

## Resumen de formulas del mecanizado sin arranque de virutas.

- Carrera: Ingeniería Electromecánica.
  - Cátedra: Tecnología Mecánica.
  - Docente: Martín A. Alarcón / Fernando Nadalich
- 

### 1 Nomenclatura.

- $F_c$ : Fuerza de corte  $[Kg]$ .
- $S$ : Tensión de corte o resistencia del material al cizallado  $[Kg/mm^2]$ , donde se la considera:  $S = 0,7 \cdot \sigma_r$ .
- $e$ : Espesor de la chapa  $[mm]$ .
- $p_c$ : Perímetro de corte  $[mm]$ .
- $A$ : Sección de en corte  $[mm^2]$
- $\sigma_r$ : Tensión o resistencia a la rotura por tracción  $[Kg/mm^2]$ .
- $\alpha$ : Angulo de las cuchillas de la guillotina.
- $F_{max}$ : Fuerza de corte máxima  $[Kg]$ .
- $r_i$ : Radio ideal  $[mm]$ .
- $R_{dm}$ : Resistencia de deformación media  $[Kg/mm^2]$ .
- $r_0$ : Radio del disco inicial  $[mm]$ .
- $r_p$ : Radio del punzón  $[mm]$ .
- $R_{d1}$ : Resistencia exterior en el borde de la chapa en el momento que se considere  $[Kg/mm^2]$ .
- $R_{d2}$ : Resistencia en el borde de la matriz de radio  $r_i$   $[Kg/mm^2]$ .
- $d_0$ : Diámetro del disco inicial  $[mm]$ .
- $d_p$ : Diámetro del punzón  $[mm]$ .
- $n^*$ : Coeficiente de corrección para el calculo.
- $n$ : Numero de operaciones o etapas.
- $h$ : Profundidad o altura del recipiente a construir  $[mm]$ .

- $d_m$ : Diámetro medio del recipiente  $[mm]$ .
- $S_0$ : Sección de la forma o disco inicial  $[mm^2]$ .
- $S_1$ : Sección de la corona circular  $[mm^2]$ .
- $R_d$ : Resistencia específica que ofrece el material a la deformación  $[Kg/mm^2]$ .
- $R_{rodillos}$ : Radio de los rodillos laminadores  $[mm]$ .
- $Y_1$ : Esfuerzo sin deformación  $[Kg/mm^2]$ .
- $Y_2$ : Esfuerzo con máxima deformación:  $[Kg/mm^2]$ .
- $w$ : Velocidad angular  $[rad/seg]$ .
- $b$ : Ancho del material  $[mm]$ .
- $l$ : Longitud de la pieza  $[mm]$ .
- $w_b$ : Ancho de abertura de la matriz de doblado  $[mm]$ .
- $\sigma_d$ : Tensión por flexión necesaria para la deformación permanente  $[Kg/mm^2]$ , donde se la considera  $\sigma_d = 3 \cdot \sigma_r$ .

Nota: Las expresiones no consideran constantes de conversión de unidades, salvo en casos particulares donde será debidamente aclarado con la designación **ECU**: Expresión con Constantes de conversión de Unidades, significa que la misma cuenta con las constantes de conversiones necesarias para operar con los parámetros involucrados en las unidades de medida especificadas en este apunte.

## 2 Corte por guillotina.

$$\bullet F_c = S \cdot \frac{e^2}{2 \cdot \tan \alpha}$$

## 3 Punzonado.

$$\bullet F_c = S \cdot e \cdot p_c = S \cdot A$$

$$\bullet S = 0.7 \cdot \sigma_r$$

## 4 Doblado.

$$\bullet \text{Fuerza necesaria para el doblado en "V": } F_v = \frac{2}{3} \cdot \frac{l \cdot e^2}{w_b} \cdot \sigma_d$$

$$\bullet \text{Fuerza necesaria para el doblado en "U": } F_u = \frac{l \cdot e}{3} \cdot \sigma_d$$

## 5 Embutido.

- Fuerza de deformación máxima - Formula exacta:  $F_{max} = 2 \cdot \pi \cdot r_i \cdot e \cdot R_{dm} \cdot \ln\left(\frac{r_0}{r_i}\right)$
- Fuerza de deformación máxima - Formula genérica para cuando  $\sigma_r \neq 31 \left[ \frac{Kg}{mm^2} \right]$ :  
 $F_{max} = \pi \cdot r_i \cdot e \cdot n^* \cdot \sigma_r$
- $r_i = r_p + \frac{e}{2}$
- $R_{dm} = \frac{R_{d1} + R_{d2}}{2}$
- Cálculo de número de etapas para el embutido cilíndrico.  $n = \frac{h}{0.5 \cdot d_m}$

## 6 Extrusión inversa.

- Fuerza de deformación máxima:  $F_{max} = S_0 \cdot R_d \cdot \ln\left(\frac{S_0}{S_1}\right)$
- Tensión entre el punzón y matriz:  $\sigma = R_d \cdot \ln\left(\frac{S_0}{S_1}\right)$

## 7 Laminado.

- Coeficiente de reducción:  $\varphi = \frac{e_i}{e_f}$
- Razón de progresión aritmética:  $\delta = \frac{\varphi_0 - 1}{n - 1}$
- Velocidad volumétrica del material, se mantiene constante:  $V_0 \cdot b_0 \cdot e_0 = V_f \cdot b_f \cdot e_f$ .
- Diámetro mínimo de rodillos laminadores (para el acero dulce):  $D_{min} = 13(e_0 - e_f)$ .
- Fuerza en el laminado:  $F_L = L \cdot b \cdot Y_{prom}$ .
- Longitud de contacto o espacio de laminación:  $L = \sqrt{R_{rodillos}(e_0 - e_1)}$
- Esfuerzo de deformación promedio:  $Y_{prom} = \frac{Y_1 + Y_2}{2}$
- Potencia:  $P = T \cdot w$
- Torque:  $T = F_L \cdot \frac{L}{2}$

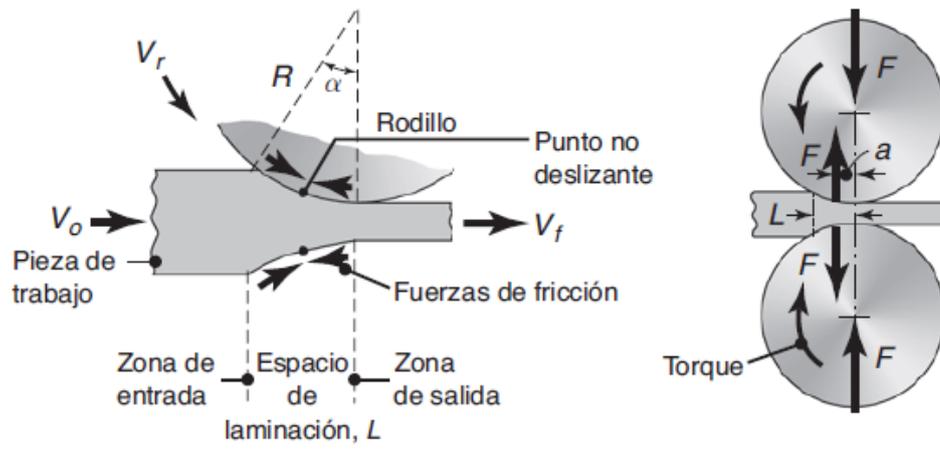


Figure 1: Conceptos de laminación.