

Robótica - utilização, programação, modelagem e controle de robôs industriais

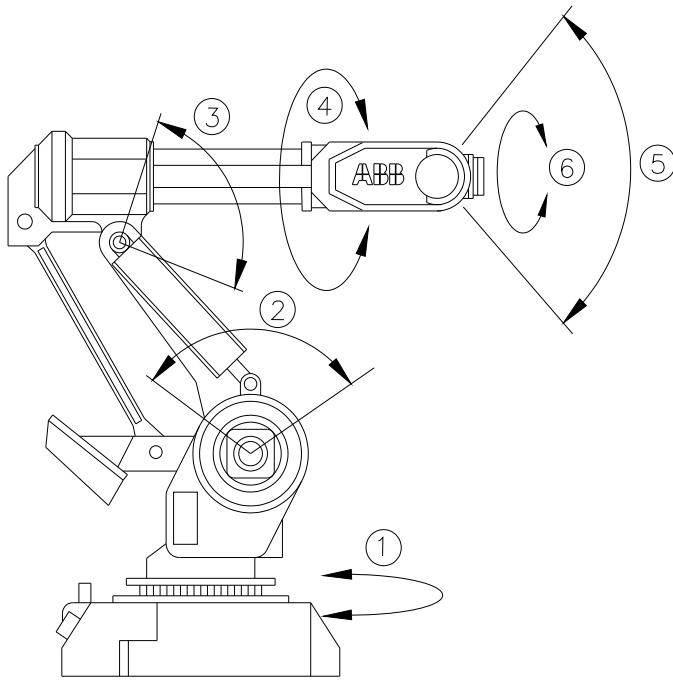
SÉRIE DE EXERCÍCIOS 16

**MODELAGEM CINEMÁTICA DE UM MANIPULADOR COM SEIS GRAUS DE
LIBERDADE**

REVISÃO DE CONCEITOS

A seguir são apresentados alguns conceitos fundamentais sobre o robô industrial ABB IRB 1400, no qual se baseará a resolução dos exercícios propostos.

a) Configuração geométrica – volume de trabalho



Eixos inferiores

Junta 1: Giro da base

Junta 2: Braço superior (movimento para frente e para trás)

Junta 3: Braço superior (movimento para cima e para baixo)

Eixos superiores

Junta 4: Giro do braço superior

Junta 5: Quebra do punho

Junta 6: Giro do flange ou giro da ferramenta

Figura-exercício 16.1

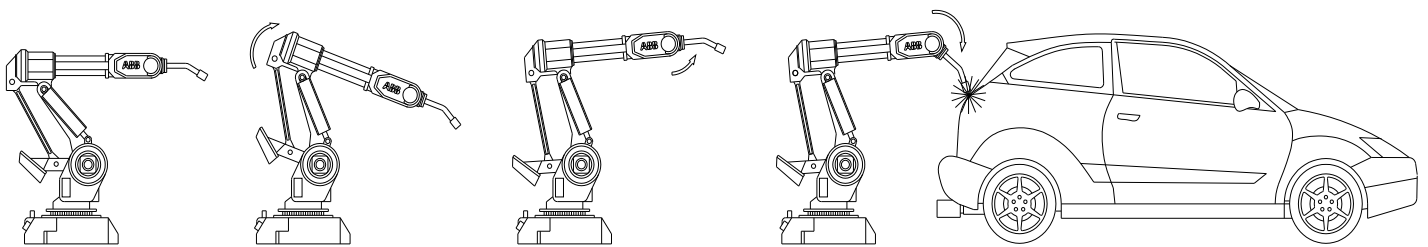
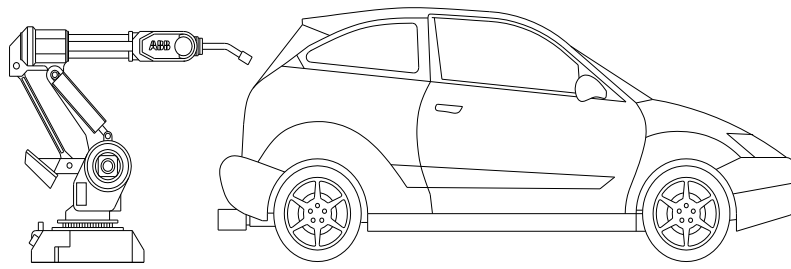


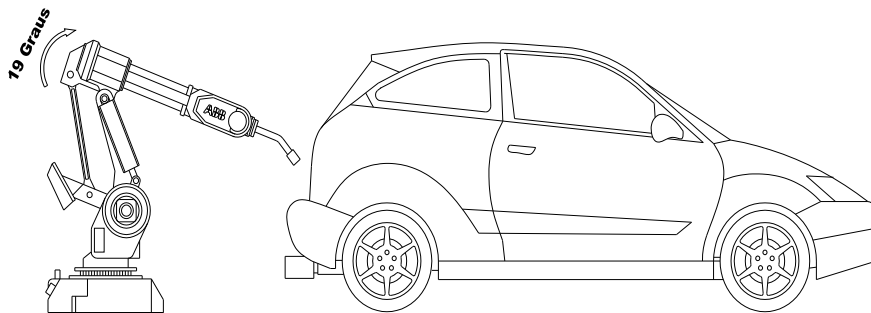
Figura-exercício 16.2 Principais movimentos do robô no processo de soldagem.

A Figura-exercício 16.2, em escala proporcional, mostra os principais movimentos do braço robótico no processo de soldagem (ponteamento), em uma indústria automobilística. Para esse tipo de operação, utilizam-se apenas quatro dos seis graus de liberdade do robô, considerando-se apenas a operação de avanço do eletrodo até o contato com a peça. A ferramenta representada, acoplada ao flange, seria um aplicador de solda MIG.

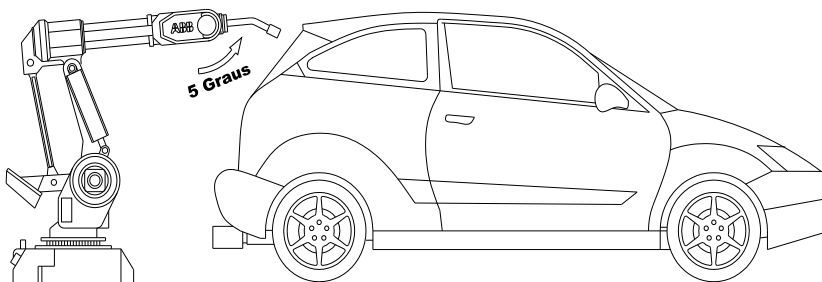
Na Figura-exercício 16.3 pode ser vista a seqüência do trabalho do braço robótico no processo de soldagem.



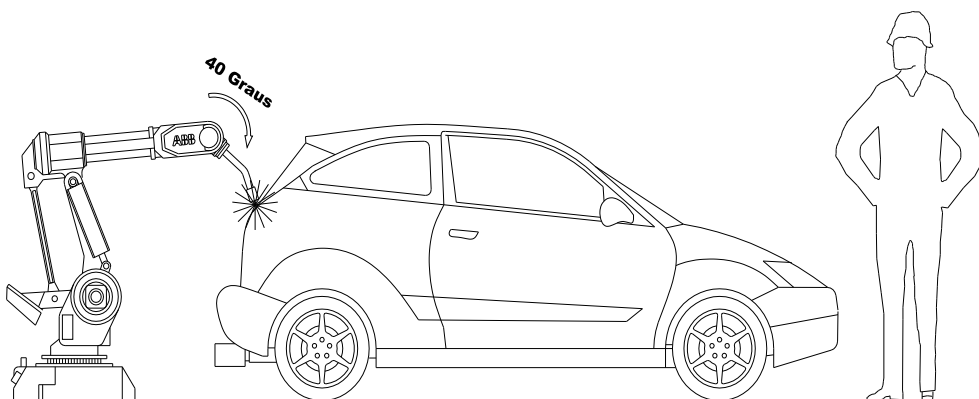
a) Posição inicial



b) O braço superior avança 19 graus com a ajuda da junta 2.



c) O braço superior avança 5 graus com a ajuda da junta 3.



d) Com a quebra do punho em 40 graus na junta 5, ocorre o contato do eletrodo, formando-se o arco elétrico.

Figura-exercício 16.3 Seqüência do trabalho de soldagem do braço robótico.

b) Modelagem cinemática de um robô industrial de seis graus de liberdade (ABB IRB-1400)

A modelagem cinemática de um robô industrial depende exclusivamente de sua geometria espacial, o chamado *modelo geométrico*. A partir da geometria do robô podemos estabelecer a posição da ferramenta terminal em relação ao sistema de coordenadas solidárias à base, por meio da determinação de uma matriz de transformação homogênea, resultante do produto das matrizes de transformação de cada junta.

Embora o modelo geométrico seja único, a maneira de se obter a matriz de transformação homogênea do robô está associada ao sistema de referência utilizado. Neste exercício utilizaremos duas sistemáticas para determinar a matriz de transformação homogênea do robô:

- vetores locais;
- Denavit-Hartenberg.

Na modelagem cinemática de um robô por meio de vetores locais serão obtidas as posições e as orientações em diversos pontos de interesse para visualização. O método consiste em determinar vetores para cada ponto de interesse e, a partir da multiplicação desses vetores por matrizes de transformação, obter as coordenadas (posição e orientação) de cada um desses pontos.

Na Figura-exercício 16.4, podemos identificar os pontos de interesse para o robô industrial objeto deste exercício, o ABB IRB-1400, além das respectivas dimensões.

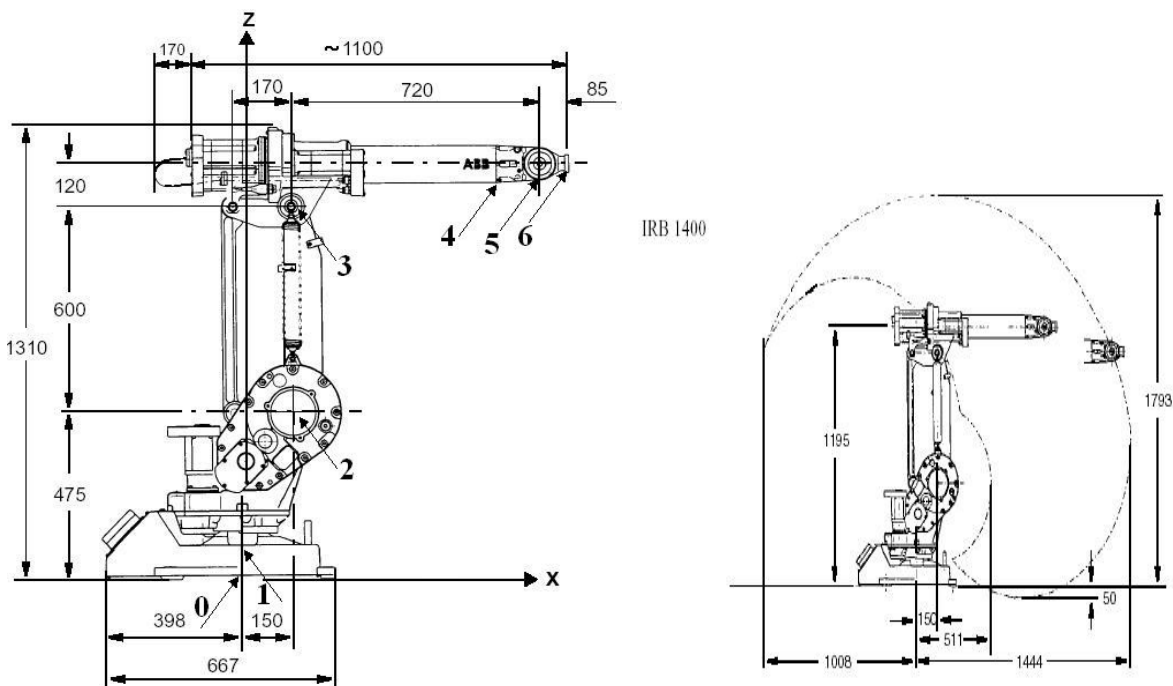


Figura-exercício 16.4 Pontos de interesse e dimensões do robô ABB IRB-1400.

EXERCÍCIO

16.1 Considere um robô industrial ABB S4 IRB-1400 com seis graus de liberdade, descrito anteriormente. Pedem-se:

- a) Modelo cinemático utilizando sistema de transformada locais.
- b) Modelo cinemático utilizando os parâmetros de Denavit-Hartenberg desse robô (Tabela-exercício 16.1).
- c) Matrizes de transformação homogêneas.
- d) Expressão da posição final (x, y, z) e orientação (n, s, a) da garra, utilizando ângulos de Euler.

Tabela-exercício 16.1 Parâmetros θ , d , α e a do robô ABB IRB-1400

Juntas	θ (graus)	d (mm)	α (graus)	a (mm)	Limite máximo das juntas (graus)
1	θ_1	475	- 90	0	± 170
2	θ_2	0	0	360	± 70
3	θ_3	0	90	0	- 65 / +70
4	θ_4	720	- 90	0	± 150
5	θ_5	0	90	0	± 115
6	θ_6	85	0	0	± 300