

Apéndice 3 Cálculo de Brazos de Palanca

A) El momento crítico de esta palanca es cuando la fuerza del pistón es aplicada sobre ella para moverla. Utilizando la Fig. A.3.1 donde se muestra la palanca con las fuerzas que actúan sobre ella, se calcula los esfuerzos a los que esta sometida.

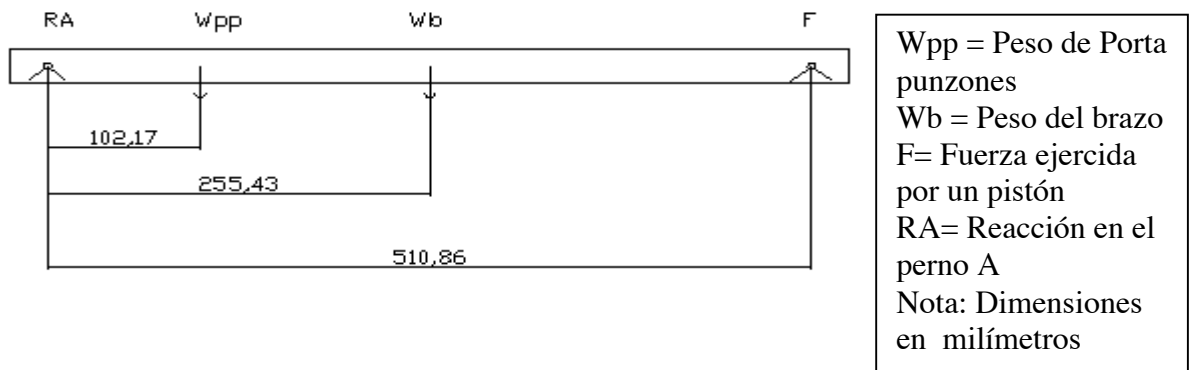


Fig. 5.6 Diagrama de cuerpo libre para brazo inclinado

Brazo de Palanca Inclinado:

Datos:

$$F = 400 \text{ N}$$

$$W_p = 19.62 \text{ N (Apéndice 11)}$$

$$W_{pp} = 16.73 \text{ N (Apéndice 11)}$$

Cálculos:

$$\sum F_y = 0 \quad 5.1$$

$$R_A + F - W_{pp} - W_p = 0 \quad 5.2$$

$$R_A = W_{pp} + W_p - F$$

$R_A = -363.65 \text{ N}$ Por lo que la reacción actúa hacia abajo.

Se utiliza una barra rectangular:

Material ASTM A36 con las siguientes propiedades:

$$\sigma_y = 253 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{2} = 126.5 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} (.015875)(.0254)^3 = 2.16 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

Se calcula el momento máximo que actúa en la palanca:

$$M = F \cdot d$$

$$= 400(.5108) - 19.62(.25543) - 16.73(.10217) = 197.6 \text{ N} \cdot \text{m} \quad 5.4$$

$$C = .0254/2 = .0127 \text{ m}$$

a) Esfuerzo Máximo causado por el momento:

$$\sigma_m = \frac{MC}{I} \quad 5.5$$

$$\sigma_m = \frac{(197.6\text{N})(.0127\text{m})}{2.16 \times 10^{-8} \text{ m}^4} = 116.18 \text{ MPa}$$

Ya que $\sigma_m < \sigma_{adm}$, entonces el material soporta los esfuerzos causados por el momento de las fuerzas aplicadas a la barra.

b) Máximo Esfuerzo Cortante

El máximo esfuerzo cortante se encuentra sobre el eje neutro y es causado debido a la fuerza del pistón.

$$Q = Ay = (.0254 \text{ m} \times .01905 \text{ m}) (.0254/4) = 3.07 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \quad 5.6$$

$$\sigma_{Fy} = 0$$

$$V = 400 \text{ N}$$

$$t = .015875 \text{ m}$$

$$\tau_m = \frac{VQ}{It} = \frac{(400 \text{ N})(2.56 \times 10^{-6} \text{ m})}{(2.16 \times 10^{-6} \text{ m})(.015875\text{m})} = 2.97 \text{ MPa} \quad 5.7$$

Ya que para valores grandes de b/h el valor τ_{max} se encuentra en los extremos de la sección transversal de la viga, se calcula el valor de τ_{max} aplicando un factor de multiplicación en base a la relación b/h , para este caso: [16]

$$\text{Para } b/h = .75$$

$$\tau_{max} / \tau_{med} = 1.0795 \quad 5.8$$

$$\sigma_{\max} = 1.0795 * \sigma_{\text{med}} = 1.0975 (2.97 \text{ MPa}) = 3.259 \text{ MPa} \quad 5.9$$

$$\sigma_{\max \text{ barra}} < \sigma_y$$

Por lo tanto, las dimensiones de la barra son adecuadas.

Los esfuerzos cortantes ocurren en pernos, pasadores y remaches usados para unir diversos elementos estructurales y componentes de máquinas. Además, tanto pernos como pasadores y remaches crean esfuerzos en los elementos que conectan, en toda la superficie de aplastamiento o de contacto. [16] Por esta razón, se calculan dichos esfuerzos en los conectores que se utilizan en la palanca inclinada.

Esfuerzo cortante en el Perno A:

Para los pernos se utiliza un acero SAE grado 2 estándar SAE J1199

[17]:

$$\sigma_a = 189.6 \text{ MPa}$$

Perno en A:

Sometido a cortante simple

$$A_s = F / \sigma_{\text{adm}} = 363.65 \text{ N} / 189.6 \text{ MPa} = 1.9 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \quad 5.10$$

$$D = \sqrt{(4A_s / \pi)} = 1.55 \times 10^{-3} \text{ m} \quad 5.11$$

De acuerdo al cálculo anterior, se usarán tornillos 1/4" -28 UNF

$$\text{Área de tracción} = 0.0364 \text{ in}^2 = 0.023 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$$

$$\sigma_a \text{ perno} = RA / A_s = 363.65 / .000023 \text{ m}^2 = 15.81 \text{ MPa} < \sigma_a$$

Esfuerzo en brazo de Palanca por Aplastamiento

$$\sigma_b = P/td = 3.6 \text{ MPa} < \sigma_a \quad 5.12$$

$$t = .015875 \text{ m}$$

$$d = .00635 \text{ m}$$

$$P = RA = 363.65 \text{ N}$$

Esfuerzo por aplastamiento en el soporte A:

$$t = .0127 \text{ m}$$

$$\sigma_b = (363.65\text{N})/ (.0127 * .00635) = 4.5.7 \text{ MPa} < \sigma_{\text{adm A36}} \quad 5.13$$

De acuerdo a los cálculos anteriores se usarán:

Tornillos 1/4" - 28 UNF Grado 2

$$L = \text{ancho de materiales} + 2(\text{ancho de rondanas}) + \text{tuerca} + 2p$$

$$L = .0127 + .01905 + 2*(1.75 \times 10^{-3}) + .0047 + 2*(0.5 \times 10^{-3}) =$$

$$L = 0.15525 \text{ m}$$

$$LT = 2D + 6 \text{ mm} = 16 \text{ mm} \text{ (longitud con cuerda)}$$

$$ld = L - LT = 41 - 16 = 25 \text{ mm} \text{ (longitud útil sin cuerda)}$$

$$Lg = .0127 + .01295 * (2 * 1.85 \times 10^{-3}) = 0.03525 \text{ m} \text{ (longitud unida}$$

mediante el perno)

$$lt = Lg - ld = 0.0325 - 0.025 = 0.01025 \text{ m}$$

Cabeza:

Hexagonal Regular

Pernos en B:

Sometidos a Cortante Doble:

$$\sigma_{adm} = 189.6 \text{ MPa}$$

$$A_s = F / \sigma_{adm} = 400 / 189.6 \times 10^6 = 2.10 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{(4A_s / \pi)} = 1.63 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Entonces se usa un tornillo $\frac{1}{8}$ " -28 UNF , con área de tracción de $.000023 \text{ m}^2$

$$\sigma_{\text{Perno}} = F / 2A_s = 400 / (2 \times .000023 \text{ m}^2) = 8.7 \text{ MPa} < \sigma_{adm}$$

$$L = \text{ancho materiales} + 2 \times \text{ancho de rondanas} + \text{tuerca} + 2p$$

$$L = 0.015875 + 2 \times (1.75 \times 10^{-3}) + 0.0047 + 2 \times (0.5 \times 10^{-3}) = 0.02485 \text{ m}$$

$$L_T = 2D + 6 = .0016 \text{ m}$$

$$l_d = L - L_T = 24 - 16 = 8 \text{ mm}$$

$$l_g = 0.015875 + 2 \times (1.75 \times 10^{-3}) = 0.019375 \text{ m}$$

$$l_t = l_g - l_d = 0.015875 - 0.008 = 7.875 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Esfuerzo de Aplastamiento en B₁:

$$t = 2 \cdot 0.0105 = 0.02116 \text{ m}$$

$$\sigma_b = 400 \text{ N} / (0.02116 \times 0.00635) = 3 \text{ MPa} < \sigma_{\text{adm}} \text{ A36} \quad 5.14$$

Esfuerzo de aplastamiento en la palanca inclinada:

$$t = 0.00529 \text{ m}$$

$$D = 0.00635 \text{ m}$$

$$\sigma_b = 400 / (0.00635 \cdot 0.00529) = 12 \text{ MPa} < \sigma_{\text{adm}} \text{ A36} \quad 5.15$$

B) Cálculo de Barra Vertical de Palanca

Una fuerza de 400 N ejercida por el pistón, actúa en cada una de las dos barras verticales, aplicando sobre ellas una carga axial de tensión.

Se utilizará una barra de 1/4 " x 3/8"

Material: Acero Estructural ASTM A36

$$\sigma_y = 253 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{adm} = \sigma_y / 2 = 126.5 \text{ MPa}$$

$$E = 200 \times 10^9 \text{ Pa}$$

$$F = 400 \text{ N}$$

$$A = (3/8") \times (1/4") = 6.048 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$L = 0.6457 \text{ m}$$

$$\sigma_{barra} = F/A = 6.6 \text{ MPa}$$

Ya que $\sigma_{barra} < \sigma_{adm}$, entonces esta barra no fallará debido a la carga aplicada.

Las deformaciones sobre ella se calculan de la siguiente manera:

$$S = PL/(AE) = 2.29 \times 10^{-6} \text{ m} \qquad 5.16$$

C) Cálculo de la Barra Horizontal de la Palanca

Para esta barra, se tiene el siguiente diagrama de cuerpo libre Fig.

A.3.2

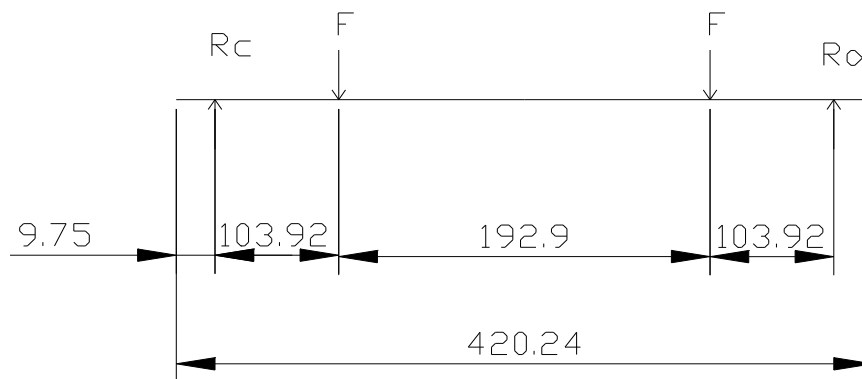


Fig. A.3.2 Diagrama de Cuerpo Libre para Barra Horizontal de Palanca

$F = 400 \text{ N}$ (ejercida por cada uno de los pistones)

$R_c = R_d = 400 \text{ N}$

Se usa una barra rectangular donde:

$b = 0.00952 \text{ m}$

$h = 0.015875 \text{ m}$

$C = 0.00793 \text{ m}$

$I = 1/12 b \cdot h^3 = 3.17 \times 10^{-9} \text{ m}^4$

Para calcular el máximo momento flector y la máxima fuerza cortante se emplearon los diagramas de la Fig A.3.3.

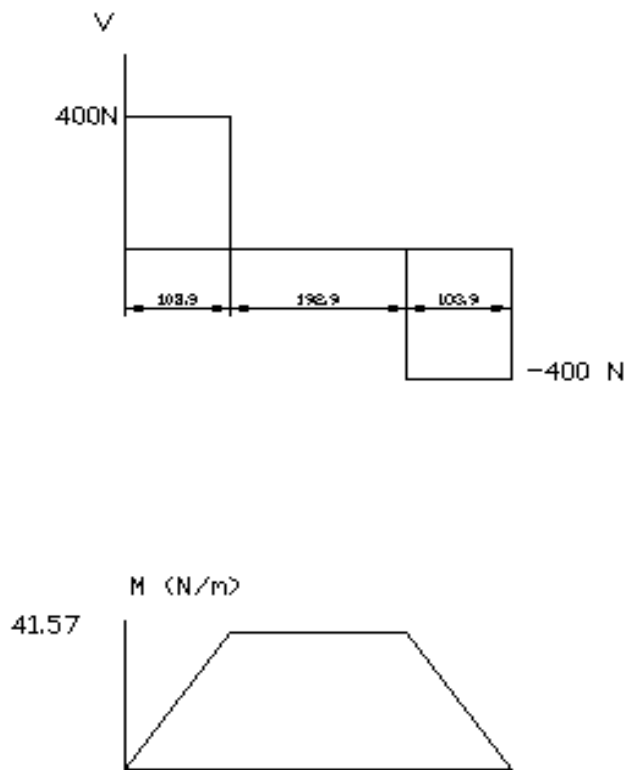


Fig. A.3.3 Diagramas de Momento y Fuerza Cortante

$$M_{\max} = 41.57 \text{ Nm}$$

$$\sigma_m = MC/I = 104 \text{ MPa}$$

Tomando en cuenta que para esta barra se utiliza acero estructural ASTM A36 con $\sigma_{\text{adm}} = 126.5 \text{ MPa}$
 $\sigma_m < \sigma_{\text{adm}}$ por lo tanto la barra si resistirá la fuerza aplicada por los pistones.

Máximo Esfuerzo Cortante en la barra:

$$\tau_y = 63.25 \text{ MPa}$$

$$V = 400 \text{ N}$$

$$A = 1.51 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\sigma_{\max} = V/A = 2.65 \text{ MPa}$$

ya que $b/h = 0.6$ entonces: [16]

$$\sigma_{\max} = 1.033 * \sigma_m = 2.73 \text{ MPa} < \sigma_y$$