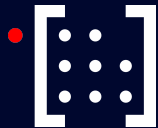


# SCARA Robot



## 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

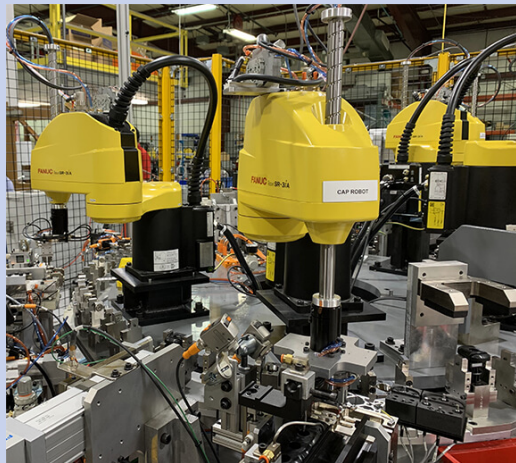
SELECTIVE COMPLIANCE ARTICULATED ROBOT ARM

---



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

# Aplicações



# A Importância das Simulações

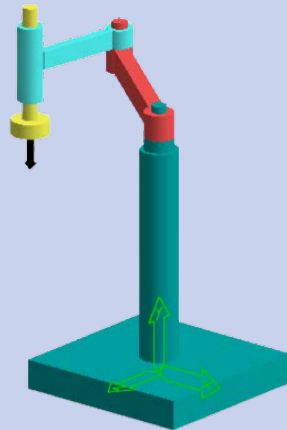
---

As simulações possuem as seguintes vantagens:

- Fáceis de montar
- Baixo custo
- Resultados rápido

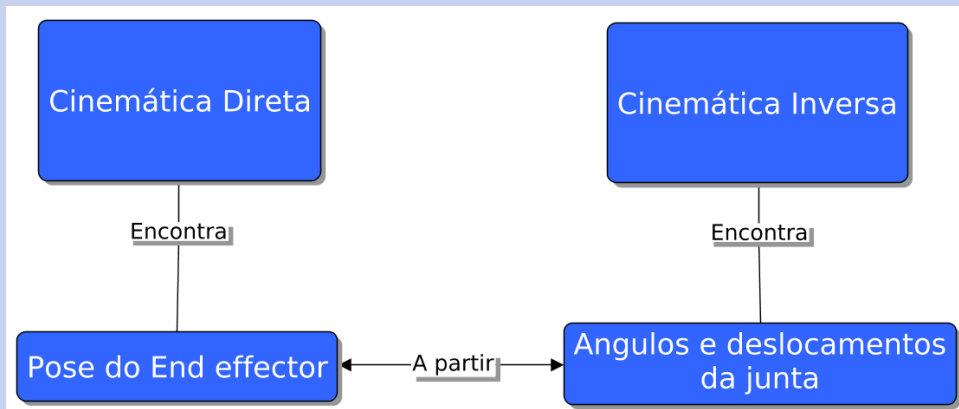
Poranto podem ser utilizadas para:

- 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

---

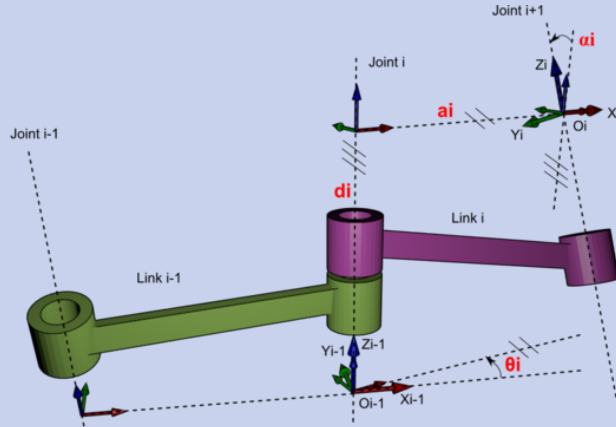
Tem como objetivo obter o conjunto de equações que descreve a cinemática direta de um robô.

Cada junta do robô é descrita através de 4 parâmetros:

- $\theta$  - Ângulo de rotação da junta
- $d$  - Deslocamento da junta
- $a$  - Comprimento do elo
- $\alpha$  - Ângulo de torção da junta

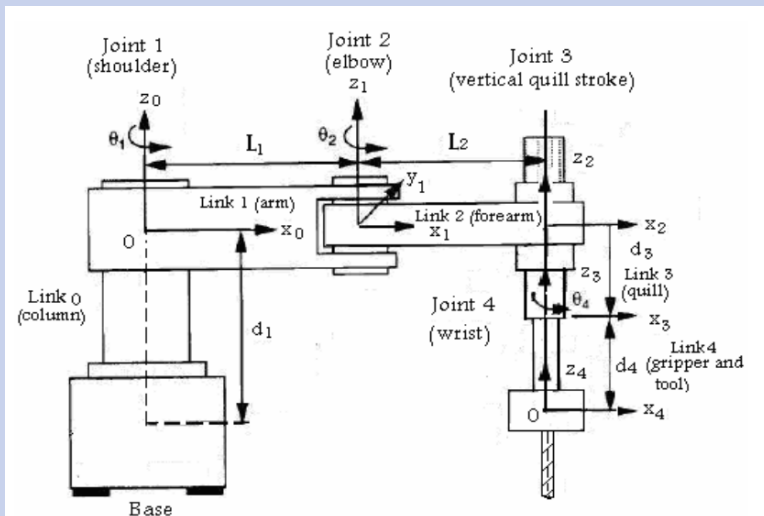
# Cinemática Direta

## NOTAÇÃO DENAVIT-HARTENBERG

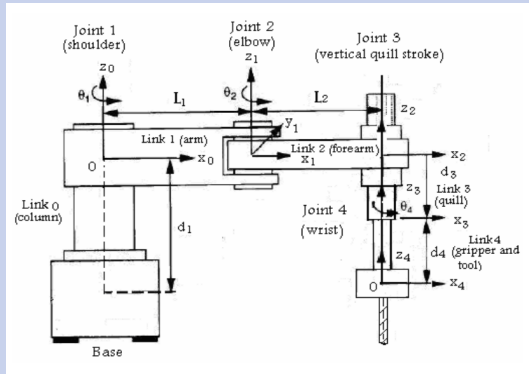




# Notação Denavit-Hartenberg



# Notação Denavit-Hartenberg



$i$	$\theta_i$	$d_i$	$a_i$	$\alpha_i$
1	$\theta_1$	0	$L_1$	0
2	$\theta_2$	0	$L_2$	0
3	0	$d_3$	0	0
4	$\theta_4$	$d_4$	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:

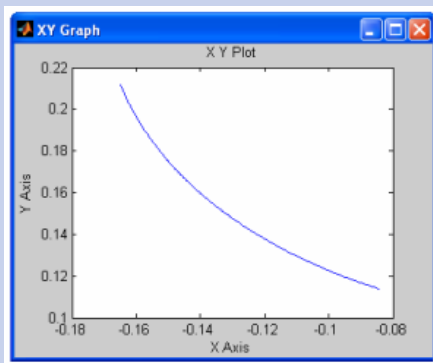
- Atuadores
- Transmissões
- Juntas

# Resultados

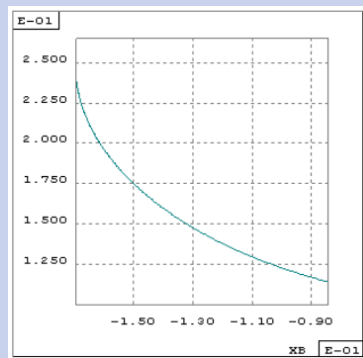
$$\theta_1 = 1.6493 \text{ RAD E } \theta_2 = 1.475 - 2.6178 \text{ RAD}$$

---

## Matlab



## SD Software

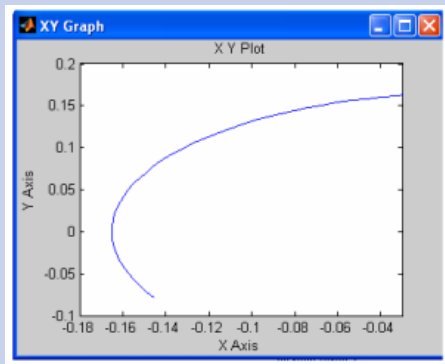


# Resultados

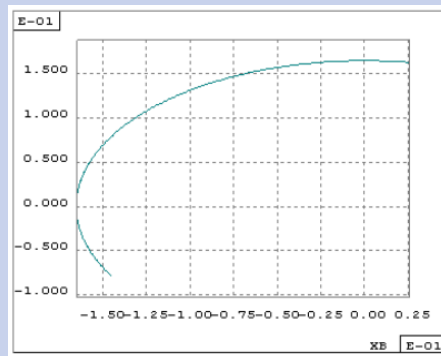
$$\theta_1 = 3.0142 - 0.794125 \text{ RAD E } \theta_2 = 2.4495696 \text{ RAD}$$

---

## Matlab



## SD Software

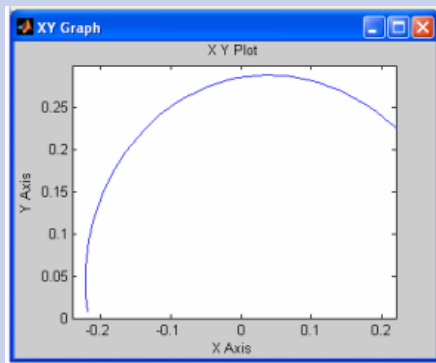


# Resultados

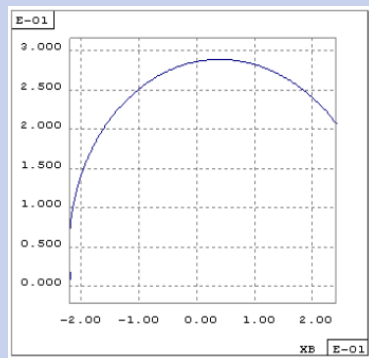
$$\theta_1 = 0.232 - 2.4695 \text{ RAD E } \theta_2 = 1.3521 - 2.0944 \text{ RAD}$$

---

## 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



# Dúvidas?

[mateus\\_seixas@hotmail.com.br](mailto:mateus_seixas@hotmail.com.br)