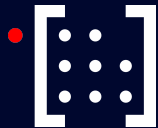


SCARA Robot



KINEMATIC MODELING AND SIMULATION

Mateus Seixas <mateus.seixas@hotmail.com.br>

Orientador: Marco Reis

Robótica e Sistemas Autônomos, Senai Cimatec

Novembro de 2021

Sistema FIEB



PELO FUTURO DA INOVAÇÃO

Kinematic Modeling and Simulation of a SCARA Robot by Using Solid Dynamics and Verification by MATLAB/Simulink

M. S. Alshamasin, F. Ionescu, R. T. Al-Kasasbeh
2009

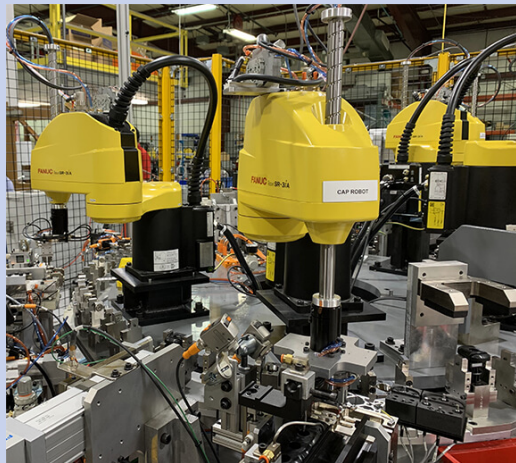
Robôs SCARA

SELECTIVE COMPLIANCE ARTICULATED ROBOT ARM



- Alta velocidade
- Alta precisão
- Melhor repetibilidade entre manipuladores
- 4 graus de liberdade

Aplicações



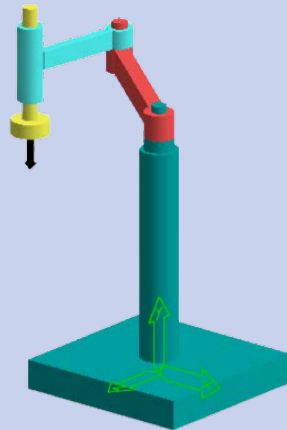
A Importância das Simulações

As simulações possuem as seguintes vantagens:

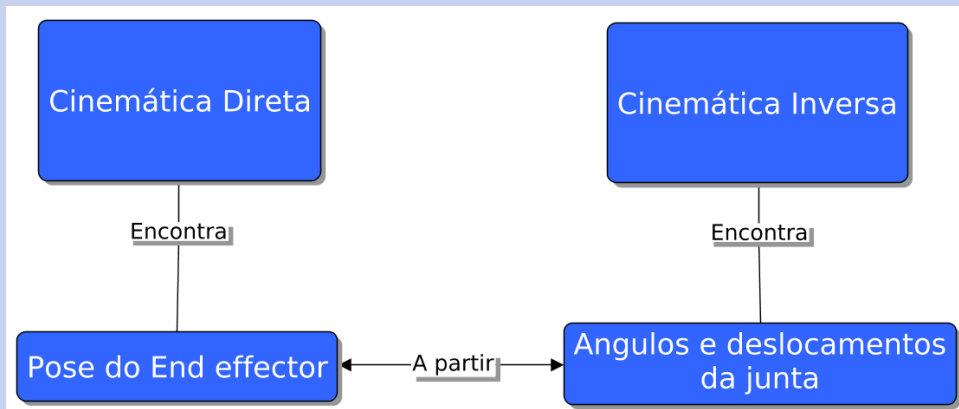
- Fáceis de montar
- Baixo custo
- Resultados rápido

Poranto podem ser utilizadas para:

- Prever o comportamento do robô
- Programar off-line
- Avaliar layout
- Fazer estudos de viabilidade
- Otimizar o planejamento de trajetória



Cinemática Direta x Cinemática Inversa



Cinemática Direta

NOTAÇÃO DENAVIT-HARTENBERG

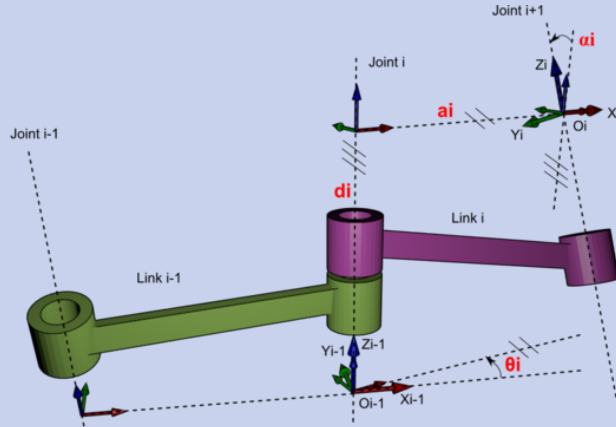
Tem como objetivo obter o conjunto de equações que descreve a cinemática direta de um robô.

Cada junta do robô é descrita através de 4 parâmetros:

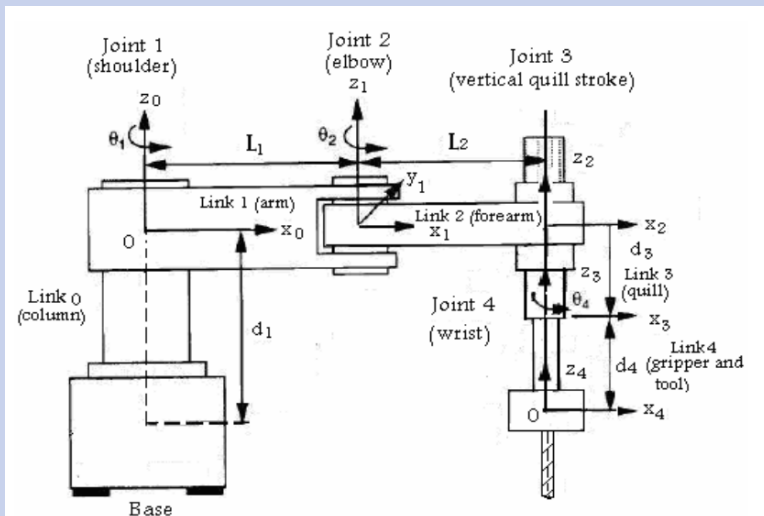
- θ - Ângulo de rotação da junta
- d - Deslocamento da junta
- a - Comprimento do elo
- α - Ângulo de torção da junta

Cinemática Direta

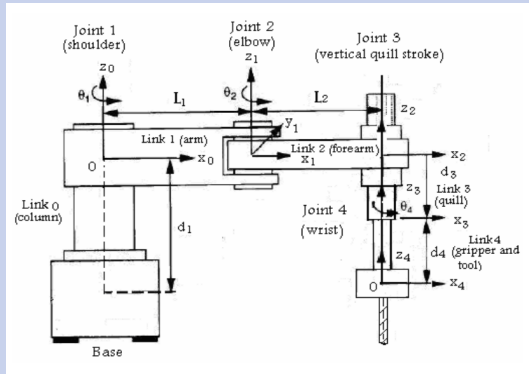
NOTAÇÃO DENAVIT-HARTENBERG



Notação Denavit-Hartenberg



Notação Denavit-Hartenberg



i	θ_i	d_i	a_i	α_i
1	θ_1	0	L_1	0
2	θ_2	0	L_2	0
3	0	d_3	0	0
4	θ_4	d_4	0	0

Notação Denavit-Hartenberg

MATRIZ DE TRANSFORMAÇÃO HOMOGÊNEA

- Matriz de transformação da junta (i-1) e i:

$$T_i^{i-1} = Rot(z, \theta_i) \cdot Trans(z, d_i) \cdot Trans(x, a_i) \cdot Rot(x, \alpha_i)$$

- Matriz de transformação homogênea:

$$T_n^0 = T_1^0 \cdot T_2^1 \cdot T_3^2 \cdot \dots \cdot T_n^{n-1}$$

Cinemática Inversa

A cinemática inversa tem como objetivo encontrar deslocamentos angulares e lineares das juntas a partir da pose do end effector.

A matriz de transformação homogênea é igual ao produto das matrizes de transformação de uma junta para outra:

$$T_4^0 = T_1^0 \cdot T_2^1 \cdot T_3^2 \cdot T_4^3$$

Logo, solucionando para a junta 4, por exemplo:

$$T_4^3 = (T_3^2)^{-1} \cdot (T_2^1)^{-1} \cdot (T_1^0)^{-1} \cdot T_4^0$$

DINÂMICA

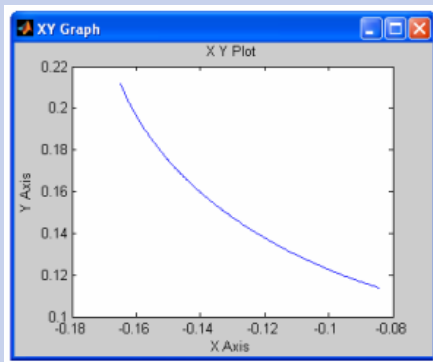
Para o estudo da dinâmica do robô é necessário modelar:

- Atuadores
- Transmissões
- Juntas

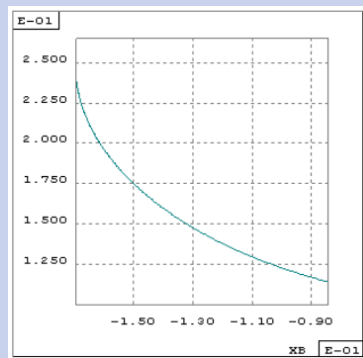
Resultados

$$\theta_1 = 1.6493 \text{ RAD E } \theta_2 = 1.475 - 2.6178 \text{ RAD}$$

Matlab



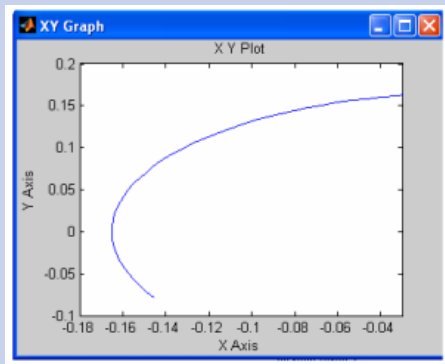
SD Software



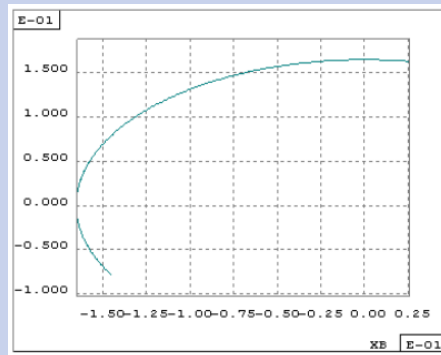
Resultados

$$\theta_1 = 3.0142 - 0.794125 \text{ RAD E } \theta_2 = 2.4495696 \text{ RAD}$$

Matlab



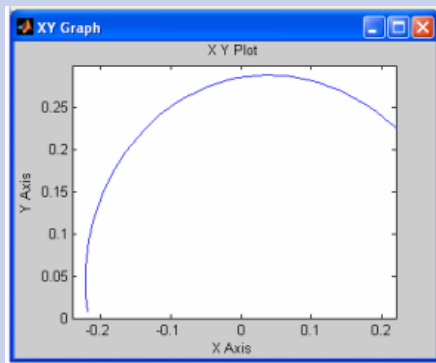
SD Software



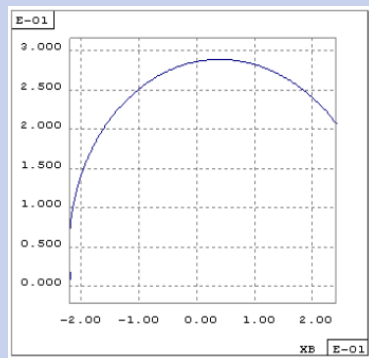
Resultados

$$\theta_1 = 0.232 - 2.4695 \text{ RAD E } \theta_2 = 1.3521 - 2.0944 \text{ RAD}$$

Matlab



SD Software



Conclusão

- Foi desenvolvido um completo modelo matemático
- As equações de cinemática direta e inversa foram obtidas através da notação de Danevit-Hartenberg
- Foram feitas simulações em Matlab e Solid Dynamics Software
- Os resultados de ambos softwares foram concordantes



Questions?

mateus_seixas@hotmail.com.br