

Robótica



Prof. Reinaldo Bianchi
Centro Universitário FEI
2016

6^a Aula



IECAT

E no Matlab?





Robotics Toolbox para o Matlab

- Toolbox de livre distribuição (9ª edição):
 - http://petercorke.com/Robotics_Toolbox.html
- Possui modelo de alguns manipuladores prontos:
 - PUMA560
 - Stanford Arm
- Permite criar seu próprio modelo.

Criando um manipulador 3R

- Queremos criar o seguinte manipulador:
 - 3 juntas rotacionais no eixo z
 - links de 1 metro cada.
- Parâmetros D-H:

Link	a_i	a_i	d_i	q_i
1	1	0	0	q_1
2	1	0	0	q_2
3	1	0	0	q_3

Comandos para criar um 3R

- Criando os links:

```
L1 = Link([0 0 1 0])
```

```
L2 = Link([0 0 1 0])
```

```
L3 = Link([0 0 1 0])
```

- Criando o robô:

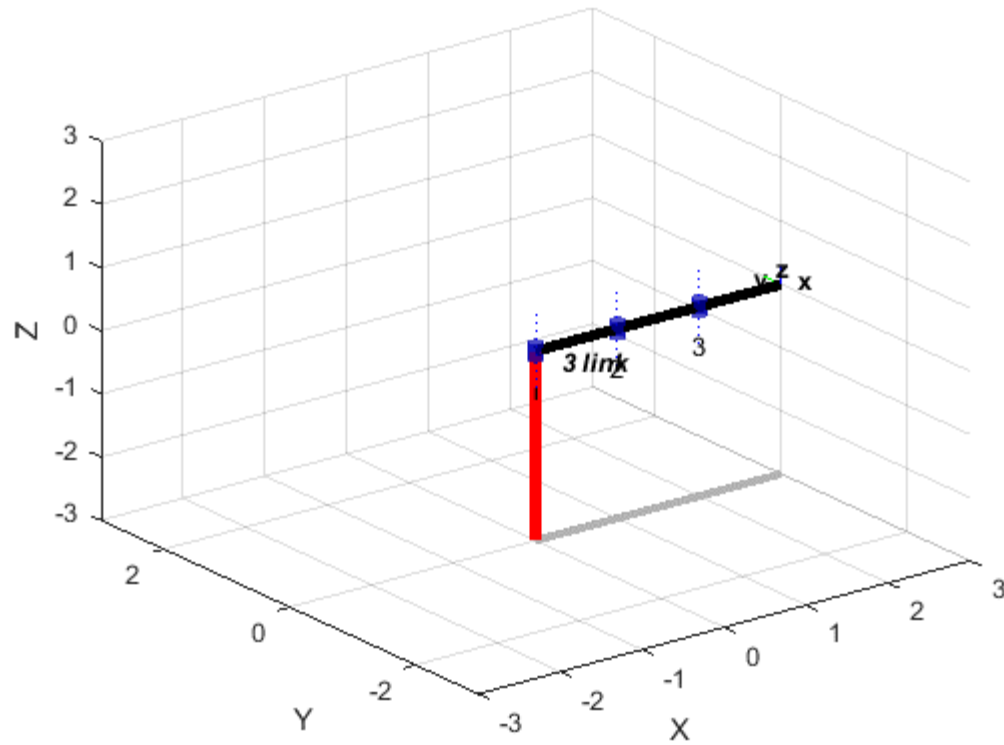
```
r = SerialLink([L1 L2 L3])
```

- Nesta aula, use o script mdl_3link:

```
mdl_3link cria o robô threelink
```

mdl_3link

threelink.plot([0 0 0])





O script mld_3link

- Define, além das características básicas do robô, as características dinâmicas.
- Cada elo possui:
 - Massa = 1 kg.
 - Centro de massa no meio do elo.
 - Matriz de inércia do elo, Inércia e atrito do motor iguais a zero (para simplificar).

Definições dinâmica do elo 1

- $L(1).m = 1;$
- $L(1).r = [-0.5 \ 0 \ 0];$
- $L(1).I = \text{zeros}(3,3);$
- $L(1).G = 0;$
- $L(1).Jm = 0;$
- $L(1).B = 0;$



Calculando a matriz de inércia de um manipulador

- O método inertia (Q) calcula a matriz de inércia de um manipulador.
 - Retorna uma matrix ($N \times N$) para o robô em uma configuração, onde N é o número de juntas.
 - O elemento (J, J) da diagonal é a inércia vista pela junta J .
 - Os elementos (J, K) fora da diagonal principal se referem a acoplamentos que relacionam aceleração na junta J com torque na junta K .



Calculando a matriz de inércia

```
mdl_3link
```

```
threelink.inertia ([0 0 0])
```

```
ans =
```

8.7500	4.5000	1.2500
4.5000	2.5000	0.7500
1.2500	0.7500	0.2500



Calculando a matriz de inércia

```
mdl_3link
```

```
threelink.inertia ([0 pi 0])
```

```
ans =
```

0.7500	0.5000	0.2500
0.5000	2.5000	0.7500
0.2500	0.7500	0.2500

Calculando a matriz de inércia

mdl_3link

threelink.inertia ([0 0 pi])

ans =

4.7500	1.5000	-0.7500
1.5000	0.5000	-0.2500
-0.7500	-0.2500	0.2500

Calculando a matriz de inércia

mdl_puma560

p560.inertia ([0 0 0 0 0 0])

ans =

3.9611	-0.1627	-0.1389	0.0016	-0.0004	0.0000
-0.1627	4.4566	0.3727	0.0000	0.0019	0.0000
-0.1389	0.3727	0.9387	0.0000	0.0019	0.0000
0.0016	0.0000	0.0000	0.1924	0.0000	0.0000
-0.0004	0.0019	0.0019	0.0000	0.1713	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1941

Calculando a matriz de inércia

mdl_puma560

p560.inertia ([pi pi/2 0 0 0 0])

ans =

2.6639	-0.6942	-0.0038	0.0000	0.0000	0.0000
-0.6942	4.4566	0.3727	0.0000	0.0019	0.0000
-0.0038	0.3727	0.9387	0.0000	0.0019	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.1924	0.0000	0.0000
0.0000	0.0019	0.0019	0.0000	0.1713	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1941



Matrizes de inércia

- O Toolbox define toda a dinâmica do Puma 560.
- Ver arquivo `mdl_puma560.m`



Dinâmica no Matlab

- O Matlab resolve a dinâmica usando o método de Newton-Euler:
 - `r.rne(Q, Qd, Qdd)` – função que computa o torque, dado:
 - as posições Q ,
 - Velocidades Qd e
 - Acelerações Qdd das juntas.

Descobrimos os torques para o Puma em repouso

```
mdl_puma560
```

```
Q = [0 0 0 0 0 0]
```

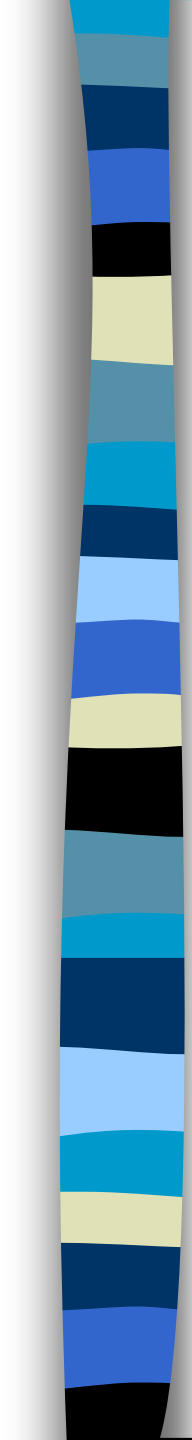
```
Qd = [0 0 0 0 0 0]
```

```
Qdd = [0 0 0 0 0 0]
```

```
p560.rne(Q, Qd, Qdd)
```

```
ans =
```

```
0 37.4837 0.2489 0 0 0
```



Descobrimos os torques para o Puma segurando 10 kg.

$$Q = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

$$Qd = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

$$Qdd = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

$$G = [0.00 \ 0.00 \ 9.81]$$

$$F = [0; \ 0; \ 100; \ 0; \ 0; \ 0]$$

p560.rne(Q, Qd, Qdd, G, F)

ans =

0 82.6937 2.2789 0 0 0



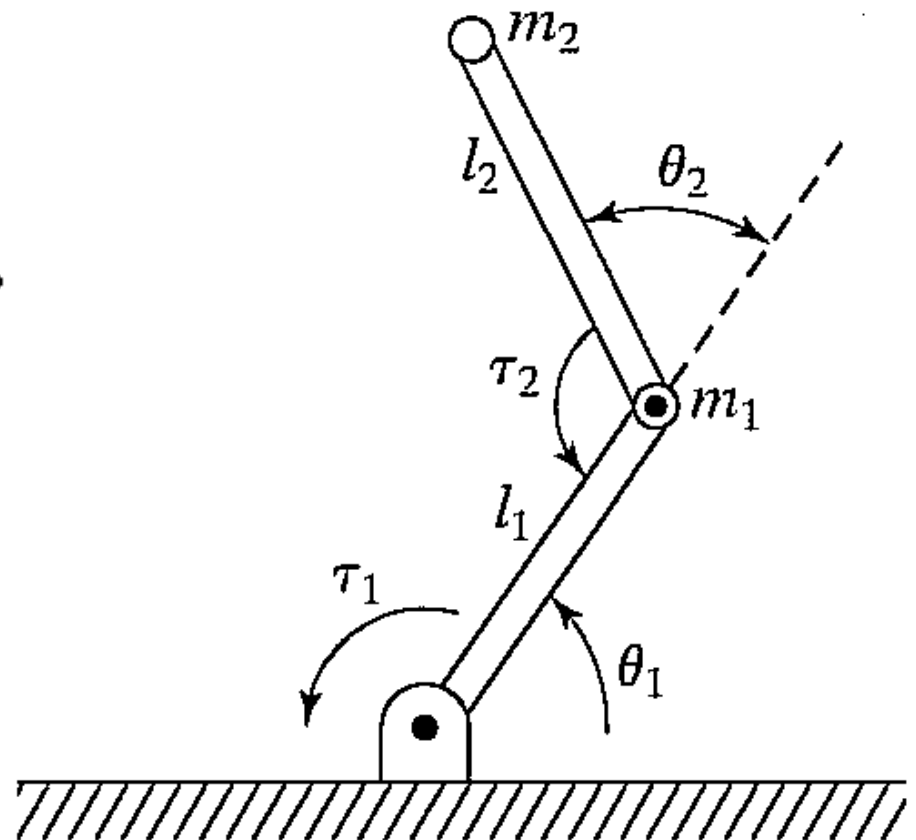
Exercício 1

- Calcule os torques para o 3R em repouso, e segurando 10 Kg na ponta do manipulador.
- Nota:
 - Neste caso, o peso deve estar no eixo Y, assim como a gravidade...
 - Use o mdl_3link

Exemplo 4: 2R, pg 177

- Para incluir a ação da gravidade, usaremos:

$${}^0\dot{v}_0 = g\hat{Y}_0.$$





Exercício 2

- Implemente no Matlab o Cálculo do torque para o manipulador 2R.



Exercício 3:

- Calcule os torques necessários para manter o puma com outras configuração, usando posições, velocidades e acelerações diferente de zero.

Fim

