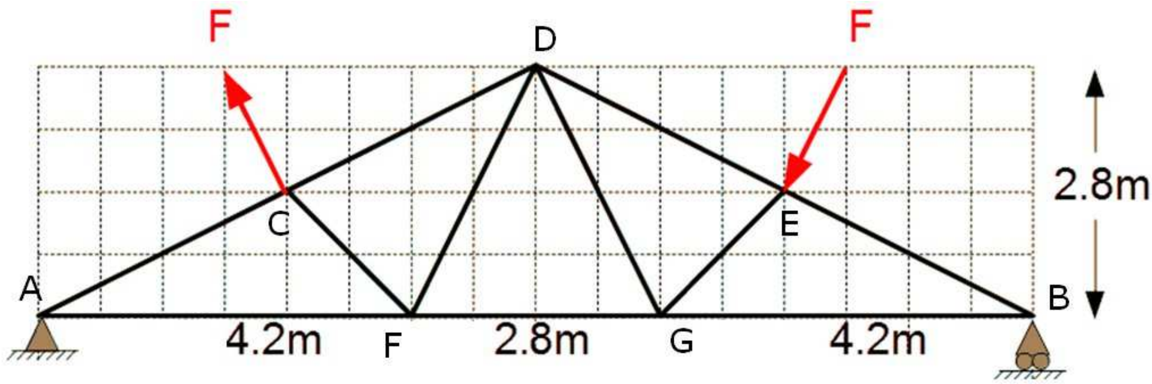
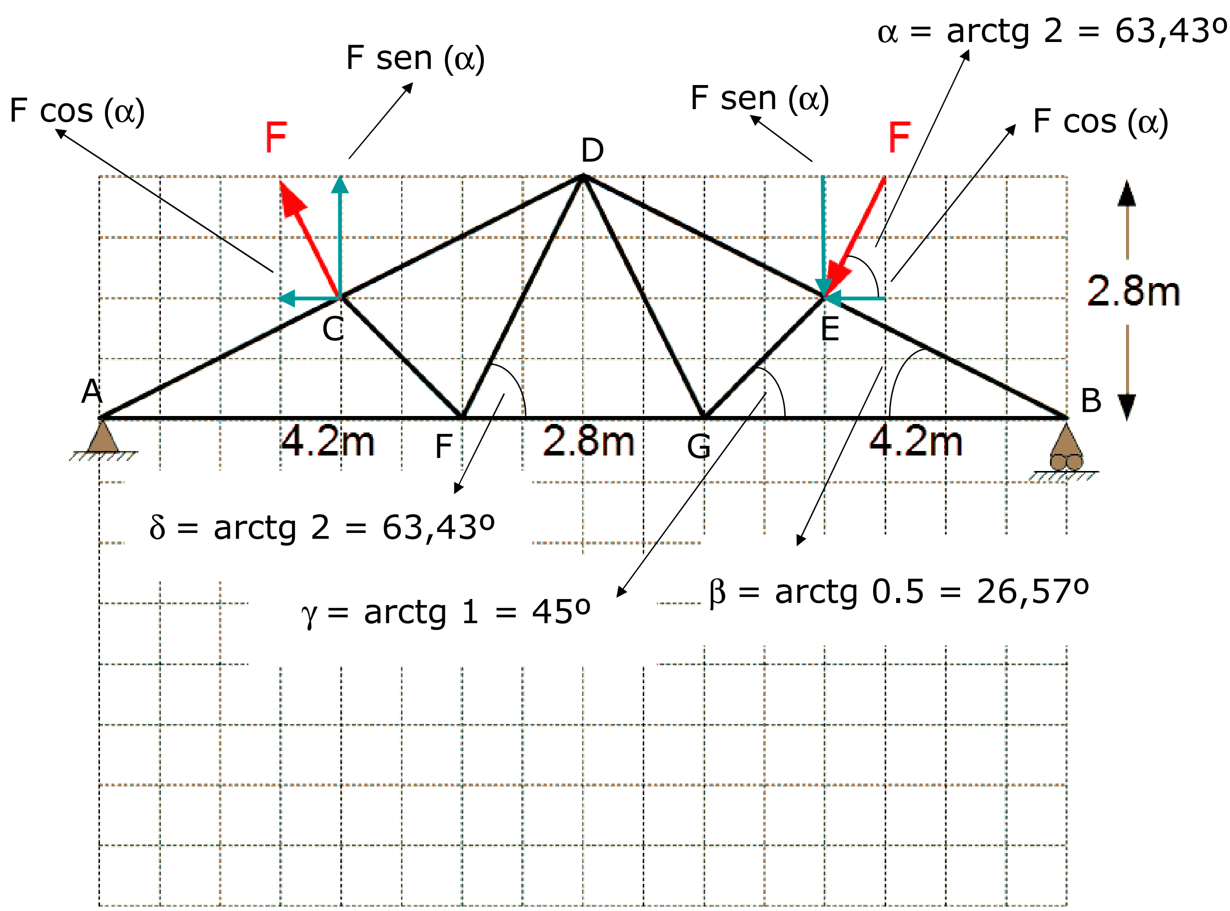
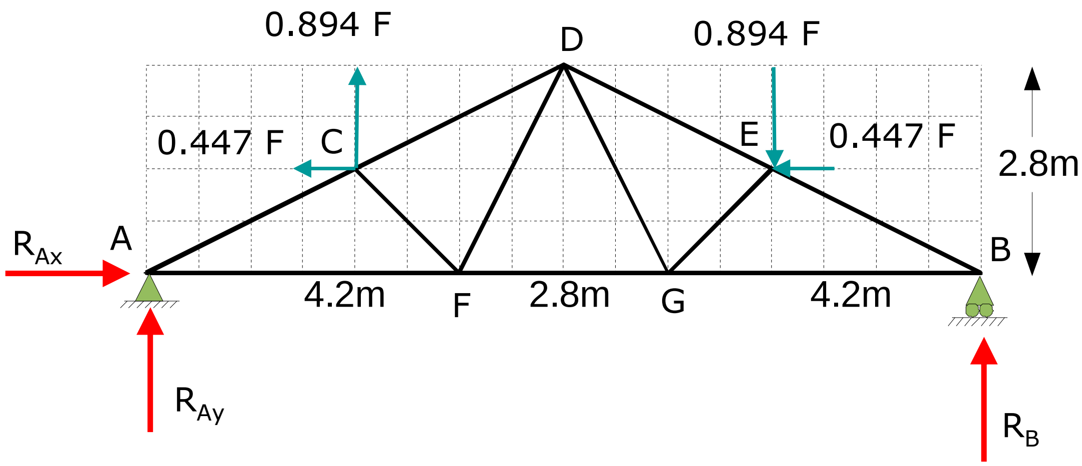
Calcular la mayor F que puede soportar la cercha de la figura.
Datos: Nudos arriostrados, Cuadritos: 0.7 m de lado,
Barras ϕ 70.3, σ_e = 2600 kp/cm^2







Equilibrio global para el cálculo de reacciones:

$$\sum F_x = 0 \;\Rightarrow\; R_{Ax} = 0.894\ F$$

$$\sum M_A = 0 = R_B \cdot 11.2 + 2 \cdot 0.447\ F \cdot 1.4 - 0.894\ F \cdot 8.4 + 0.894\ F \cdot 2.8$$
$$\Rightarrow R_B = 0.335\ F$$

$$\sum F_y = 0 \;\Rightarrow\; R_{Ay} = -R_B = -0.335\ F$$

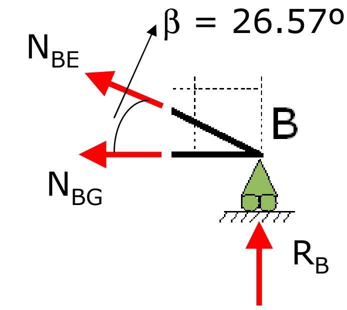
En armaduras simples siempre es posible escoger un nudo que sólo presente dos incógnitas (los esfuerzos en dos barras), justamente las que pueden ser calculadas con las dos ecuaciones de equilibrio del nudo (suma de fuerzas nula en dos direcciones distintas). Podemos proceder sucesivamente resolviendo algún nudo que sólo tenga dos incógnitas, evitando así la resolución simultánea del sistema grande de ecuaciones.

En este caso, podemos comenzar por el nudo A o por el nudo B. Por ejemplo, empezaremos por el B.

Para sistematizar el estudio, supondremos todas las barras a tracción, por lo que el signo positivo nos indicará que efectivamente está a tracción y el signo negativo nos indicará que está a compresión. Al final indicaremos valor y sentido de los esfuerzos.

Para cada nudo plantearemos sumatorio de fuerzas horizontales (x) y verticales (y). Se omitirán los detalles al ser evidentes.

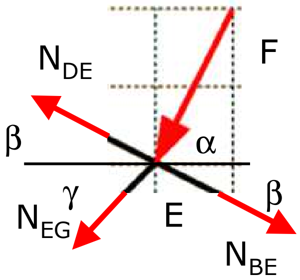
Nudo B



$$N_{BE} = -\frac{R_B}{sen\beta} = -0.750F$$

$$N_{BG} = -N_{BE} \cdot \cos\beta = 0.671F$$

Nudo E



$$N_{DE} = \frac{N_{BE}\cos\beta - F\cos\alpha - N_{EG}\cos\gamma}{\cos\beta} = -0.749F - 0.5F - 0.79N_{EG} =$$

$$N_{DE} = -1.249F - 0.79N_{EG}$$

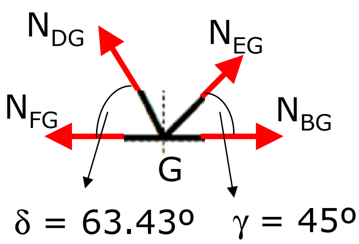
$$N_{DE}\sin\beta - N_{EG}\sin\gamma - F\sin\alpha - N_{BE}\cdot\sin\beta = 0$$

$$-0.559F - 0.353N_{EG} - 0.707N_{EG} - 0.894F + 0.335F = 0$$

$$N_{EG} = -\frac{1.118}{1.06}F = -1.05F$$

$$N_{DE} = -0.417F$$

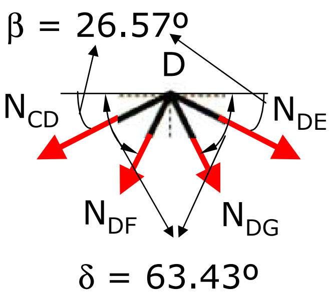
Nudo G



$$N_{DG} = -\frac{N_{EG}\cdot\sin\gamma}{\sin\delta} = 0.833F$$

$$N_{FG} = N_{BG} + N_{EG}\cdot\cos\gamma - N_{DG}\cdot\cos\delta = -0.447F$$

Nudo D



$$N_{CD} = \frac{N_{DE}\cos\beta + N_{DG}\cos\delta - N_{DF}\cos\delta}{\cos\beta} = -0.415F + 0.415F - 0.5N_{DF} =$$

$$N_{CD} = -0.5N_{DF}$$

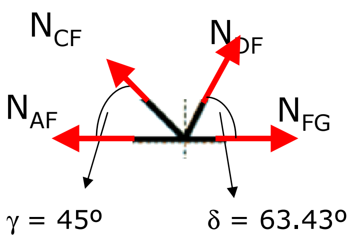
$$N_{DE}\sin\beta + N_{DG}\sin\delta + N_{DF}\sin\delta + N_{CD}\cdot\sin\beta = 0$$

$$-0.186F + 0.742F + 0.894N_{DF} - 0.224N_{DF} = 0$$

$$N_{DF} = -\frac{0.556}{0.67}F = -0.833F$$

$$N_{CD} = 0.417F$$

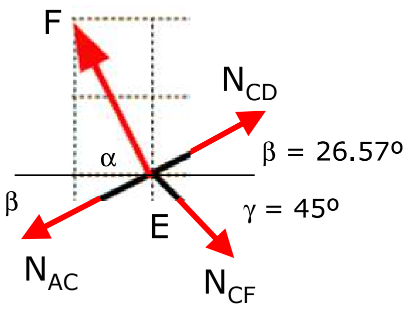
Nudo F



$$N_{CF}=-\frac{N_{DF}\cdot\sin\delta}{\sin\gamma}=1.05F$$

$$N_{AF}=N_{FG}+N_{DF}\cdot\cos\delta-N_{CF}\cdot\cos\gamma=-1.57F$$

Nudo C

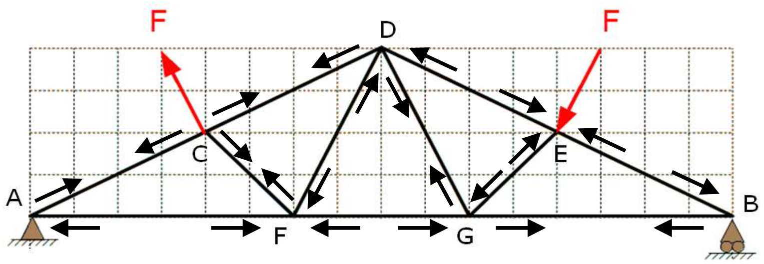


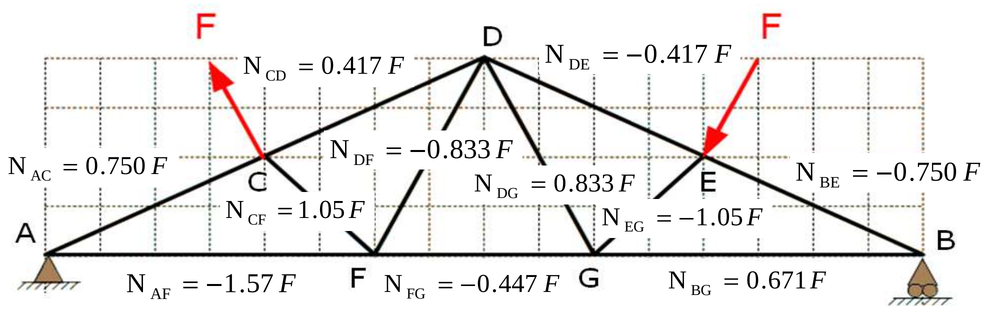
$$N_{AC}=\frac{N_{CD}\cdot\cos\beta+N_{CF}\cdot\cos\gamma-F\cdot\cos\alpha}{\cos\beta}=0.750F$$

$$N_{AC}=\frac{N_{CD}\cdot\sin\beta-N_{CF}\cdot\sin\gamma+F\cdot\sin\alpha}{\sin\beta}=0.750F\Rightarrow\quad \textit{Correcto}$$

Nudo A

$$R_{Ax}=-N_{AF}-N_{AC}\cdot\cos\beta=0.894F\Rightarrow\quad \textit{Correcto}$$
$$R_{Ax}=-N_{AC}\cdot\sin\beta=0.335F\Rightarrow\quad \textit{Correcto}$$





El valor de F estará limitado por la plastificación o el pandeo de la barra.
Habrá que considerar:

- La barra con mayor esfuerzo (de tracción o compresión).
- Las barras con esfuerzos de compresión grandes y longitudes grandes. Es buena práctica realizar un cuadro con los valores de esfuerzos y longitudes de las barras, tal y como se indica en los apuntes.

En este caso coincide que: la barra AF es la que está sometida a mayor esfuerzo, este esfuerzo es de compresión y es la de mayor longitud. Como no hay duda podemos omitir hacer el cuadro.

Por lo tanto sólo tenemos que comprobar la barra N_{AF} = -1.57F

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\beta L)^2} = \frac{\pi^2 2{,}1 \cdot 10^6 \cdot 35{,}5}{(1 \cdot 420)^2} = 4171 kp$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot \sigma_e}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{6{,}31 \cdot 2600}{4171}} = 1{,}98$$

Nuestro acero, σ_e=2600 kp/cm^2, está entre el S235 y el S355
Suponemos conformado en frío (es lo que pone en las tablas que tenemos)
→ Curva "c" en la gráfica

$$\chi \approx 0{,}2$$

$$N_{cr} = \chi \cdot A \cdot \frac{\sigma_e}{1{,}05} = 0{,}2 \cdot 6{,}31 \cdot \frac{2600}{1.05} = 3125\ kp$$

$$3125 = 1.57F \quad \Rightarrow \quad \boxed{F = 1990\ kp = 19.5\ kN}$$