVANCE:**

- RECTILÍNEO.
- EN GENERAL, HERRAMIENTA.

- **MOVIMIENTO FUNDAMENTAL DE CORTE:**

- ROTATIVO.
- EN GENERAL, HERRAMIENTA.

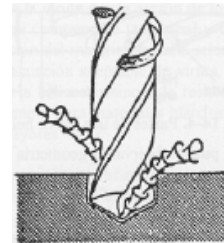


- **VENTAJAS:**

- CORTE CONTINUO: ESTABILIDAD. FAVORABLE PARA LAS HERRAMIENTAS.

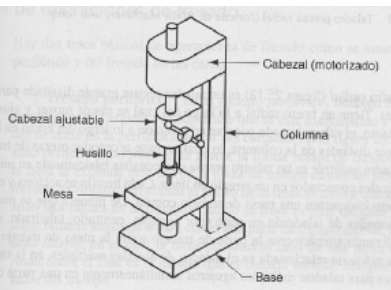
- **PROBLEMÁTICA FUNDAMENTAL:**

- EXTRACCIÓN DE LA VIRUTA DEL AGUJERO (EL MATERIAL SE ARRANCA EN EL FONDO).

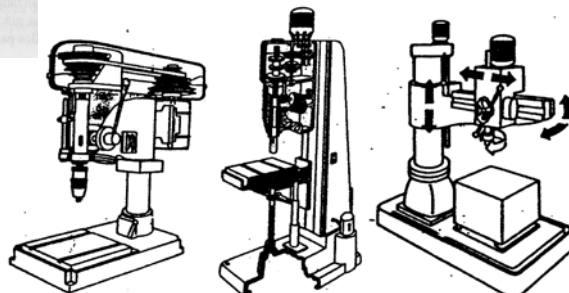


1. TALADRADO.

TALADRADORAS:



- TALADRADORAS: DISPONEN DE UN MAYOR O MENOR NÚMERO DE GRADOS DE LIBERTAD EN FUNCIÓN DE LA VERSATILIDAD BUSCADA.
- TAMBIÉN PUEDEN REALIZARSE OPERACIONES DE TALADRADO EN TORNOS O FRESADORAS.



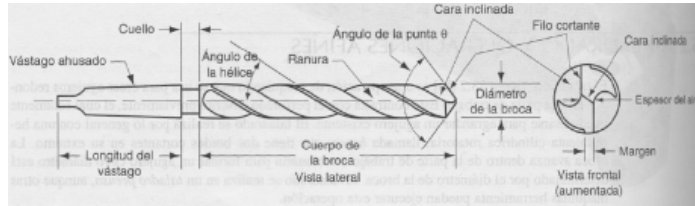


1. TALADRADO.

TIPO DE HERRAMIENTA:

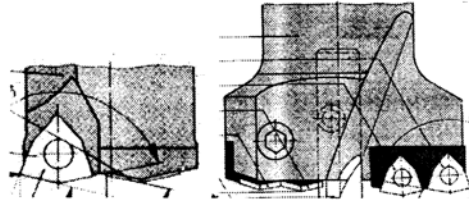
BROCA HELICOIDAL

- Por lo general herramienta entera
- Ranuras helicoidales: permiten que deslice por ellas la viruta generada en el fondo
- Filos de corte: en el extremo de la herramienta



BROCA NO HELICOIDAL

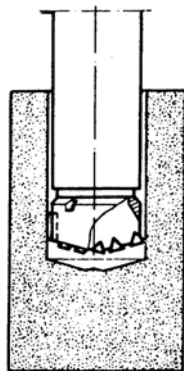
- Por lo general herramienta de plaquitas soldadas o intercambiables
- Varias plaquitas producen viruta de menor anchura, lo que facilita su extracción



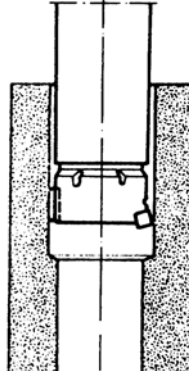
1. TALADRADO.

OPERACIONES:

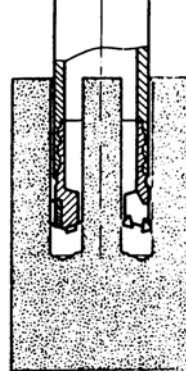
TALADRADO EN MACIZO



RETALADRADO



TREPANADO





1. TALADRADO.

OTRA OPERACIONES RELACIONADAS CON EL TALADRADO:

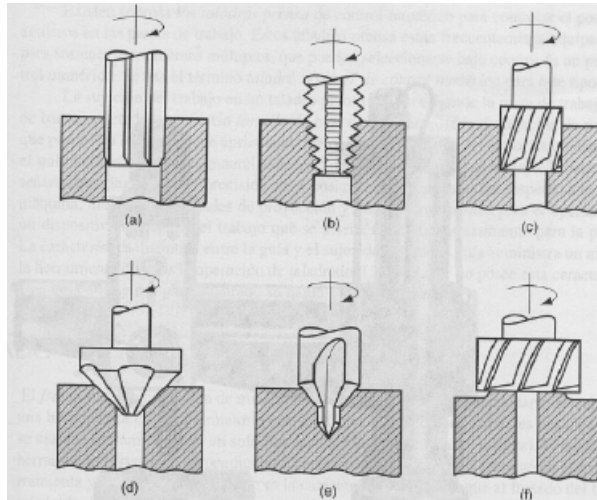


FIGURA 25.11 Operaciones de maquinado relacionadas con el taladrado: (a) escariado, (b) roscado interior, (c) abocardado, (d) avellanado, (e) centrado y (f) refrentado.



1. TALADRADO.

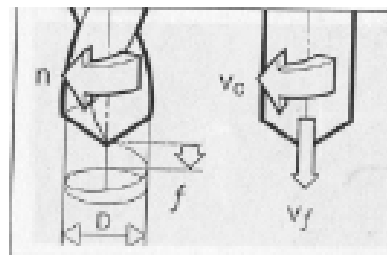
PARÁMETROS DEL TALADRADO

1. VELOCIDAD DEL HUSILLO n (rpm).
2. VELOCIDAD DE CORTE v_c (m/min): VELOCIDAD PERIFÉRICA DEL TALADRO.

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

3. VELOCIDAD DE AVANCE v_f (mm/min): AVANCE DE LA HERRAMIENTA RESPECTO A LA PIEZA.
4. AVANCE POR REVOLUCIÓN f (mm/rev): AVANCE DE LA HERRAMIENTA DURANTE UNA REVOLUCIÓN. ES EL ESPESOR DE MATERIAL ARRANCADO POR LA BROCA DURANTE UNA VUELTA.

$$v_f = f \cdot n \text{ (mm/min)}$$

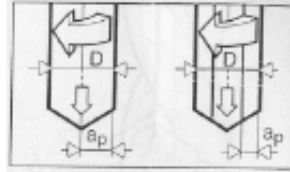




1. TALADRADO.

PARÁMETROS DEL TALADRADO

5. ANCHO DE CORTE O PROFUNDIDAD DE CORTE RADIAL a_p (mm): ES EL ANCHO DE LA VIRUTA (RADIO DEL AGUJERO).

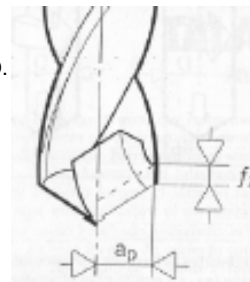


6. AVANCE POR FILO f_z (mm/filo): ESPESOR DE MATERIAL ARRANCADO POR UN FILO DURANTE UNA VUELTA.

$$f_z = f/z \quad (\text{mm / filo})$$

7. ÁREA DE VIRUTA A (mm²): ÁREA DE MATERIAL ARRANCADO.

$$A = a_p \cdot f_z \quad (\text{mm}^2)$$

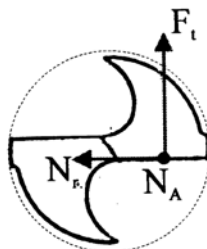


1. TALADRADO.

CÁLCULO DE POTENCIAS:

Fuerzas intervinientes:

- F_T o fuerza en la dirección del movimiento de corte
- N_T o fuerza perpendicular a F_T y al filo de corte. 2 componentes:
 - ✓ N_A en sentido axial
 - ✓ N_R en sentido radial

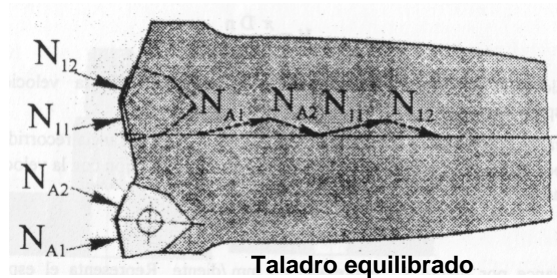




1. TALADRADO.

Taladros equilibrados y desequilibrados:

- **Taladro equilibrado:** las componentes radiales N_R se anulan
- **Taladro desequilibrado:** existe una componente N_R neta
 - ✓ Los taladros desequilibrados sufren un esfuerzo de flexión
 - ✓ Para evitar la flexión se utilizan apoyos guía, o superficies en contacto con el agujero que absorben las fuerzas radiales



1. TALADRADO.

Cálculo de la fuerza de corte: a través de la presión específica de corte K_S :

- K_S se consulta en tablas en función del material a cortar
- La fuerza se calcula como la presión específica por el área cortada

Para un diente: $F_T = K_S \cdot a \cdot f_z = K_S \cdot \frac{D}{2} \cdot f_z$

Para la broca: $F_T = K_S \cdot a \cdot f = K_S \cdot \frac{D}{2} \cdot f$

A partir de la fuerza se obtiene el par: $\longrightarrow \begin{cases} M_T = K_S * f * a * \frac{(D-a)}{2} & \text{Equilibrados} \\ M_T = K_S * f * a * \frac{D}{2} (1.17 \cdot \frac{a}{D}) & \text{No eq.} \end{cases}$

Y a partir del par se obtiene la potencia de corte:

(para taladros desequilibrados se introduce un factor corrector)

$$P = M_T \cdot \omega$$

Para obtener la potencia consumida habrá que considerar las pérdidas (rendimiento de transmisión)

$$P_{MH} = \frac{P}{\eta} (KW)$$



1. TALADRADO.

TIPOS DE BROCAS Y SU MONTAJE

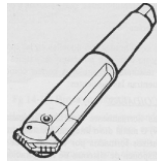
BROCAS EQUILIBRADAS

• BROCAS HELICOIDALES



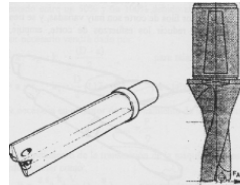
• BROCAS ESPADA

- PORTAHERRAMIENTAS CON DOS RANURAS LONGITUDINALES Y UN ALOJAMIENTO PARA UNA PLACA INTERCAMBIABLE (LAMA)



• TALADROS CON PLAQUITAS

- PORTAHERRAMIENTAS CON PLAQUITAS DE METAL DURO.
- FILO DE CORTE FORMADO POR UNA O VARIAS PLAQUITAS.



Tipos de brocas helicoidales	
Ángulo de hélice	Siempre positivos
Tipo N 20-25	para materiales ferrosos en general
Tipo W 30-40	para materiales muy dúctiles como el aluminio
Tipo H 12	para materiales frágiles como el latón

En los tipos H y W las ranuras son más anchas para facilitar la evacuación de la viruta y la faja guía es más estrecha para disminuir el rozamiento.



1. TALADRADO.

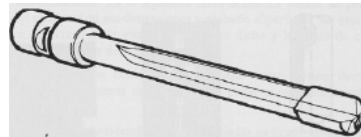
TIPOS DE BROCAS Y SU MONTAJE

BROCAS DESEQUILIBRADAS

• BROCAS CAÑÓN

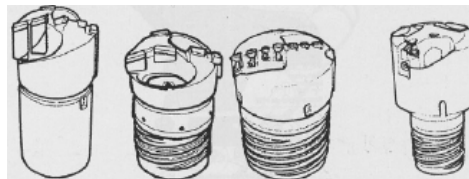
- PARA TALADRADO PROFUNDO.
- HASTA 200 VECES EL DIÁMETRO.
- DIÁMETRO DESDE 1.5 HASTA 35 mm.

- CABEZA.
- CAÑA.
- MANGO.



• CABEZAS DE TALADRAR Y RETALADRAR

- PORTAHERRAMIENTAS CON PLAQUITAS.
- SUJETO CON UN TUBO CILÍNDRICO HUECO POR EL INTERIOR DEL CUAL SE REALIZA LA EVACUACIÓN DE LA VIRUTA.
- DIÁMETROS ENTRE 18 Y 180 mm.
- PROFUNDIDADES HASTA 100 VECES DIÁMETRO.



1. TALADRADO.

HERRAMIENTAS PARA ESCARIADO

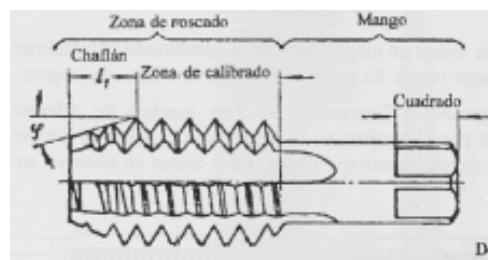
- VELOCIDAD CORTE BAJA.
- POCA ELIMINACIÓN MATERIAL.
- ESCARIADOR
 - MANGO
 - CUELLO
 - CUERPO
 - CHAFLÁN
 - CONO INICIAL
 - ZONA DE DIMENSIONADO
 - CONO FINAL



1. TALADRADO.

ROSCADO CON MACHO

- TALLADO DE UNA ROSCA INTERIOR PARTIENDO DE UN AGUJERO PREVIO, DE DIÁMETRO IGUAL A LAS CRESTAS DEL AGUJERO ROSCADO.
- HERRAMIENTA: MACHO DE ROSCAR.
- SE REALIZA MANUALMENTE O EN MÁQUINA
- TALLADO DE ROSCAS DE HASTA 50 mm DE DIÁMETRO.



2. MECANIZADO POR ABRASIVOS.

1. DEFINICIÓN. DIFERENCIA CON OTROS MECANIZADOS
2. COMPONENTES E IDENTIFICACIÓN DE LAS MUELAS.
3. FORMAS ESTÁNDAR DE RUEDAS ABRASIVAS.
4. OPERACIONES Y MÁQUINAS DE ESMERILAR.

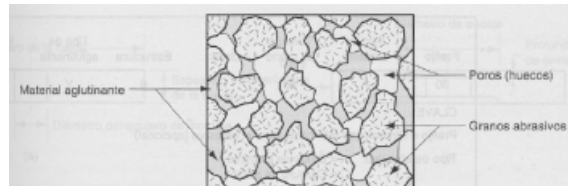
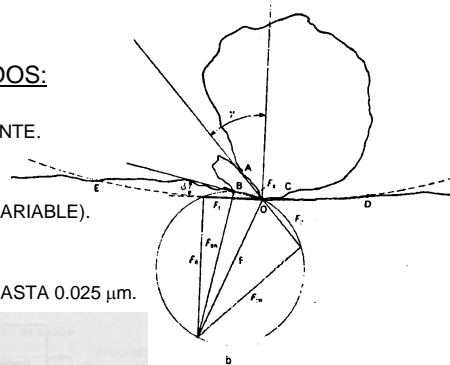
2. MECANIZADO POR ABRASIVOS.

ESMERILADO: PROCESO DE CONFORMADO POR ARRANQUE DE VIRUTA POR ABRASIÓN DE LAS SUPERFICIES A OBTENER.

HERRAMIENTAS → MUELAS

DIFERENCIAS CON OTROS MECANIZADOS:

- NÚMERO INDEFINIDO DE FILOS CORTANTES.
- PUNTOS DE CORTE SITUADOS ALEATORIAMENTE.
- TAMAÑO DE LA VIRUTA MUY PEQUEÑO.
- ALTAS VELOCIDADES DE CORTE.
- PROCESO NO ESTACIONARIO. (GEOMETRÍA VARIABLE).
- MUCHA ENERGÍA CONSUMIDA.
- LA RUEDA DE ESMERIL ES AUTOAFILANTE.
- SE LLEGA A ACABADOS SUPERFICIALES DE HASTA $0.025 \mu\text{m}$.





2. MECANIZADO POR ABRASIVOS.

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUELAS

Prefijo	Tipo de abrasivo	Tamaño de grano	Grado	Estructura	Tipo de aglutinante	Registro del fabricante
30	A	46	H	6	V	XX

CLAVE:

Prefijo = Símbolo del fabricante para el abrasivo (opcional)

Tipo de abrasivo: A = Óxido de aluminio
C = Carburo de silicio
etc.

Tamaño del grano: Burdo = tamaños de grano 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24
Mediano = tamaños de grano 30, 36, 46, 54, 60
Fino = tamaños de grano 70, 80, ..., 180
Muy fino = tamaños de grano 220, 240, ..., 600

Grado: La escala va de la A a la Z: A = suave, M = mediano, Z = duro.

Estructura: Escala numérica: 1 = estructura muy densa, 15 = estructura muy abierta.

Tipo de aglutinante: B = resinoso
E = laca
R = hule
S = silicato
V = vitrificado

Registro del fabricante: Marca privada de identificación de la rueda (opcional)



2. MECANIZADO POR ABRASIVOS.

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUELAS DE DIAMANTE Y NITRURO DE BORO CÚBICO:

Prefijo	Tipo de abrasivo	Tamaño de grano	Grado	Concentración	Tipo de aglutinante	Modificación del aglutinante	Profundidad del abrasivo
XX	D	150	P	YY	M	ZZ	1/8

CLAVE

Prefijo = Símbolo del fabricante para el abrasivo (opcional)

Tipo de abrasivo: D = Diamante
B = Nitruro de boro cúbico

Tamaño de grano: Burdo = tamaños de grano 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24
Mediano = tamaños de grano 30, 36, 46, 54, 60
Fino = tamaños de grano 70, 80, ..., 180
Muy fino = tamaños de grano 220, 240, ..., 600

Grado: La escala va de la A a la Z = suave, M = mediano, Z = duro.

Concentración: Designación del fabricante, puede ser un número o símbolo.

Tipo de aglutinante: B = Resina
M = Metal
V = Vitrificado

Modificación del aglutinante = Nota del fabricante sobre la modificación o tipo de aglutinante especial

Profundidad del abrasivo = Profundidad de trabajo de la sección abrasiva en pulg o mm.



2. MECANIZADO POR ABRASIVOS.

FORMAS ESTÁNDAR DE RUEDAS ABRASIVAS:

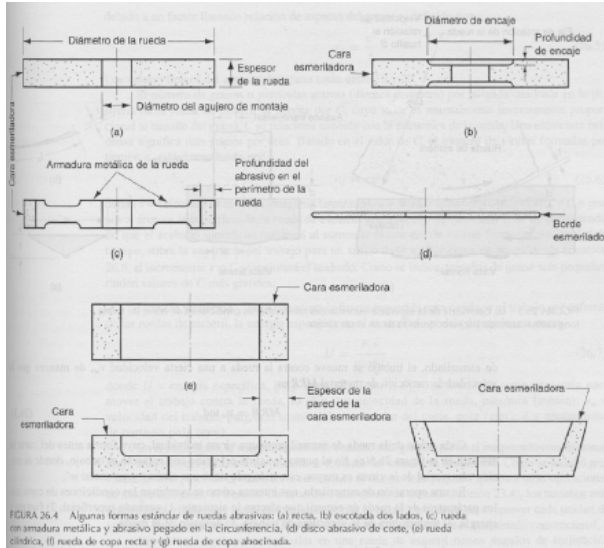


FIGURA 26-4 Algunas formas estándar de ruedas abrasivas: (a) recta, (b) escotada dos lados, (c) rueda con armadura metálica y abrasivo pegado en la circunferencia, (d) disco abrasivo de corte, (e) rueda cilíndrica, (f) rueda de copa recta y (g) rueda de copa abocinada.

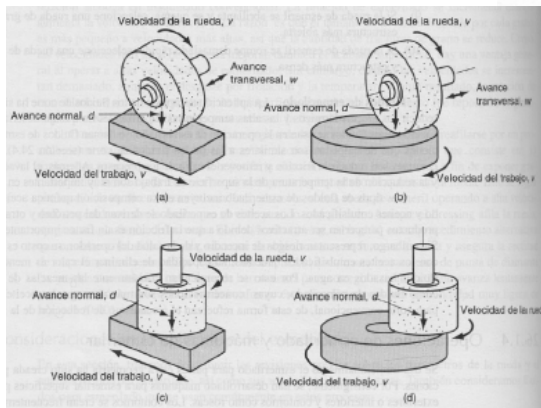
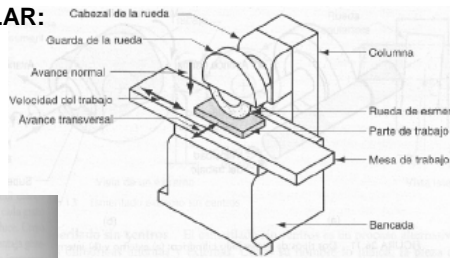
- a) RECTA.
- b) ESCOTADA DOS LADOS.
- c) RUEDA CON ARMADURA METÁLICA Y ABRASIVO PEGADO EN LA CIRCUNFERENCIA.
- d) DISCO ABRASIVO DE CORTA.
- e) RUEDA CILÍNDRICA.
- f) RUEDA DE COPA RECTA.
- g) RUEDA DE COPA ABOCINADA.



2. MECANIZADO POR ABRASIVOS.

OPERACIONES Y MÁQUINAS DE ESMERILAR: ESMERILADO SUPERFICIAL.

ESMERILADORA SUPERFICIAL CON HUSILLO HORIZONTAL Y MESA DE TRABAJO OSCILANTE



TIPOS DE ESMERILADO SUPERFICIAL

- a) HUSILLO HORIZONTAL CON MESA DE TRABAJO OSCILANTE.
- b) HUSILLO HORIZONTAL CON MESA DE TRABAJO ROTATORIA.
- c) HUSILLO VERTICAL CON MESA DE TRABAJO OSCILANTE.
- d) HUSILLO VERTICAL CON MESA DE TRABAJO ROTATORIA.

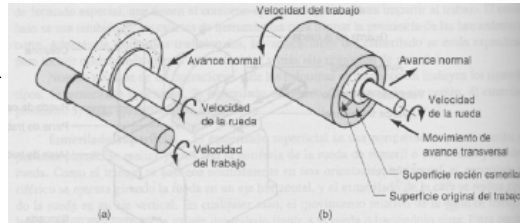


2. MECANIZADO POR ABRASIVOS.

OPERACIONES Y MÁQUINAS DE ESMERILAR: ESMERILADO CILÍNDRICO.

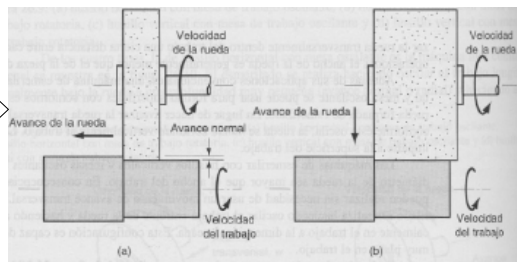
ESMERILADO CILÍNDRICO

- a) INTERNO.
- b) EXTERNO



MOVIMIENTOS DE AVANCE EN ESMERILADO CILÍNDRICO EXTERNO:

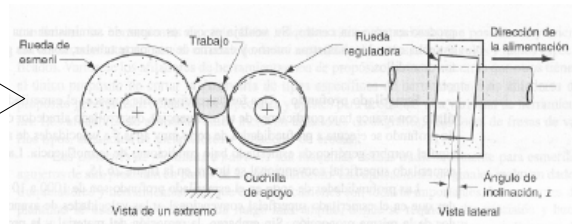
- a) AVANCE TRANSVERSAL.
- b) CORTE HUNDIDO.



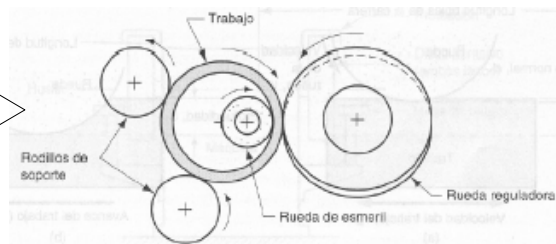
2. MECANIZADO POR ABRASIVOS.

OPERACIONES Y MÁQUINAS DE ESMERILAR: ESMERILADO CILÍNDRICO.

ESMERILADO EXTERNO SIN CENTROS



ESMERILADO INTERNO SIN CENTROS



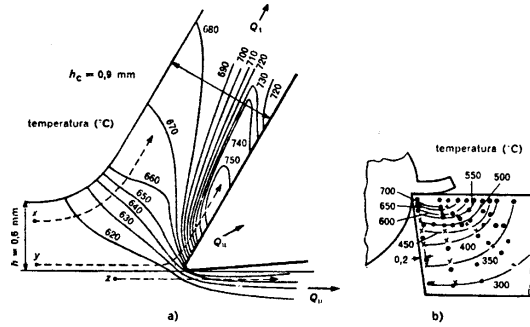
3. ECONOMÍA DEL MECANIZADO.

Temperaturas en el corte de metales:

Método analítico de Cook:

$$T = 0.4 \frac{U}{\rho C} \left(\frac{vt_0}{K} \right)^{0.333}$$

- T temp. Media en la interfase viruta-herramienta (°C)
- U energía específica de la operación (Nm/mm³)
- v velocidad de corte (m/seg)
- t₀ espesor de la viruta antes de corte (m)
- ρC calor específico volumétrico del material (J/mm³·°C)
- K difusividad térmica del material de trabajo (m²/s)



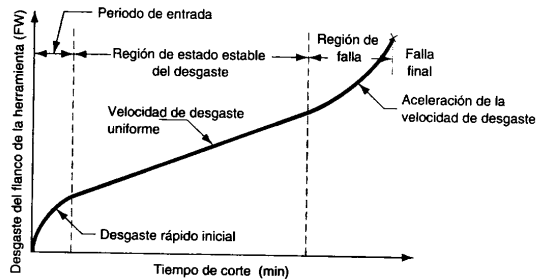
3. ECONOMÍA DEL MECANIZADO.

Desgaste de las herramientas:

Por exceso de temperatura

Por rotura

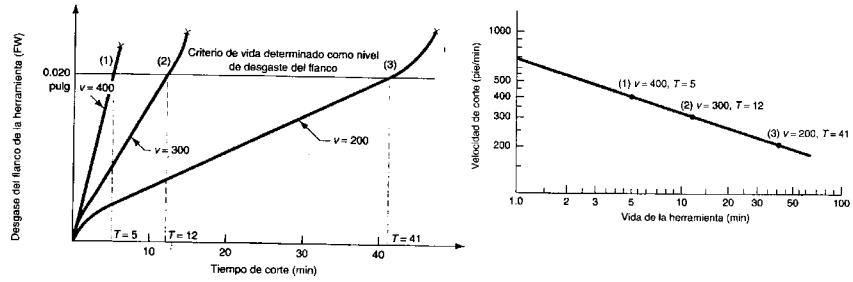
Por desgaste progresivo





3. ECONOMÍA DEL MECANIZADO.

Formula de Taylor:



$$VT^n = C$$

Generalización de la fórmula:

$$V = C_v P^{-p} A^{-a} T^{-n}$$



3. ECONOMÍA DEL MECANIZADO.

Criterios de optimalidad:

Tiempo más económico:

$$P = [T_r + (T_m + T_c)N]P_m + \frac{N}{n_p}P_f + \frac{N}{n_p}T_{ch}P_m$$

$$\left. \begin{matrix} \frac{\partial P}{\partial V} = 0 \end{matrix} \right\} T_e = \frac{1-n}{n} \frac{P_f + T_{ch}P_m}{P_m} = \frac{1-n}{n} R$$

Tiempo de Máxima Producción:

$$T_u = T_c + \frac{T_{ch}}{n_p} + T_m + \frac{T_r}{N}$$

$$\left. \begin{matrix} \frac{\partial T_u}{\partial T} = 0 \end{matrix} \right\} T_p = \frac{1-n}{n} T_{ch}$$



3. ECONOMÍA DEL MECANIZADO.

ejemplo:

Duración de la herramienta	T	T	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3
Velocidad de corte	$V = 45,4 \cdot d^{-0,13} \cdot P^{-0,41} \cdot T^{-0,19}$	V	210	20	180	175	185	150	150
Coste de máquina por arranque	T.P	U	200	300	400	600	800	1000	1200
Coste de un filo de herramienta	PF	PF	83,75	83,75	83,75	83,75	83,75	83,75	83,75
Coste del paro para cambiar herr.	Tch.P	Tch.P	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66	66,66
Coste de un periodo(XXX)	T.P+PF+Tch.P	Cp	350,41	450,41	550,41	750,41	950,41	1150,41	1350,41
Virta arrancada en periodo Cr(dm3)	V.A.P.T/1000	Cr	13,2	18	24	33,2	41,6	49	56,8
Indice de coste Rr (pes/dm3)(XXX)	Rr	Rr	28,5	23,7	22,8	22,8	22,8	23,5	23,8
Duración de un periodo(XXX)	T+Tch	Ti	40	55	70	100	130	180	190
Virta en una hora C80(XXX)(dm3)	C80	C80	19,8	20,7	20,5	19,9	19,2	18,7	17,9
Tiempo para 100dm3 T100(XXX)	T100	T100	303	290	280	302	312	321	335

