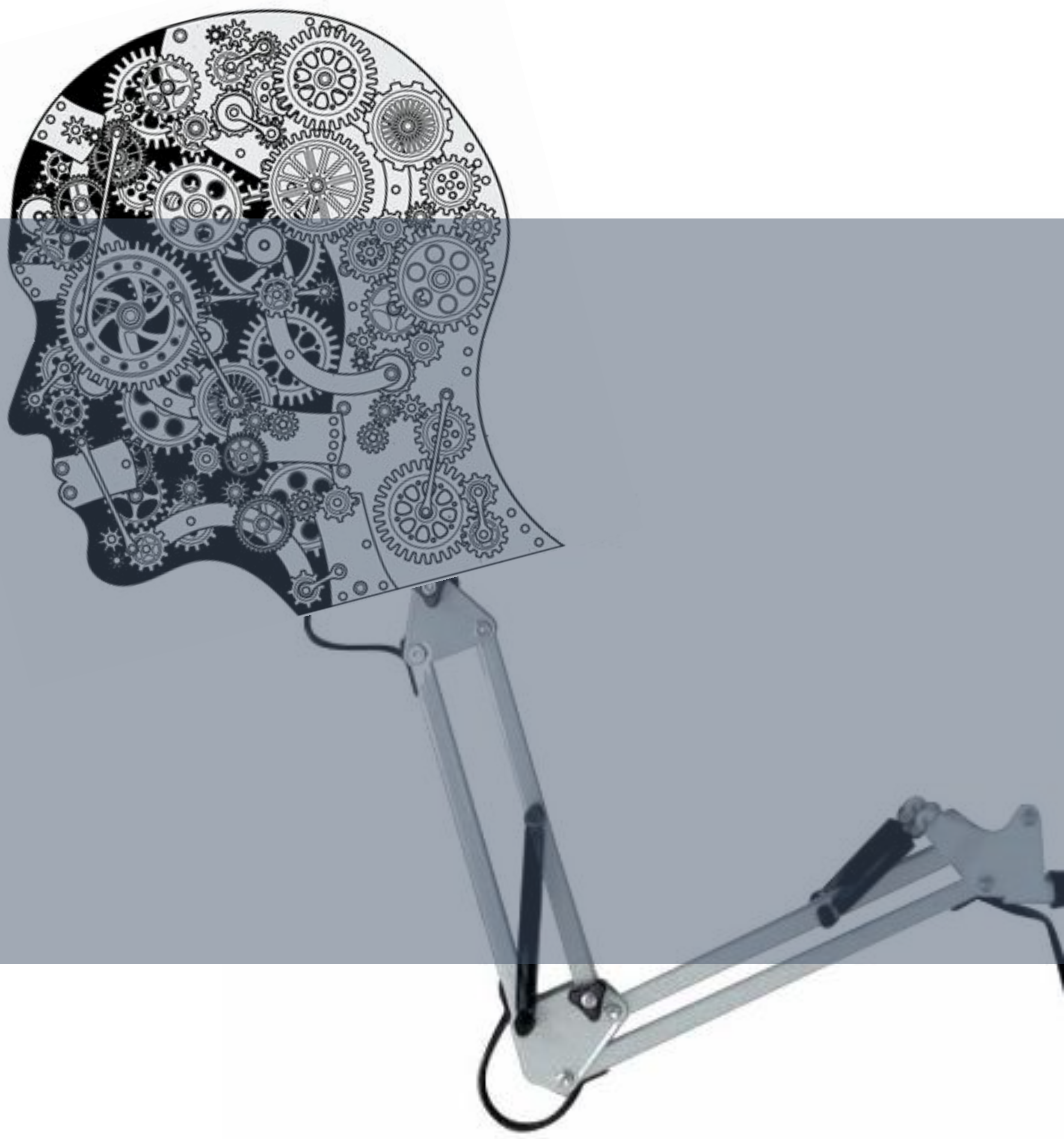
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Engenharia Mecânica

SEM 104 - Mecanismos

Prof. Rodrigo Nicoletti

AULA 8 – Mecanismos Tridimensionais



Mecanismos Tridimensionais

Plataforma de Stewart

cadeia cinemática aberta

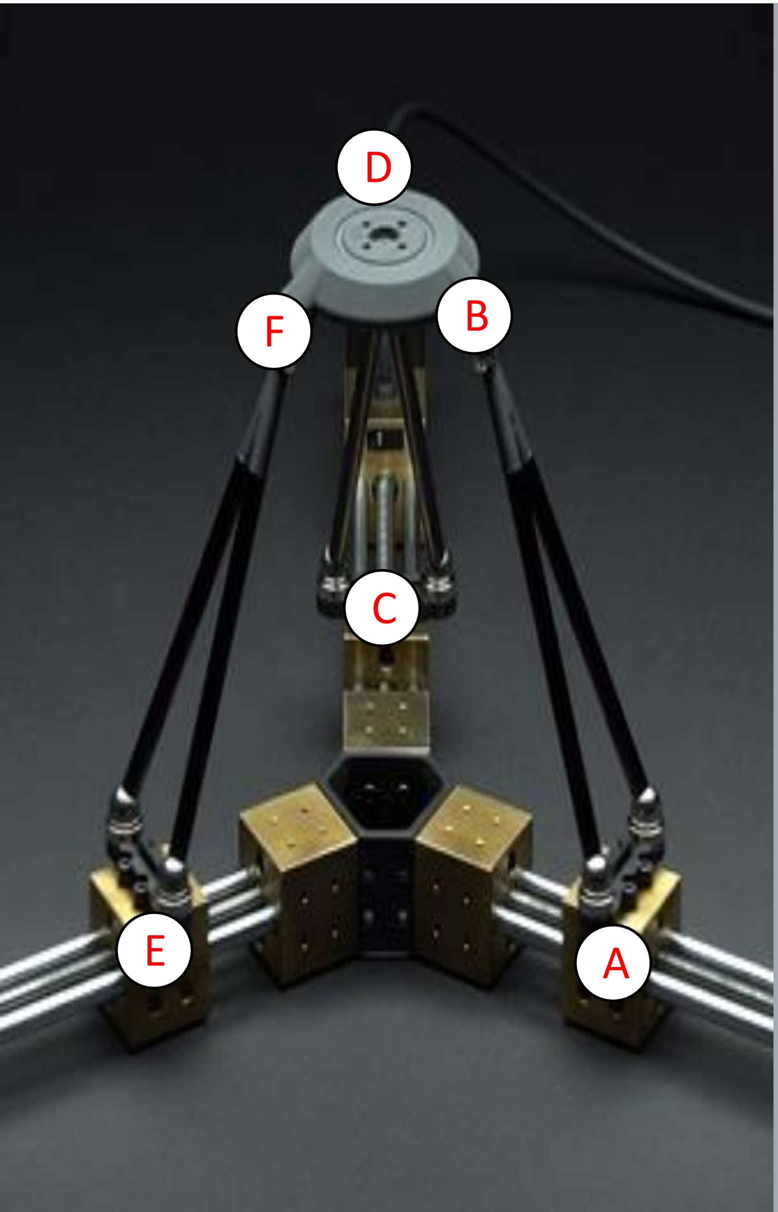
X

cadeia cinemática fechada

Plataforma de 3 GDL

Análise de Posição de Mecanismos Tridimensionais

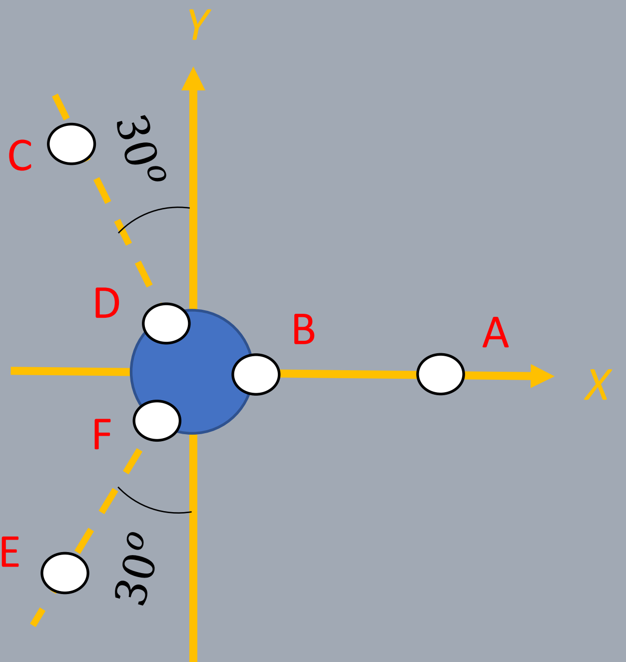
Análise de Posição

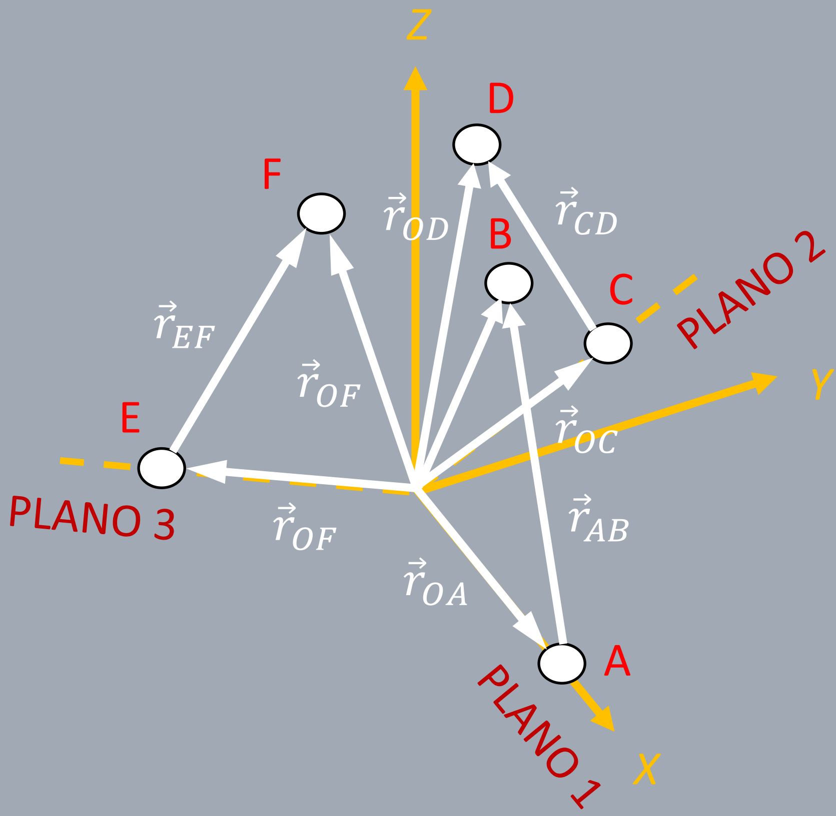


1) *Identifique as juntas*

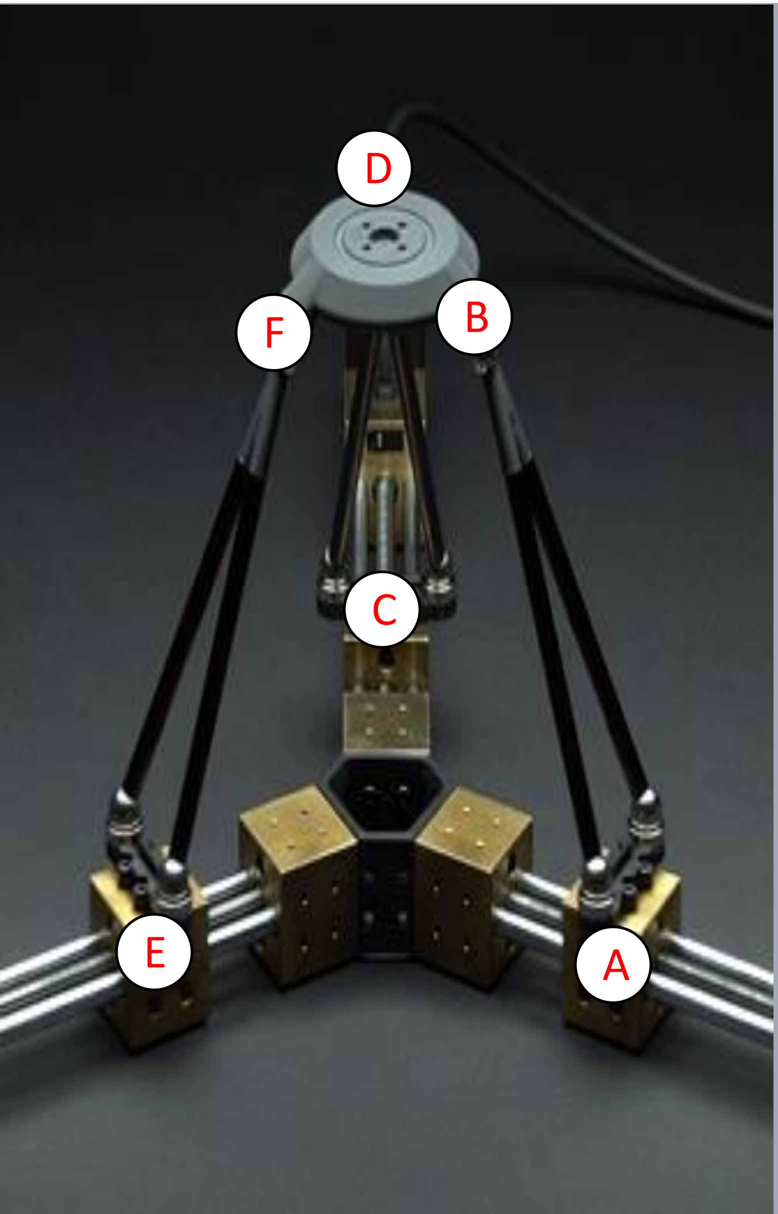
2) *Adote um sistema de coordenadas*

3) *Adote vetores para as conexões entre as juntas*





Análise de Posição



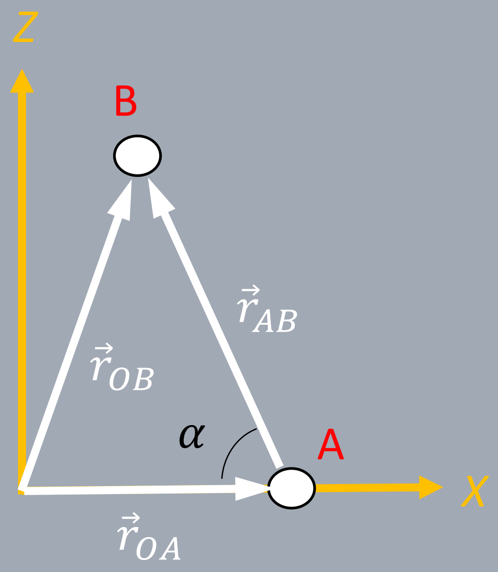
Para cada plano:

4) Encontre a Equação Vetorial Fechada

5) Encontre os vetores

6) Substitua os vetores na Equação Vetorial Fechada

PLANO 1



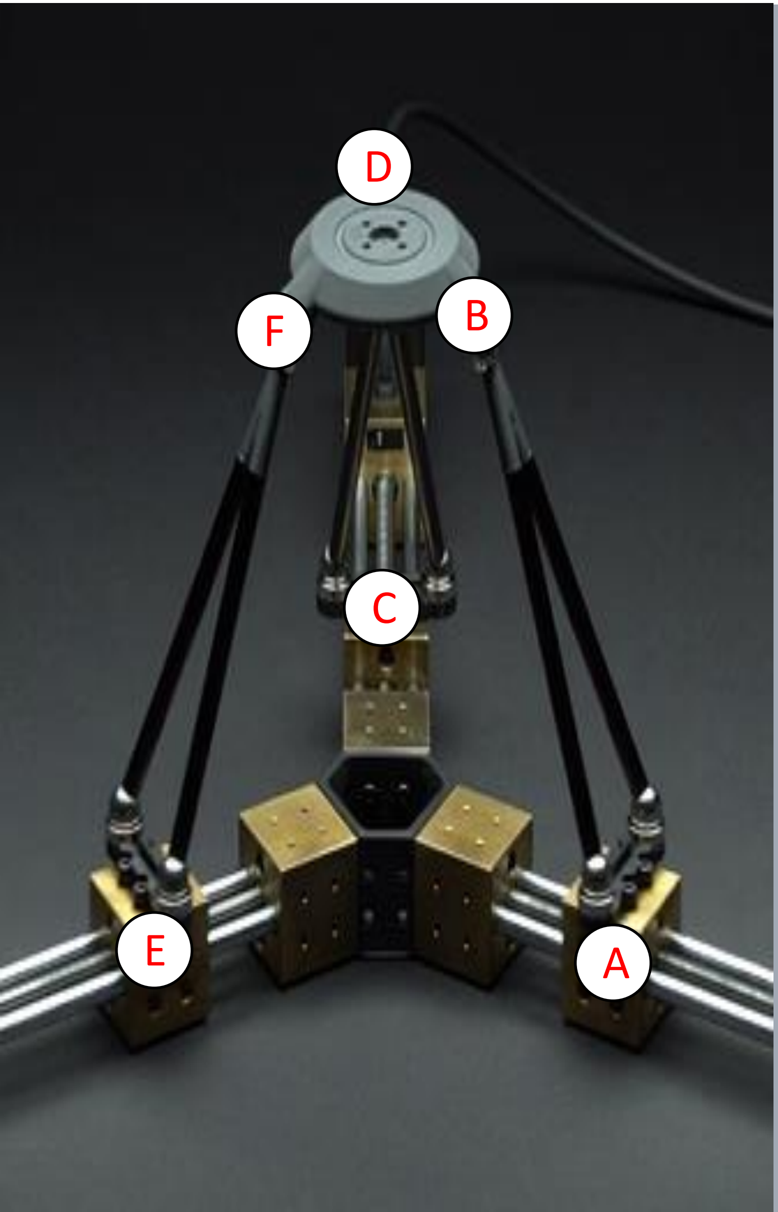
$$\vec{r}_{OA} + \vec{r}_{AB} - \vec{r}_{OB} = \vec{0}$$

$$\vec{r}_{OA} = \begin{Bmatrix} L_1 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad \vec{r}_{AB} = \begin{Bmatrix} -L\cos\alpha \\ 0 \\ L\sin\alpha \end{Bmatrix} \quad \vec{r}_{OB} = \begin{Bmatrix} x_B \\ 0 \\ z_B \end{Bmatrix}$$

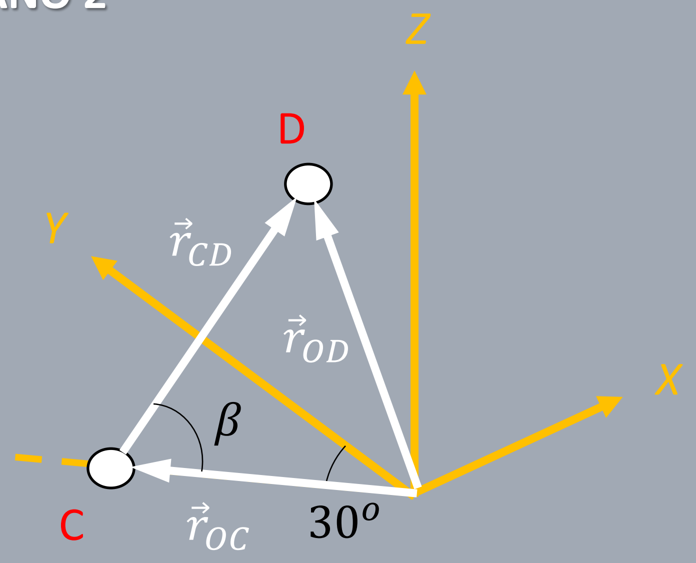
$$\begin{cases} L_1 - L\cos\alpha - x_B = 0 \\ L\sin\alpha - z_B = 0 \end{cases}$$

(2 eqs, 3 incógnitas – α, x_B, z_B)

Análise de Posição



PLANO 2



$$\vec{r}_{OC} + \vec{r}_{CD} - \vec{r}_{OD} = \vec{0}$$

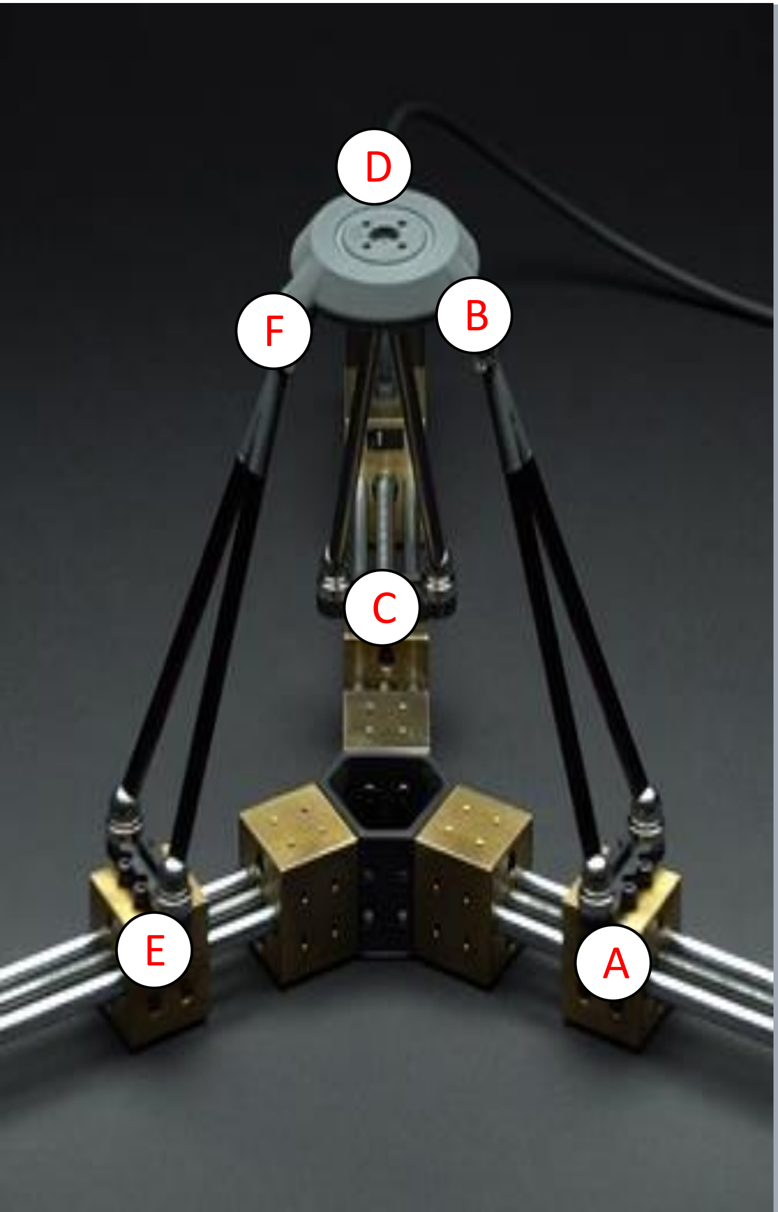
$$\vec{r}_{OC} = \begin{Bmatrix} -L_2 \sin 30^o \\ L_2 \cos 30^o \\ 0 \end{Bmatrix} \qquad \vec{r}_{OD} = \begin{Bmatrix} x_D \\ y_D \\ z_D \end{Bmatrix}$$

$$\vec{r}_{CD} = \begin{Bmatrix} L \cos\beta \sin 30^o \\ -L \cos\beta \cos 30^o \\ L \sin\beta \end{Bmatrix}$$

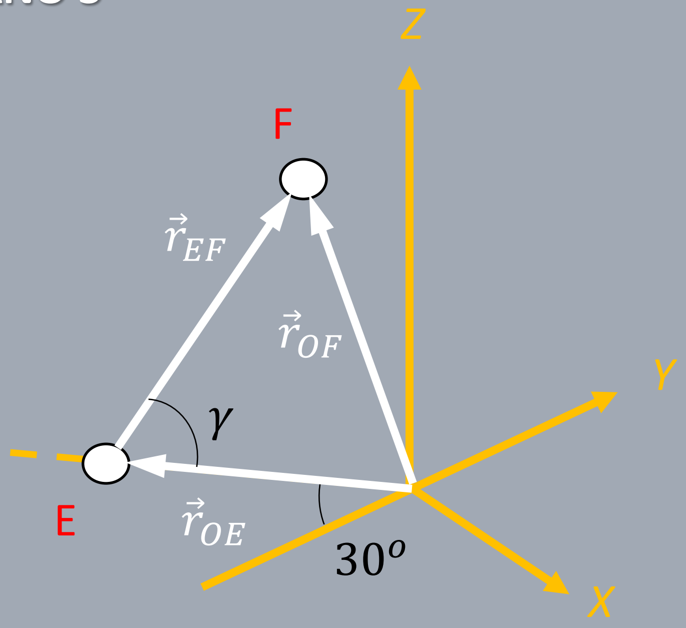
$$\begin{cases} -L_2 \sin 30^o + L\cos\beta \sin 30^o - x_D = 0 \\ L_2 \cos 30^o - L \cos\beta \cos 30^o - y_D = 0 \\ L \sin\beta - z_D = 0 \end{cases}$$

(5 eqs, 7 incógnitas – $\alpha, \beta, x_B, z_B, x_D, y_D, z_D$)

Análise de Posição



PLANO 3



$$\vec{r}_{OE} + \vec{r}_{EF} - \vec{r}_{OF} = \vec{0}$$

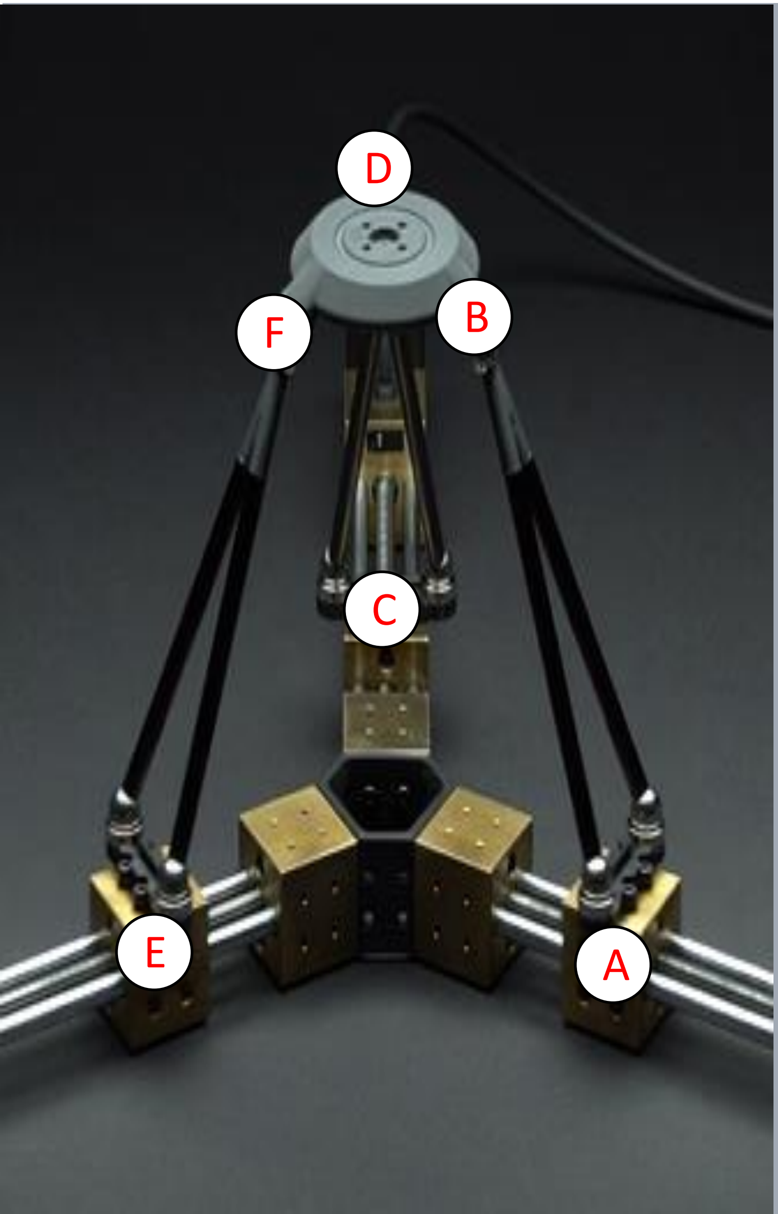
$$\vec{r}_{OE} = \begin{Bmatrix} -L_3 \sin 30^o \\ -L_3 \cos 30^o \\ 0 \end{Bmatrix} \qquad \vec{r}_{OF} = \begin{Bmatrix} x_F \\ y_F \\ z_F \end{Bmatrix}$$

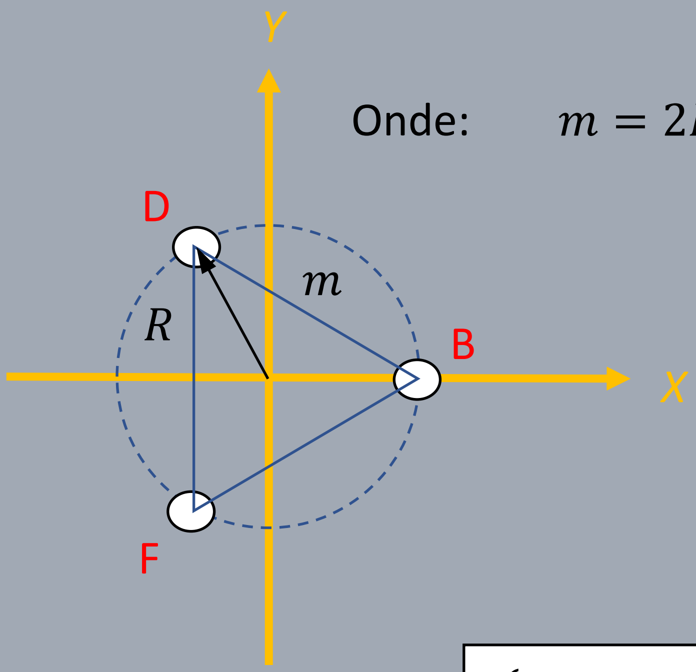
$$\vec{r}_{EF} = \begin{Bmatrix} L \cos\gamma \sin 30^o \\ L \cos\gamma \cos 30^o \\ L \sin\gamma \end{Bmatrix}$$

$$\begin{cases} -L_3 \sin 30^o + L \cos\gamma \sin 30^o - x_F = 0 \\ -L_3 \cos 30 + L \cos\gamma \cos 30^o - y_F = 0 \\ L \sin\gamma - z_F = 0 \end{cases}$$

(8 eqs, 11 incógnitas – $\alpha, \beta, \gamma, x_B, z_B, x_D, y_D, z_D, x_F, y_F, z_F$)

Análise de Posição



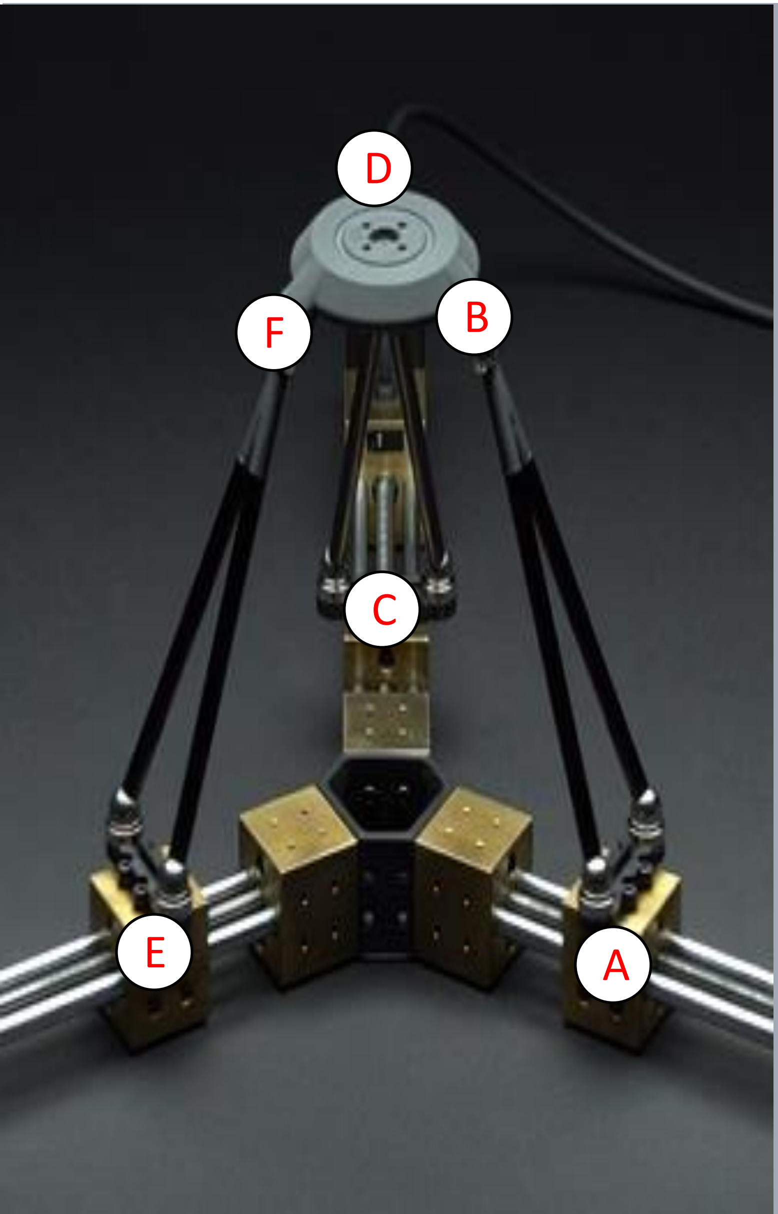


Onde: $m = 2R\cos 30^o$

$$\begin{cases} m^2 = (x_B - x_D)^2 + (y_B - y_D)^2 + (z_B - z_D)^2 \\ m^2 = (x_B - x_F)^2 + (y_B - y_F)^2 + (z_B - z_F)^2 \\ m^2 = (x_D - x_F)^2 + (y_D - y_F)^2 + (z_D - z_F)^2 \end{cases}$$

(11 eqs, 11 incógnitas – $\alpha, \beta, \gamma, x_B, z_B, x_D, y_D, z_D, x_F, y_F, z_F$)

Análise de Posição

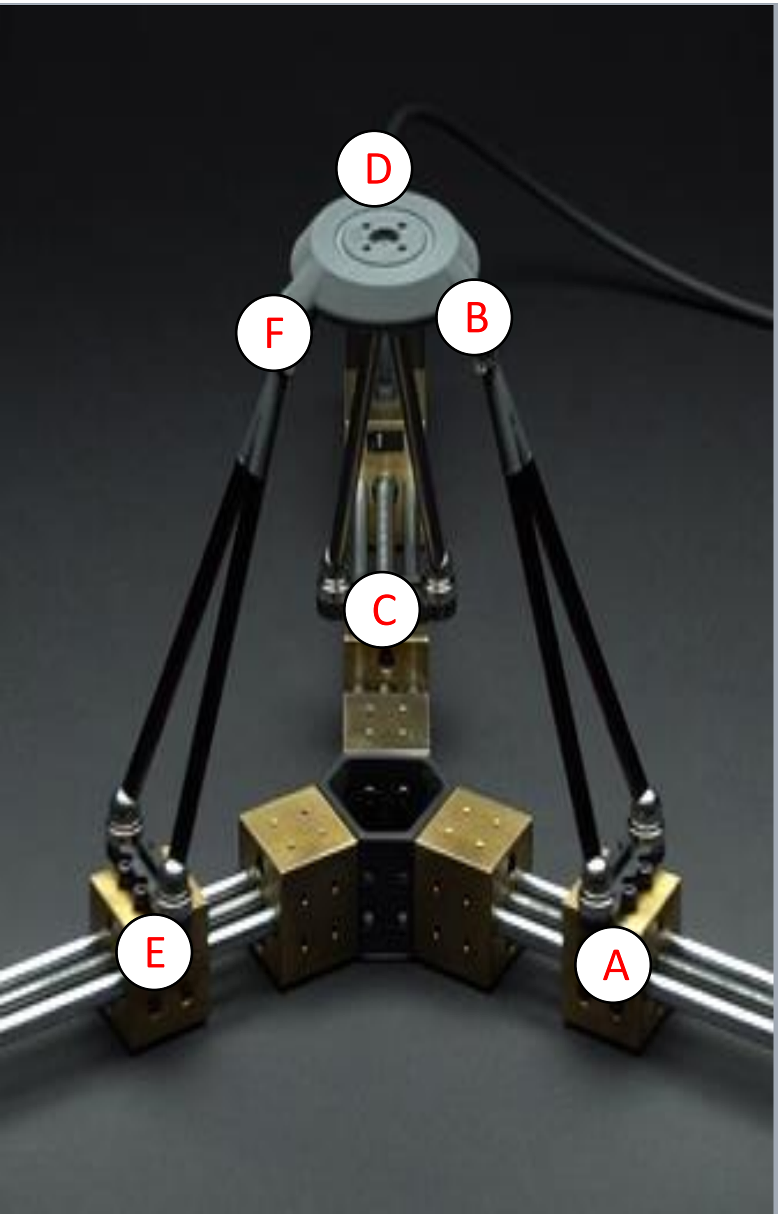


Dadas as posições L_1, L_2 e L_3 dos atuadores, é possível encontrar as coordenadas da Base Móvel $x_B, z_B, x_D, y_D, z_D, x_F, y_F, z_F$ com as equações:

$$
\begin{cases}
L_1 - L\cos\alpha - x_B = 0 \\
L\sin\alpha - z_B = 0 \\
-L_2 \sin 30^o + L\cos\beta \sin 30^o - x_D = 0 \\
L_2 \cos 30^o - L\cos\beta \cos 30^o - y_D = 0 \\
L\sin\beta - z_D = 0 \\
-L_3 \sin 30^o + L\cos\gamma \sin 30^o - x_F = 0 \\
-L_3 \cos 30 + L\cos\gamma \cos 30^o - y_F = 0 \\
L\sin\gamma - z_F = 0 \\
(x_B - x_D)^2 + (y_B - y_D)^2 + (z_B - z_D)^2 - m^2 = 0 \\
(x_B - x_F)^2 + (y_B - y_F)^2 + (z_B - z_F)^2 - m^2 = 0 \\
(x_D - x_F)^2 + (y_D - y_F)^2 + (z_D - z_F)^2 - m^2 = 0
\end{cases}
$$

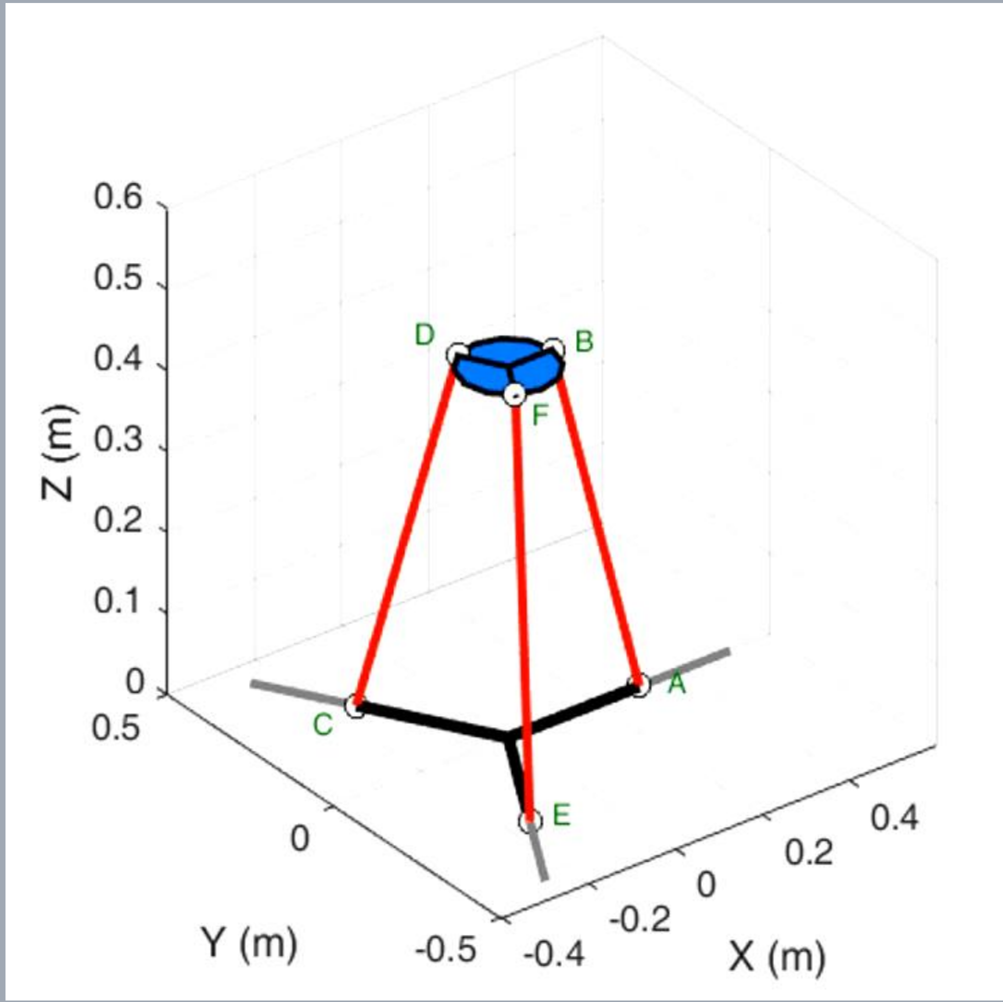
Pode-se usar o **Método de Newton-Raphson** para resolver o problema.

Análise de Posição

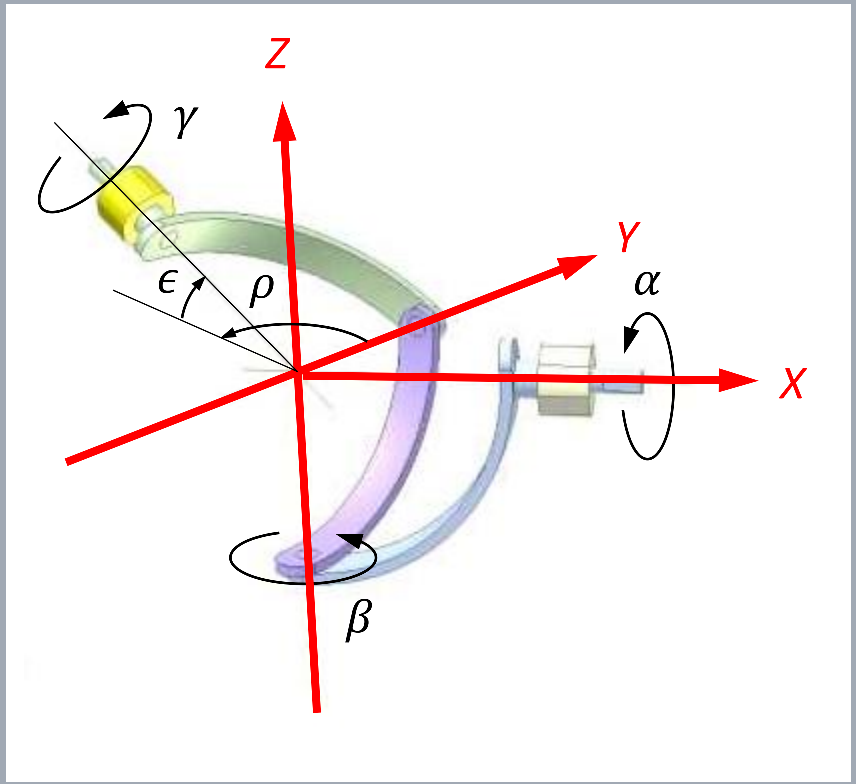


Tomemos os parâmetros:

$$L = 500\ mm$$
$$R = 50\ mm$$



Tarefa



Este é um **mecanismo de 4 barras tridimensional**.

Sabendo-se que as equações de posição do mecanismo são dadas por:

$$\begin{cases} \cos\alpha\cos\beta + \sin\gamma\sin\rho - \cos\gamma\sin\epsilon = 0 \\ \sin\alpha\cos\beta + \cos\gamma\cos\epsilon + \sin\epsilon = 0 \end{cases}$$

Use o Matlab/Octave para encontrar β e γ, considerando-se:

$$\begin{cases} -90^o \leq \alpha \leq 90^o \\ \rho = 45^o \\ \epsilon = 0^o \end{cases}$$

Dúvidas ???

Utilize o FÓRUM no eDisciplinas !

edisciplinas.usp.br