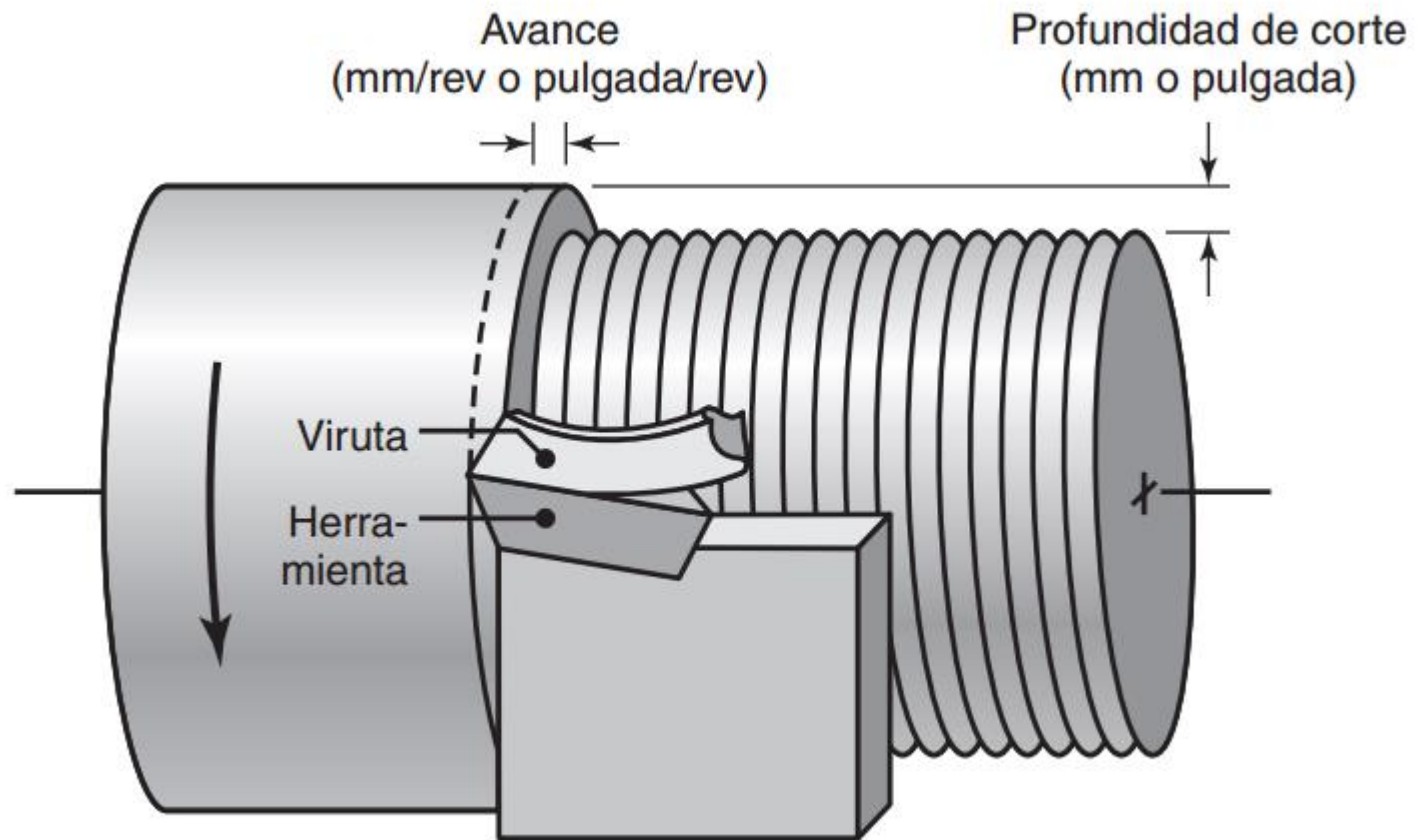
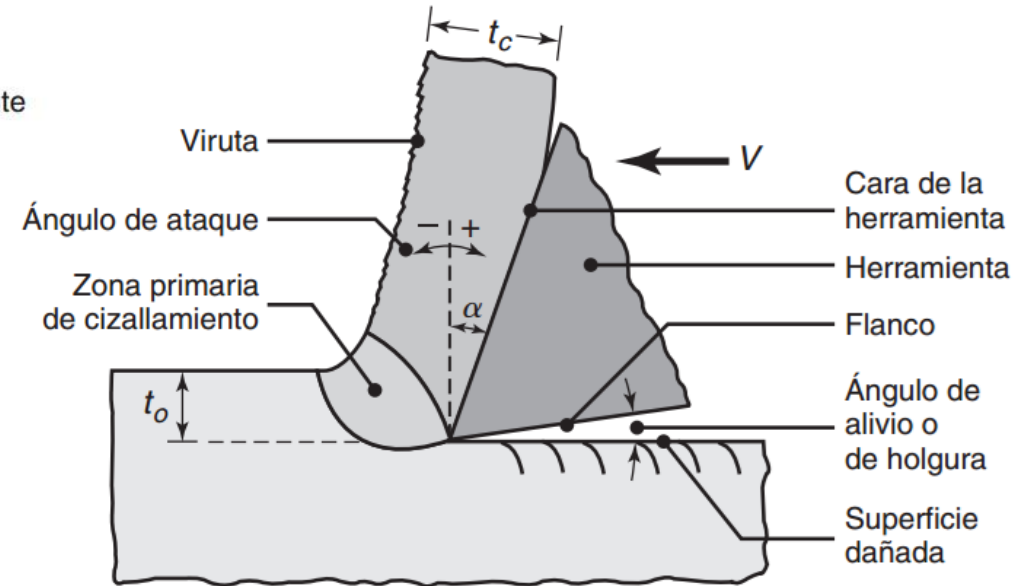
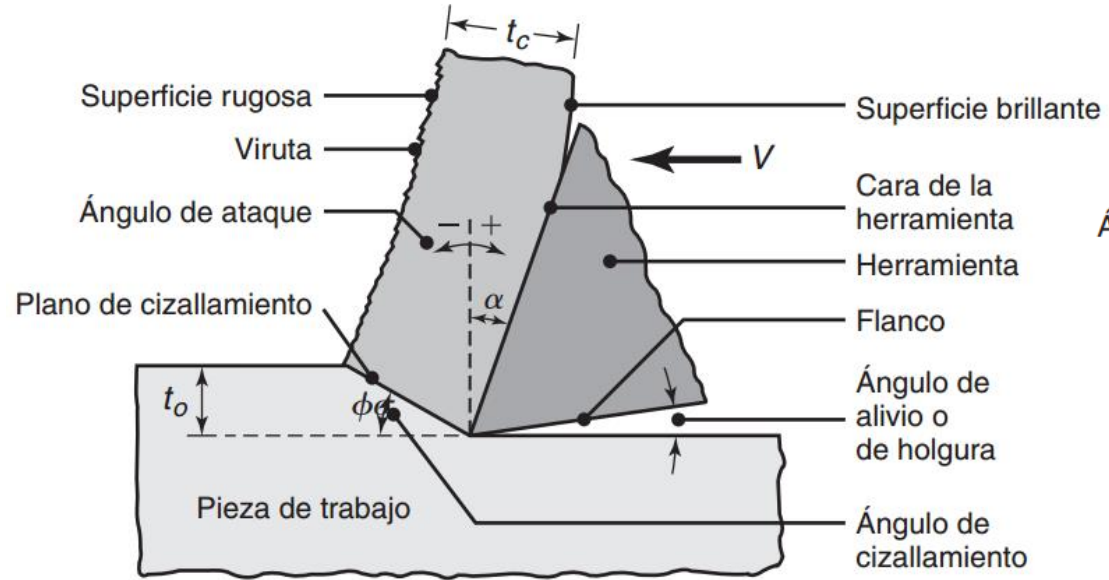


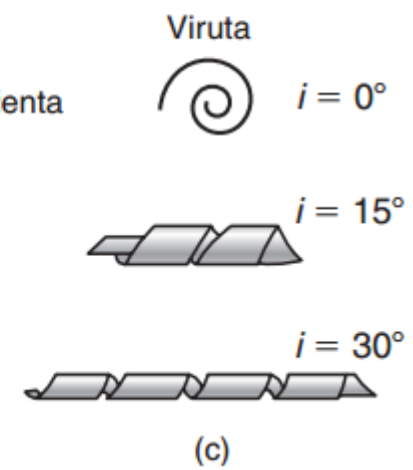
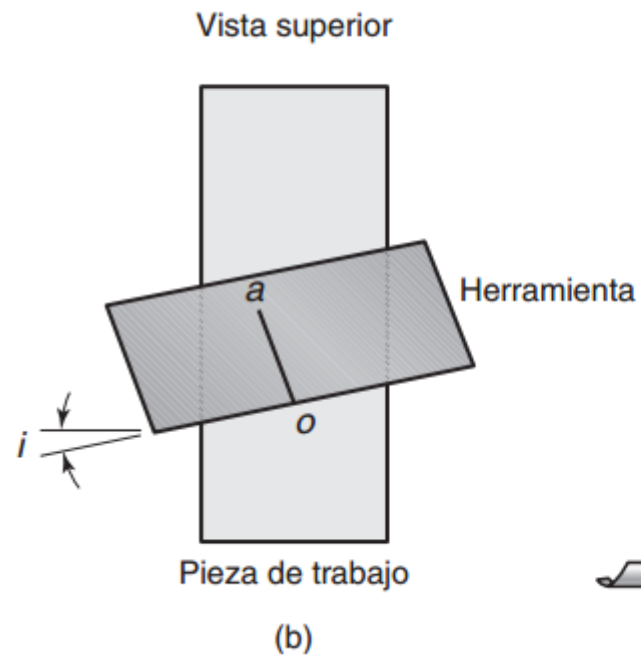
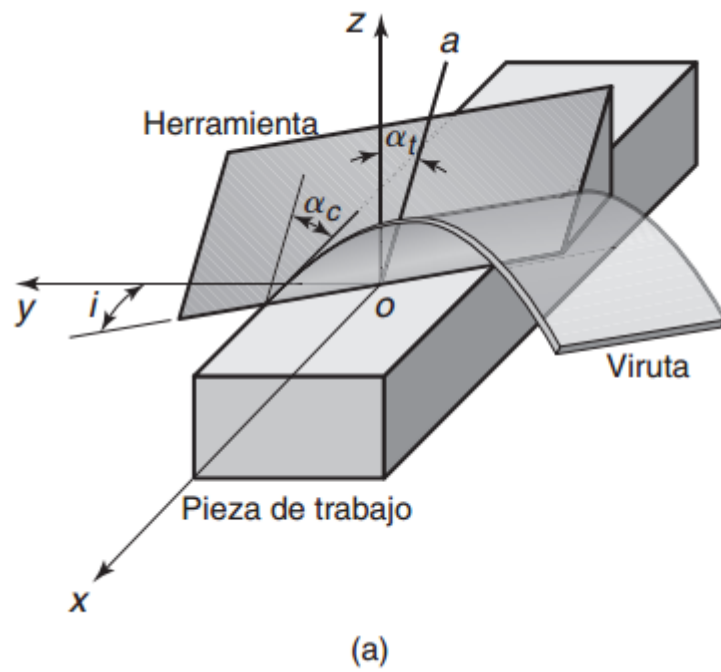
Clase 3

- Fuerzas y potencias en remoción de viruta









Relaciones en el proceso de corte ortogonal

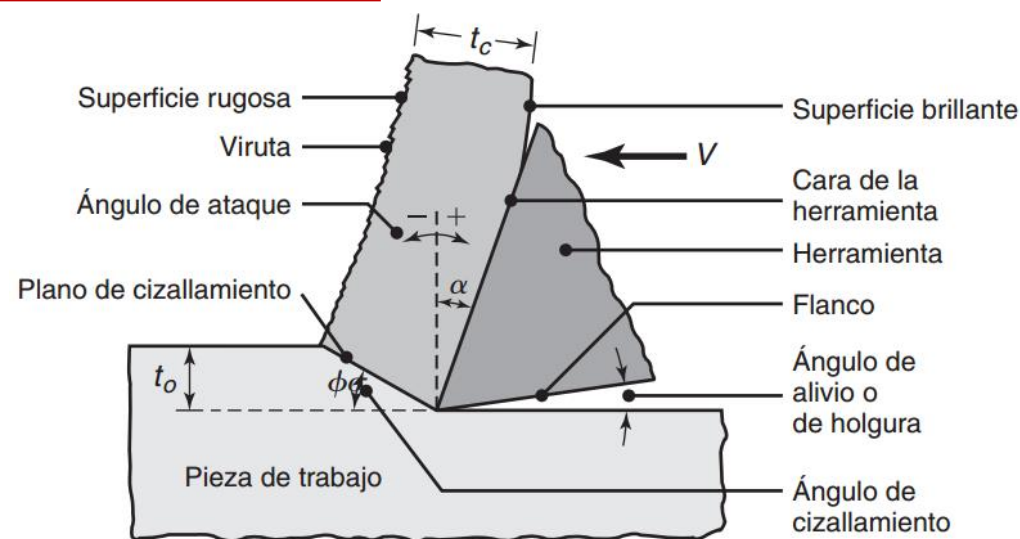
$$r = \frac{t_o}{t_c}$$

$$\tan(\phi) = \frac{r \cos(\alpha)}{1 - r \sin(\alpha)}$$

$$\gamma = \cot(\phi) + \tan(\phi - \alpha)$$

$$V t_o = V_c t_c$$

$$\frac{V_c}{V} = \frac{t_o}{t_c} = r$$



t_o : Profundidad de Corte

t_c : Espesor de Viruta

V : Velocidad de Corte

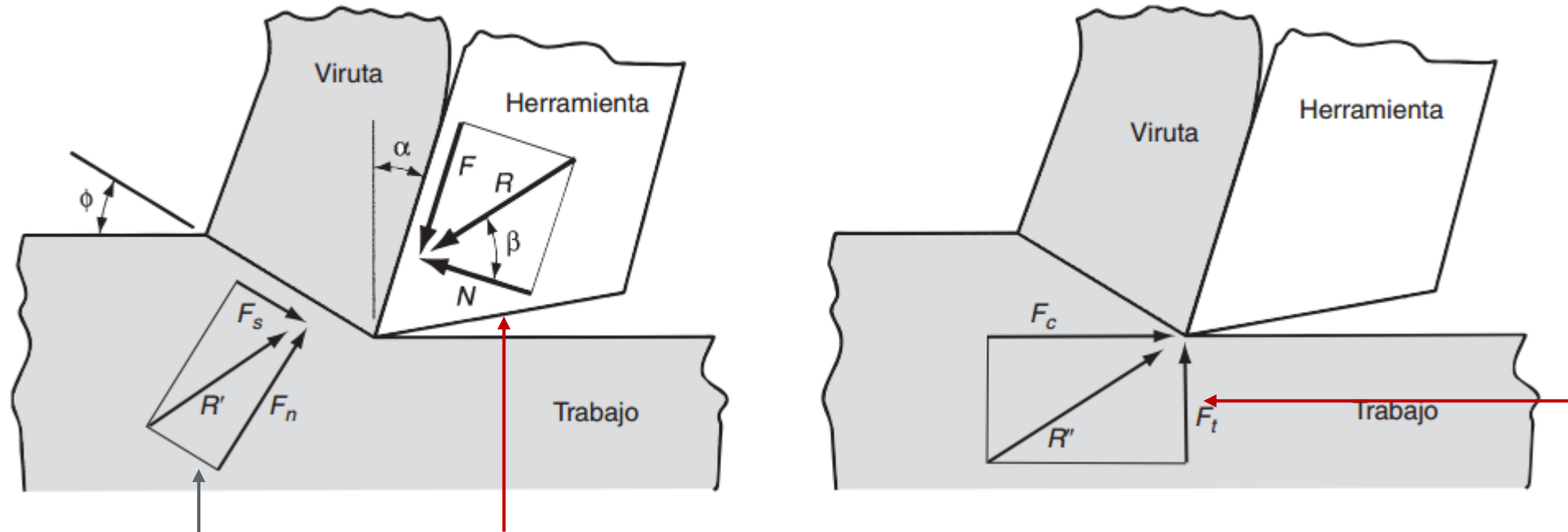
V_c : Velocidad de Viruta

r : Relacion de Corte

α : Angulo de Ataque

ϕ : Angulo de deformacion cortante

γ : Deformacion Cortante



F : Fuerza roce Viruta – Herramienta

N : Fuerza normal Viruta – Herramienta

R : Reacción Viruta – Herramienta

β : Angulo de Roce

F_s : Fuerza en plano de deformacion cortante (Trabajo – Viruta)

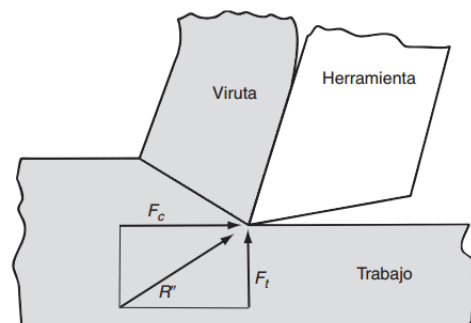
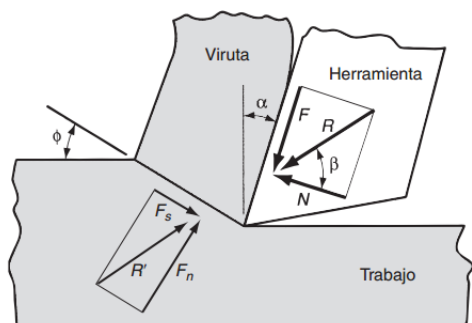
F_n : Fuerza normal Trabajo – Viruta

R' : Reacción Trabajo – Viruta

F_c : Fuerza de corte

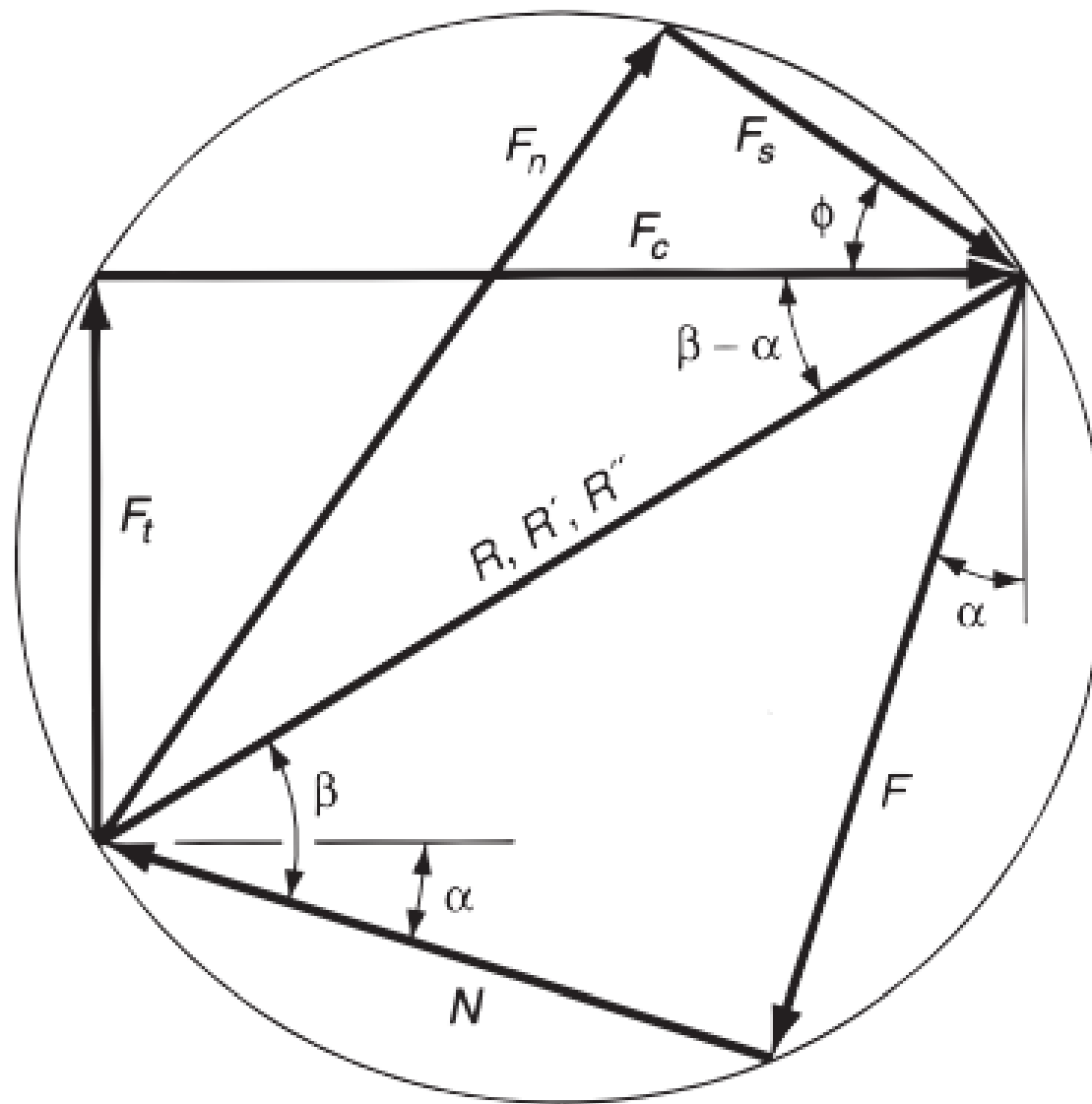
F_t : Fuerza de empuje

R'' : Reacción Herramienta



$$R^2 = F_t^2 + F_c^2 = F^2 + N^2 = F_s^2 + F_N^2$$

$$\tan(\beta - \alpha) = \frac{F_t}{F_c}$$



Relaciones de fuerza en el proceso de corte ortogonal

$$F = F_c \sin \alpha + F_t \cos \alpha$$

$$N = F_c \cos \alpha - F_t \sin \alpha$$

$$F_s = F_c \cos \phi - F_t \sin \phi$$

$$F_n = F_c \sin \phi + F_t \cos \phi$$

$$\tau = \frac{F_s}{A_s}$$

$$A_s = \frac{t_o w}{\sin \phi}$$

$$\tan(\beta - \alpha) = \frac{F_t}{F_c}$$

F : Fuerza roce Viruta – Herramienta

N : Fuerza normal Viruta – Herramienta

β : Angulo de Roce

F_s : Fuerza en plano deformacion cortante (Trabajo – V

F_n : Fuerza normal Trabajo – Viruta

F_c : Fuerza de corte

F_t : Fuerza de empuje

α : Angulo de Ataque de la herramienta

ϕ : Angulo de deformacion cortante

Ejemplo Trabajo en Grupo

$$r = \frac{t_o}{t_c}$$

$$\tan(\phi) = \frac{r \cos(\alpha)}{1 - r \sin(\alpha)}$$

$$\gamma = \cot(\phi) + \tan(\phi - \alpha)$$

$$V t_0 = V_c t_c$$

$$\frac{V_c}{V} = \frac{t_0}{t_c} = r$$

En una operación de maquinado que se aproxima al corte ortogonal, la herramienta de corte tiene un **ángulo de ataque de 10°**

La profundidad del material siendo removido es de 0.5 mm
El espesor de la viruta después del corte *es de* 1.125 mm.

- Calcule el plano de corte y la deformación cortante en la operación.

Suponga que la fuerza de corte y la fuerza de empuje se miden durante una operación, **$F_c = 1559 \text{ N}$ y $F_t = 1271 \text{ N}$** . El ancho de la operación de corte ortogonal es $w = 3 \text{ mm}$.

- Con base en estos datos, determine el esfuerzo de fluencia al corte del material de trabajo.

Relaciones con esfuerzo de corte

$$\tau = \frac{F_s}{A_s}$$

$$A_s = \frac{t_o w}{\text{sen } \phi}$$

$$\tau = \frac{F_c \cos(\phi) - F_t \text{sen}(\phi)}{\left(\frac{t_o w}{\text{sen}(\phi)} \right)}$$

¿Que expresión podemos dar para ϕ ?

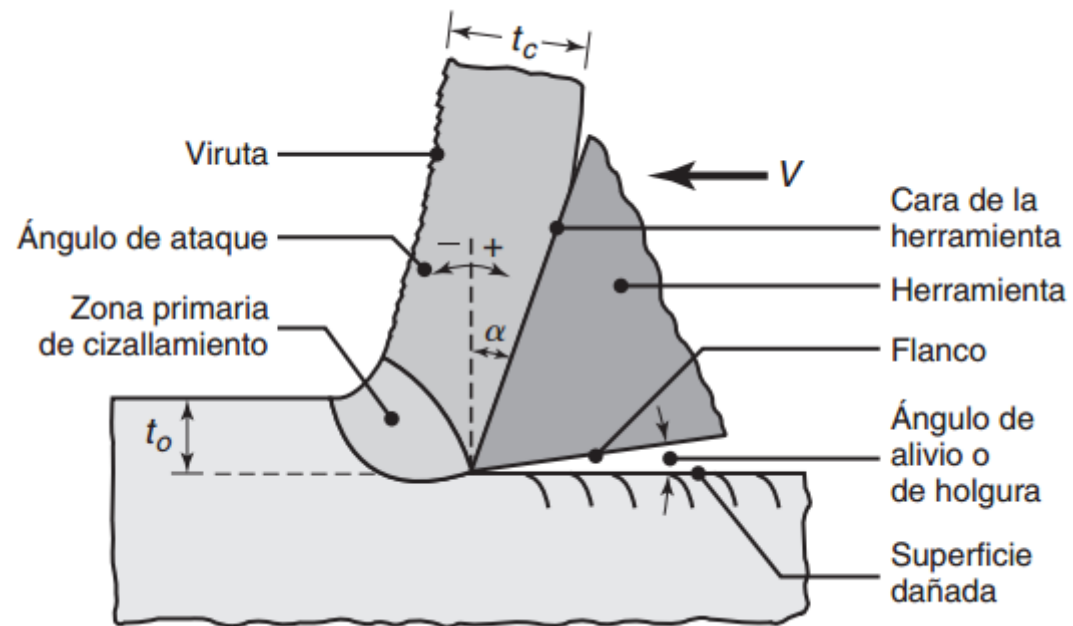
Ecuación de Merchant

$$\phi = 45 + \frac{\alpha}{2} - \frac{\beta}{2}$$

Relaciones entre plano de corte, angulo de ataque y fricción

Table 2.1 Shear angle formulas

Model	Formula	Year
Ernst–Merchant	$\phi = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}(\rho - \gamma)$	1941
Merchant	$\phi = \frac{C}{2} - \frac{1}{2}(\rho - \gamma)$	1945
Stabler	$\phi = \frac{\pi}{4} - \rho + \frac{\gamma}{2}$	1951
Lee–Shaffer	$\phi = \frac{\pi}{4} - (\rho - \gamma)$	1951
Hucks	$\phi = \frac{\pi}{4} - \frac{a \tan(2\mu)}{2} + \gamma$	1951
Shaw et al.	$\phi = \frac{\pi}{4} - (\rho - \gamma) \pm \eta$	1953
Sata	$\phi = \frac{\pi}{4} - \gamma \pm \frac{\gamma - 15^\circ}{2}$	1954
Weisz	$\phi = 54.7^\circ - (\rho - \gamma)$	1957
Kronenberg	$\phi = a \cot \left[\frac{e^{\mu \left(\frac{\pi}{2} - \gamma \right)} - \sin \gamma}{\cos \gamma} \right]$	1957
Colding	$\phi = a \tan \left[-\frac{2 \left(\frac{F}{H} + 2 \right)}{\left(\frac{F}{H} + 1 \right)} \cot(2\Omega) - (\rho - \gamma) \right]$	1958
Oxley	$\phi = a \tan \left[1 + \frac{\pi}{2} - 2\phi + \frac{\cos 2(\phi - \gamma)}{\tan \rho} - \sin 2(\phi - \gamma) \right] - (\rho - \gamma)$	1961
Sata–Yoshikawa	$\phi = a \cot \left[\cot \theta + \frac{\cos \theta}{\sin(\theta + \gamma)} kL \right]$	1963
Das–Tobias	$D = \frac{\cos(\rho - \gamma)}{\cos(\rho - \gamma + \phi)}$	1964

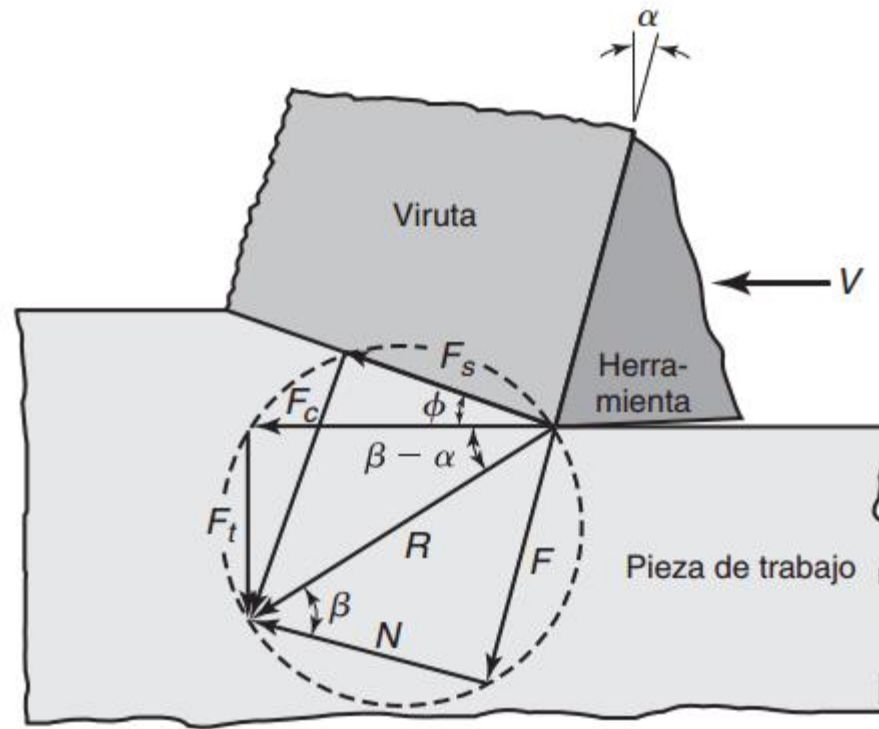


Ejemplo

Con los datos y resultados del ejemplo anterior, calcule:

- a) el ángulo de fricción usando la ecuación de Merchant
- b) el coeficiente de fricción.

Relaciones de Potencia



<https://youtu.be/Yv16cFzLQbE?t=63>

¿Como estimaría la potencia de la operación?

Relaciones de Potencia en Corte Ortogonal

$$P = F_c V$$

$$P_u = u = \frac{P}{TRM} = \frac{F_c V}{wt_0 V}$$

$$u_f = \frac{P_f}{TRM} = \frac{F V_c}{wt_0 V}$$

P : Potencia de la Operación

F_c : Fuerza de Corte

V : Velocidad de Corte

P_u : Potencia unitaria $\left(\frac{Ws}{mm^3}\right)$

u : Energía específica $\left(\frac{j}{mm^3}\right)$

u_f : Energía específica de Roce $\left(\frac{j}{mm^3}\right)$

P_f : Potencia usada en Roce

F : Fuerza de Roce

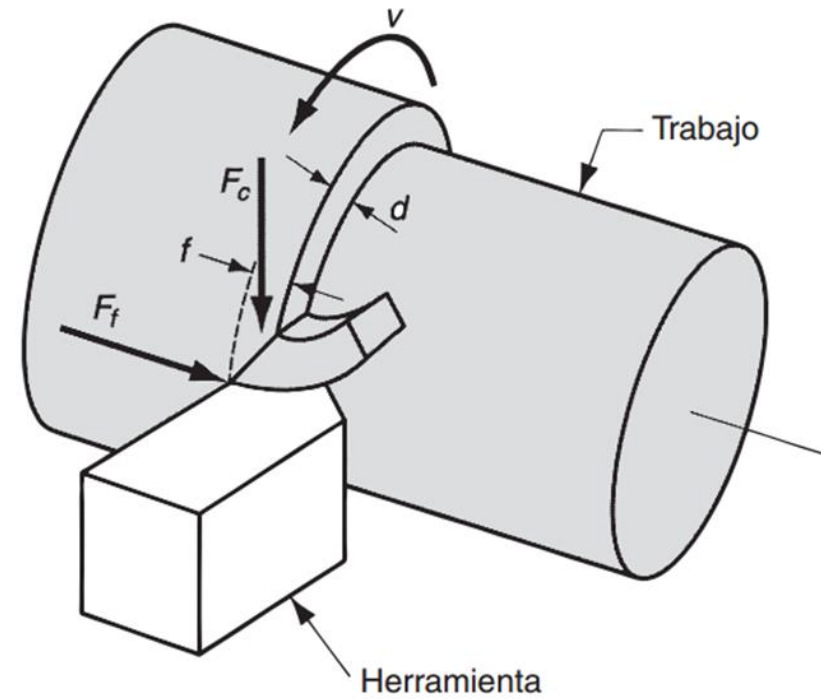
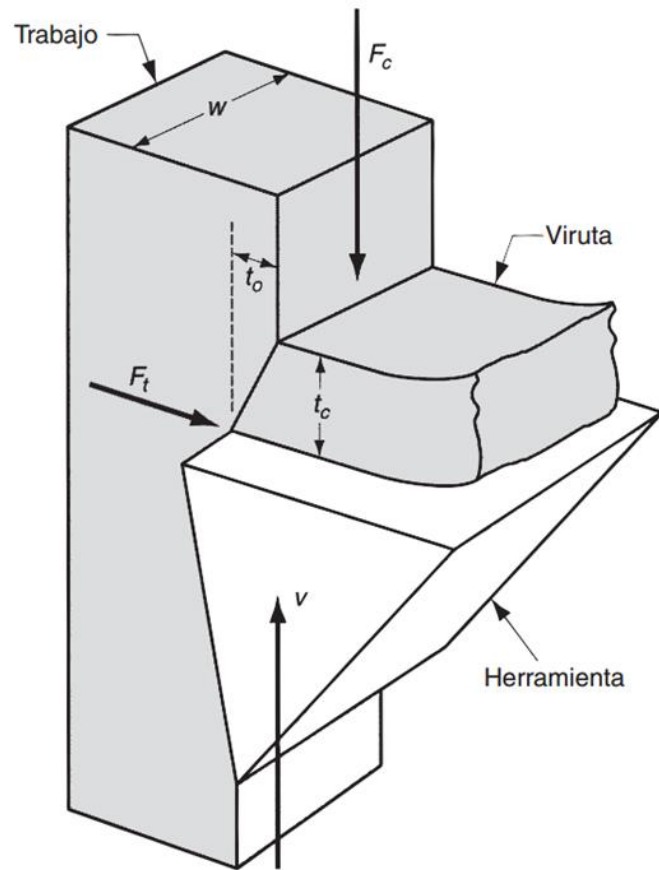
V_c : Velocidad de Viruta

TRM o MRR : Tasa de remoción de material

Intervalo aproximado de requerimientos de energía en las operaciones de corte por lo que se refiere al motor de accionamiento de la máquina herramienta (multiplicar por 1.25 para herramientas desafiladas)

Material	Energía específica	
	$W \cdot s/mm^3$	hp · min/pulg ³
Aleaciones de aluminio	0.4–1	0.15–0.4
Hierros fundidos	1.1–5.4	0.4–2
Aleaciones de cobre	1.4–3.2	0.5–1.2
Aleaciones de alta temperatura	3.2–8	1.2–3
Aleaciones de magnesio	0.3–0.6	0.1–0.2
Aleaciones de níquel	4.8–6.7	1.8–2.5
Aleaciones refractarias	3–9	1.1–3.5
Aceros inoxidables	2–5	0.8–1.9
Aceros	2–9	0.7–3.4
Aleaciones de titanio	2–5	0.7–2

Cilindrado



Ejemplo de Cilindrado

- Torno Girando a 700 RPM
- Diámetro de la pieza de aluminio $D=52\text{mm}$
- Reducción de diámetro $D_2= 48\text{mm}$
- Avance $f_v = 20 \text{ cm/min}$
- Angulo de ataque $\alpha = 10^\circ$
- Fricción entre aluminio y pieza de acero rápido $\mu = 1.1$
- Calcule
 - Potencia necesaria para la operación (use tabla anterior)
 - Fuerza de empuje y de corte F_c, F_t
 - Deformación de corte γ , esfuerzo de deformación cortante
 - Fuerza de fricción
 - Calcule el porcentaje de potencia utilizada en fricción

Resumen de la clase

- Relaciones de fuerza en arranque de viruta
- Ecuación de Merchant
- Potencia de operación para remoción de viruta
- Energía específica
- Se utilizó el modelo de corte ortogonal para comprender el proceso en un torno

Siguiente clase

- Ejercicios
- Herramientas de corte
- Procesos de remoción de viruta