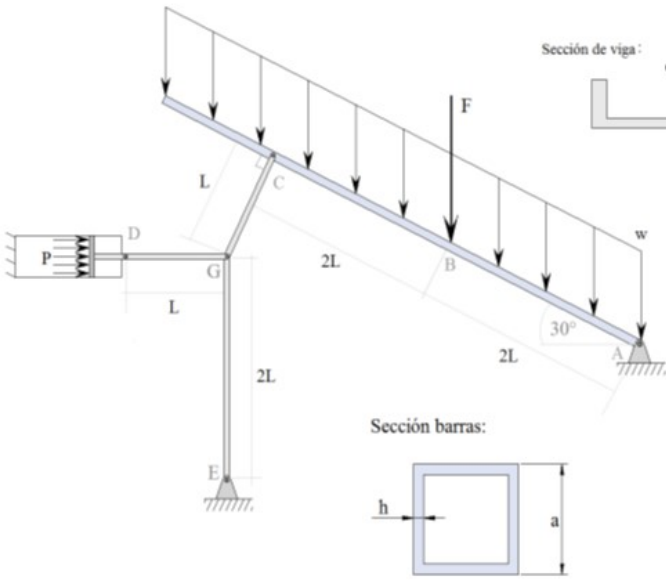
Ejercicio: Se tiene la viga deformable de la figura, la cual está solicitada con diversas cargas (fuerza puntual F=5 [kN] y fuerza distribuida w=2 [kN/m]). La viga (longitud total de 5L) es sostenida por la articulación A y un conjunto de barras cuyos largos y sección son presentados en la figura (L=400 [mm] y h=a/4). En la articulación D se conecta el vástago de un pistón el cual soporta una presión interna homogéneamente distribuida en todo su interior y el diámetro interno del mismo es 100 [mm]. El material de todo el conjunto es un acero tratado en frio (E=210 [GPa] y σy=550 [MPa]). Se pide:

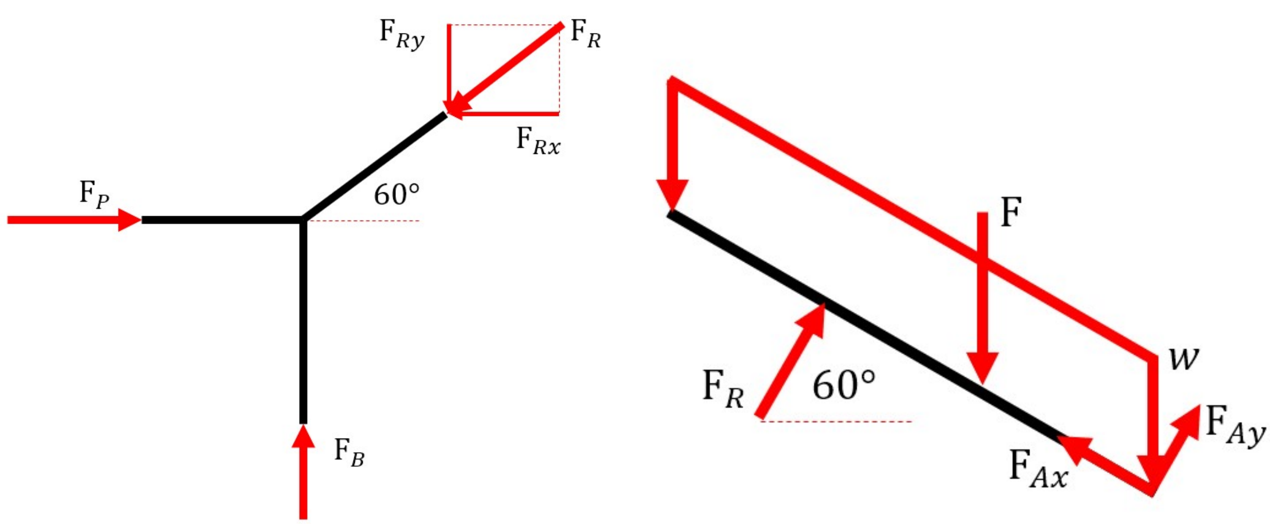
1. Determinar la presión interna del pistón requerida para mantener el conjunto en equilibrio estático. Verifique si el cilindro resistirá la presión interna (e=4 [mm]).
2. Determine para los valores encontrados anteriormente, el valor numérico de la dimensión a (ver figura) requerido para mantener la estabilidad del sistema (considerar un factor de seguridad de 2). Determine también la validez del modelo a emplear (considere la mitad del límite elástico como límite de esbeltez).
3. Determine el perfil L (de lados iguales) de menor peso cuya sección transversal pueda reemplazar a las barras CG, DG y EG conservando el material y sus largos con un factor de seguridad de 5 (debe ser el mismo perfil para las 3).



$$I_v := 0.260 \cdot 10^6\ mm^4 \qquad S := 7.28 \cdot 10^3\ mm^3 \qquad F := 5\ kN \quad w := 2\ \frac{kN}{m} \qquad L := 400\ mm \quad d := 100\ mm$$

$$E := 210\ GPa \qquad \sigma_y := 550\ MPa \qquad e := 4\ mm$$

DCL Estructura



$$F_p = F_{Rx} = F_R \cdot cos(60°)$$

$$(F_{Ay} + F_R) = (F + w \cdot 5\ L) \cdot cos(30°)$$

$$F \cdot 2\ L \cdot cos(30°) + w \cdot 5\ L \cdot 2.5\ L \cdot cos(30°) - F_R \cdot 4\ L = 0$$

Solver Restricciones Valores de prueba

$F_{Ay} := 1\ N$
$F_R := 1\ N$

$(F_{Ay} + F_R) = (F + w \cdot 5\ L) \cdot \cos(30°)$

$F \cdot 2\ L \cdot \cos(30°) + w \cdot 5\ L \cdot 2.5\ L \cdot \cos(30°) - F_R \cdot 4\ L = 0$

$\begin{bmatrix} F_{Ay1} \\ F_{R1} \end{bmatrix} := \mathbf{find}\,(F_{Ay}, F_R)$

$F_{Ay} := F_{Ay1} = 3.464\ kN$ $\qquad F_R := F_{R1} = 4.33\ kN$

$F_p := F_R \cdot \cos(60°) = 2.165\ kN$ $\qquad P_i := \dfrac{F_p}{\pi \cdot d^2 \cdot \dfrac{1}{4}} = 275.664\ kPa$

$\sigma_t := \dfrac{P_i \cdot d}{2 \cdot e} = 3.446\ MPa$ $\qquad \sigma_L := \dfrac{P_i \cdot d}{4 \cdot e} = 1.723\ MPa$ $\qquad$ El pistón resiste la presión interna

Carga critica en columnas:

$$I_c = \frac{a \cdot a^3}{12} - \frac{\left(a - \dfrac{2 \cdot a}{4}\right) \cdot \left(a - \dfrac{2 \cdot a}{4}\right)^3}{12} \rightarrow I_c = \frac{5 \cdot a^4}{64}$$

Barra más larga, articulado/articulado (factor de seguridad de 2)

$L_{e1} := 1 \cdot (2 \cdot L) = 0.8\ m$ $\qquad FS := 2$ $\qquad P_{c1} := FS \cdot F_R \cdot \sin(60°) = 7.5\ kN$

$I_c := 1\ mm^4$ $\qquad a := 1\ mm$ $\qquad h := 1\ mm$

$I_c = \dfrac{5 \cdot a^4}{64}$ $\qquad P_{c1} = \dfrac{E \cdot I_c \cdot \pi^2}{{L_{e1}}^2}$ $\qquad h = \dfrac{a}{4}$ $\qquad A := (a)^2 - (a - 2 \cdot h)^2$

$\begin{bmatrix} I_{c1} \\ a_1 \\ h_1 \\ A_1 \end{bmatrix} := \mathbf{find}\,(I_c, a, h, A)$

$a_1 = 13.121\ mm$ $\qquad h_1 = 3.28\ mm$ $\qquad I_{c1} = (2.316 \cdot 10^3)\ mm^4$ $\qquad A_1 := (a_1)^2 - (a_1 - 2 \cdot h_1)^2 = 129.13\ mm^2$

Barra corta sometida a toda carga, articulado/articulado (factor de seguridad de 2)

$L_{e2} := 1 \cdot (L) = 0.4\ m \qquad FS := 2 \qquad P_{c1} := FS \cdot F_R = 8.66\ kN$

$I_c := 1\ mm^4 \qquad a := 1\ mm \qquad h := 1\ mm$

$$P_{c1} = \frac{E \cdot I_c \cdot \pi^2}{L_{e2}^{\ 2}} \qquad I_c = \frac{5 \cdot a^4}{64} \qquad h = \frac{a}{4} \qquad A := (a)^2 - (a - 2\ h)^2$$

$$\begin{bmatrix} I_{c2} \\ a_2 \\ h_2 \\ A_2 \end{bmatrix} := \text{find}\left(I_c, a, h, A\right)$$

$a_2 = 9.618\ mm \qquad h_2 = 2.405\ mm \qquad I_{c2} = 668.546\ mm^4 \qquad A_2 := (a_2)^2 - (a_2 - 2 \cdot h_2)^2 = 69.38\ mm^2$

Por lo tanto:

$a := a_1 = 13.121\ mm \qquad h := h_1 = 3.28\ mm \qquad I_c := I_{c1} = (2.316 \cdot 10^{-9})\ m^4 \qquad A := A_1 = 129.13\ mm^2$

Comprobar validez:

$$\lambda_{cr} := \sqrt{\frac{E \cdot \pi^2}{\frac{\sigma_y}{FS}}} = 86.815 \qquad \lambda_1 := L_{e1} \cdot \sqrt{\frac{A_1}{I_{c1}}} = 188.905 \qquad \lambda_2 := L_{e2} \cdot \sqrt{\frac{A_1}{I_{c1}}} = 94.452$$

3.- Cambie el material por uno con módulo elastico de E=50GPa y fluencia de 600MPa. Utilice un factor de seguridad de 1.1 y busque cualquier perfil comercial L64 del menor peso que cumpla con los requisitos de la columna.

Determinar perfil L (FS=1.1)

$FS := 1.1 \qquad E := 50\ GPa \qquad \sigma_y := 600\ MPa$

$$\lambda_{cr} := \sqrt{\frac{E \cdot \pi^2}{\frac{\sigma_y}{FS}}} = 30.078 \qquad \lambda_{cr} = \frac{L_{e2}}{r} \xrightarrow{solve,\, r} 0.013298553325055819169 \cdot m$$

$r := 0.013298553325055819169 \cdot m = 13.299\ mm$

$\dfrac{L_{e1}}{10.6\ mm} = 75.472$ **Se escoge el perfil L64x38x4.8 (r=10.6)**