

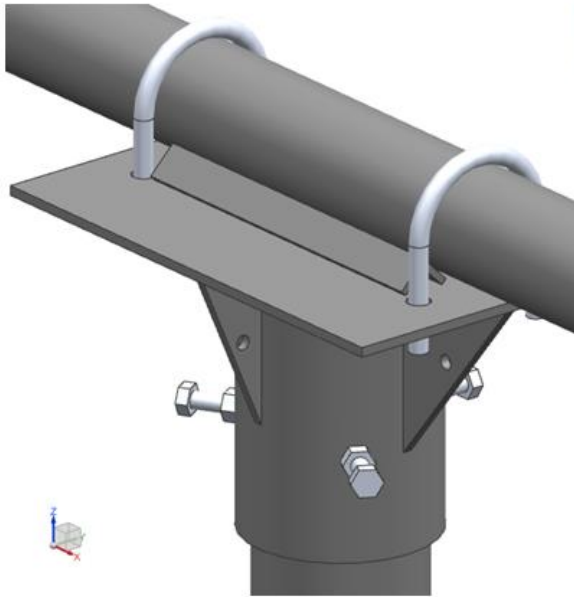
Introducción a la mecánica computacional y a los programas sin unidades

Mecánica II

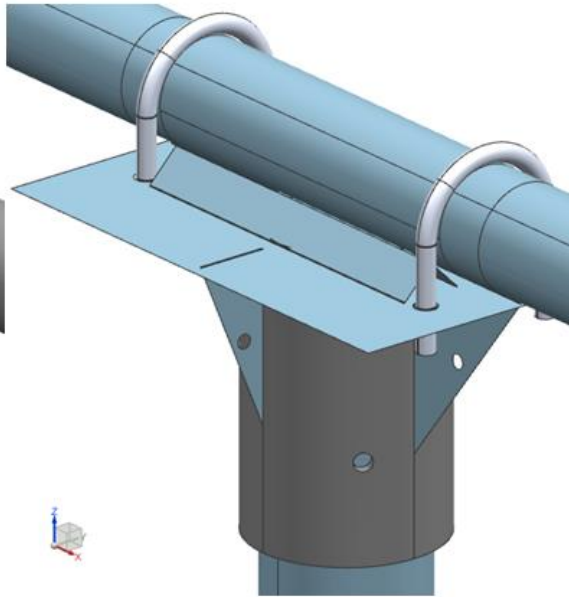
Ing. Fernando Sánchez Sarmiento

Mecánica computacional

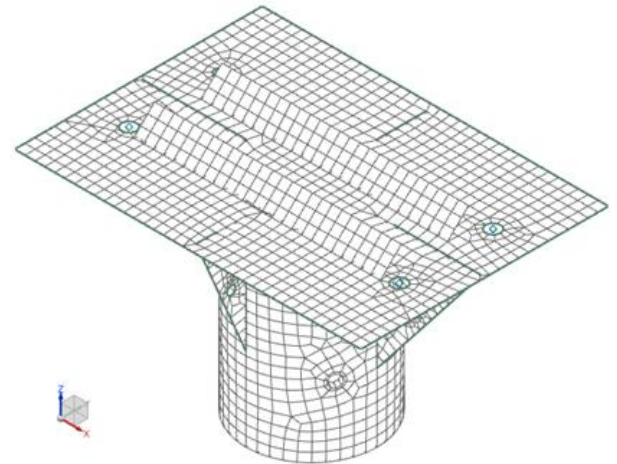
- Qué el método de elementos finitos?



Geometría



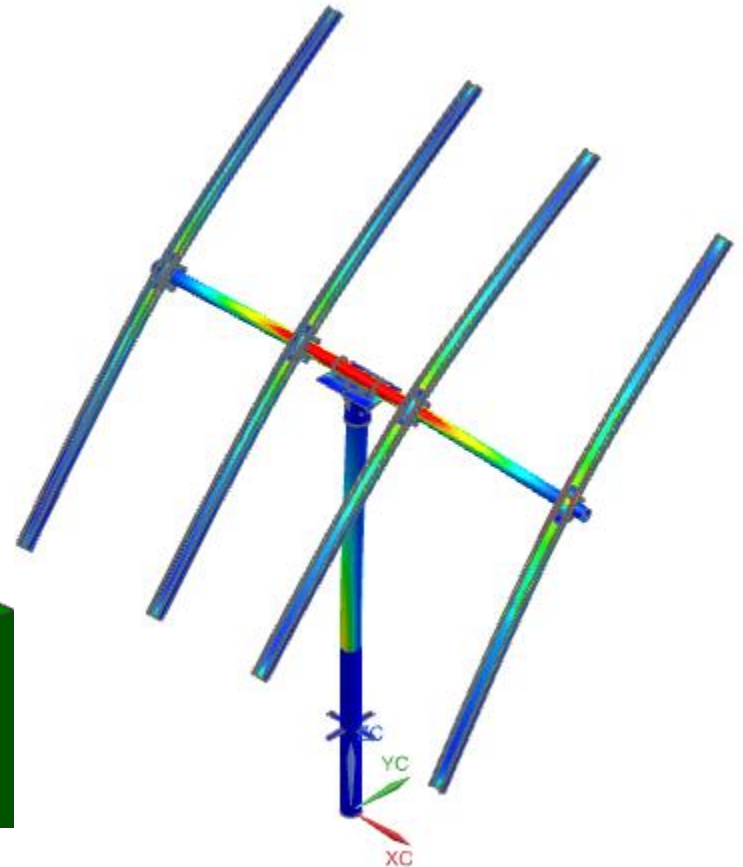
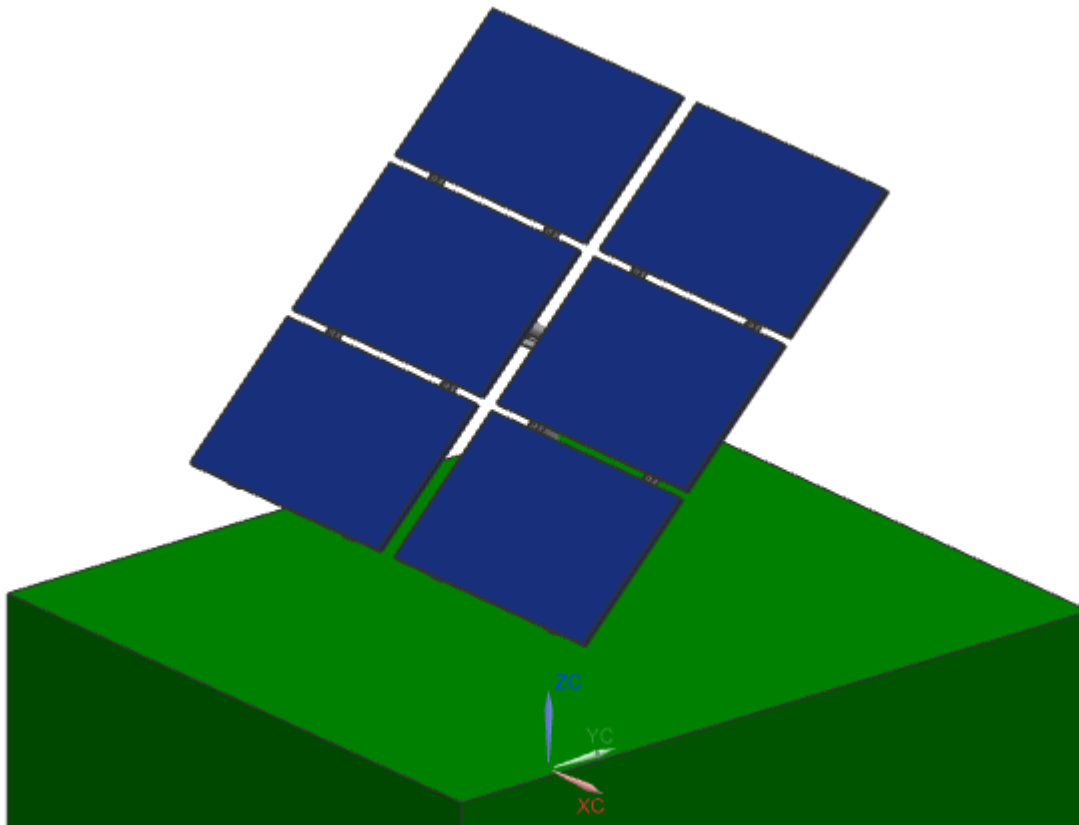
**Modelo numérico con
elementos cáscara**



Malla de elementos finitos

Mecánica computacional

- Qué el método de elementos finitos?



FEM: Cálculo de Tensiones

- Qué hace el método de elementos finitos?
 - Sistema para obtener desplazamientos

Matriz rigidez $\rightarrow \underline{\underline{K}} \underline{U} = \underline{F} \leftarrow$ Vector fuerza

- Deformación:

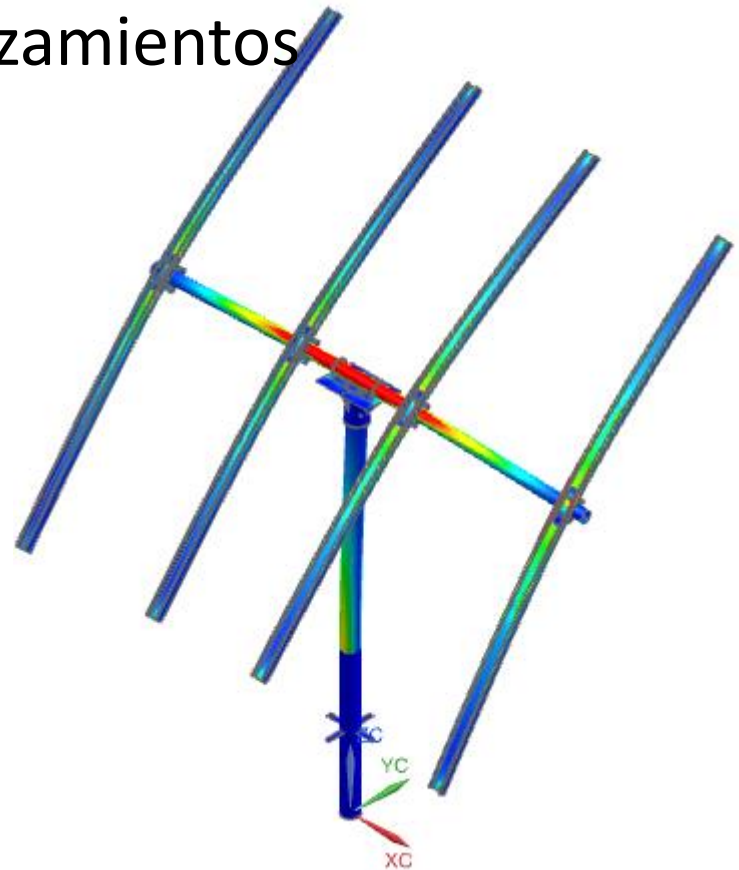
$$\underline{\underline{D}} = \underline{\underline{B}} \underline{U}$$

“Derivada”

- Tensiones

$$\underline{\underline{S}} = \underline{\underline{E}} \underline{\underline{D}}$$

“Matriz constitutiva”



FEM: Análisis modales

- Qué hace el método de elementos finitos?

- Ecu diferencia en estructura libre

$$[M]\{\ddot{u}\} + [K]\{u\} = 0$$

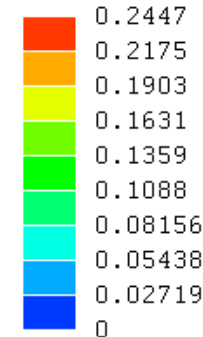
$$u_i = a_i \sin(\omega t - \alpha),$$

$$-\omega^2 [M]\{a\} \sin(\omega t - \alpha) + [K]\{a\} \sin(\omega t - \alpha) = 0$$

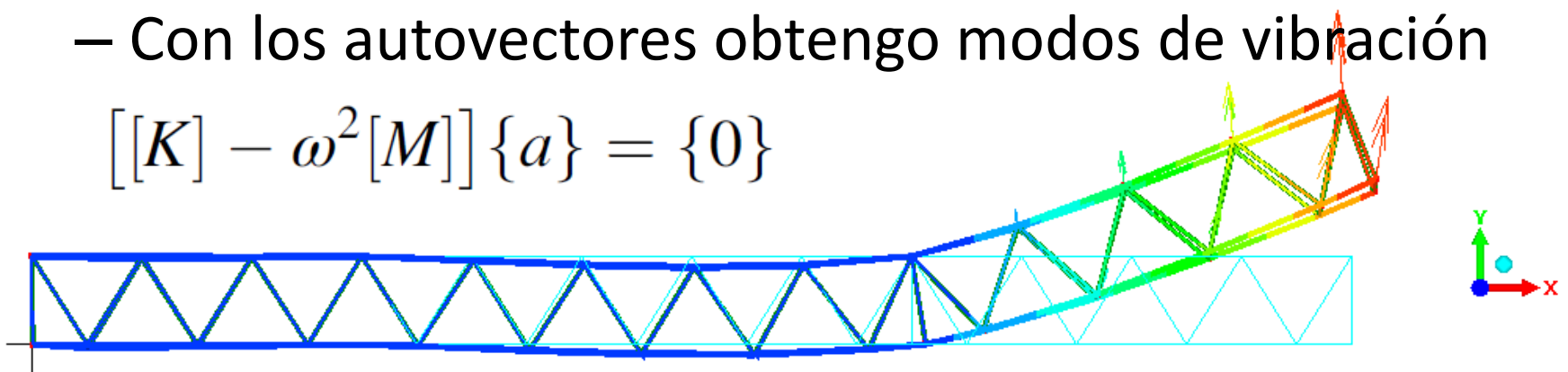
- Con los autovectores obtengo modos de vibración

$$[[K] - \omega^2 [M]]\{a\} = \{0\}$$

Displacement Magnitude



Angular freq. = 21.04765
Frequency = 3.349837



Programa FEM sin unidades

- Como el software no tiene unidades, nosotros podemos elegir las que querramos. Tenemos que tener muchísimo cuidado en que las **unidades sean compatibles.**

Compatibilidad de unidades

- Tenemos que definir unidades fundamentales y luego hacernos cargo!
- Por ejemplo:
 - Longitud: mm (milímetro)
 - Tiempo: s (segundo)
 - Masa: ton (tonelada)

Fuerza

- Unidades de fuerza

$$F = ma$$

$$[F] = [m][a] = [m] \left[\frac{\text{long}}{\text{tiempo}^2} \right] = \text{ton} \frac{\text{mm}}{\text{s}^2} = 1000 \text{kg} \frac{0,001 \text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{N}$$

- Ósea que si elegimos tonelada para masa, mm para longitud y segundo para tiempo, entonces implícitamente estamos eligiendo newton para fuerza.

Presión

- Unidades de presión

$$P = \frac{F}{A}$$

$$[P] = \frac{[F]}{[long. long]} = \frac{N}{mm^2} = \frac{N}{1.10^{-6}m^2} = \frac{Pa}{1.10^{-6}} \frac{1.10^6}{1.10^6} = 1.10^6 Pa = MPa$$

- Ósea que si elegimos tonelada para masa, mm para longitud y segundo para tiempo, entonces implícitamente estamos eligiendo mega Pascal para presión.

Densidad

- Unidades de densidad

$$\rho = \frac{m}{vol}$$

$$[\rho] = \frac{[m]}{[long.long.long]} = \frac{ton}{mm^3}$$

Ejercicios

1. Un cuerpo tiene una masa de 50 kg. Actúa una fuerza hacia arriba de 100 N y el peso hacia abajo. Qué aceleración tendrá?

Ejercicios

1. Una estructura tiene que soportar una carga de 5000Kg, como la agrega en el modelo si quiere saber el desplazamiento?
2. Una estructura tiene que soportar una carga de 5000Kg, como la agrega en el modelo si quiere saber la frecuencia propia?
3. En qué unidades se calculan los desplazamientos?
4. Cómo se ingresa la densidad del acero (7800kg/m³)?