

ASPECTOS CONSTRUTIVOS DE ROBÔS

“Tipos de robôs”

Classificação de robôs

Definições importantes:

- O arranjo das hastes e juntas em um braço manipulador tem um importante efeito nos graus de liberdade da ferramenta - Este arranjo é chamado de **CINEMÁTICA**
- Baseado no que foi dito anteriormente, 3 GDL são necessários para **posicionar** os objetos e mais 3 GDL são necessários para **orientá-lo**.

As juntas de um robô com 6 juntas podem ser divididas em dois grupos:

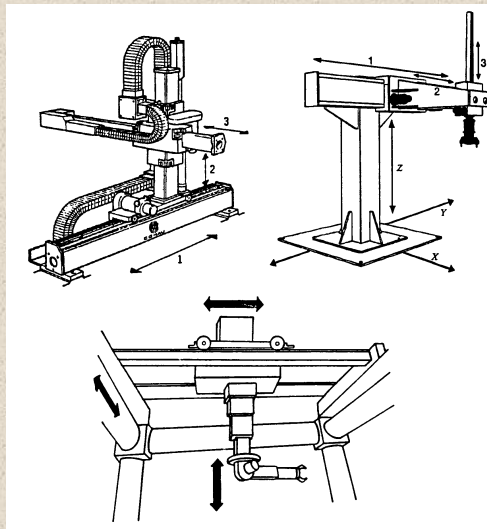
○ As três primeiras, perto da base, que são as chamadas juntas principais porque elas permitem **posicionar** a ferramenta em qualquer posição no espaço;

○ As três finais, perto da ferramenta, que são chamadas juntas do punho, permitem **orientar** a ferramenta.

Na classificação de robôs, somente as três juntas principais são consideradas. Isto porque elas determinam o **tamanho do espaço de trabalho e as propriedades mecânicas do braço**.

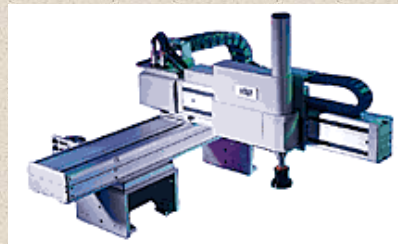
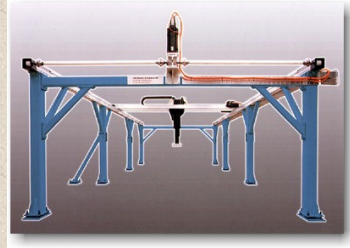
Os robôs existentes hoje pertencem a uma das 6 categorias a seguir

CARTESIANO PPP



Quando os três graus de liberdade são todos lineares (prismáticos)

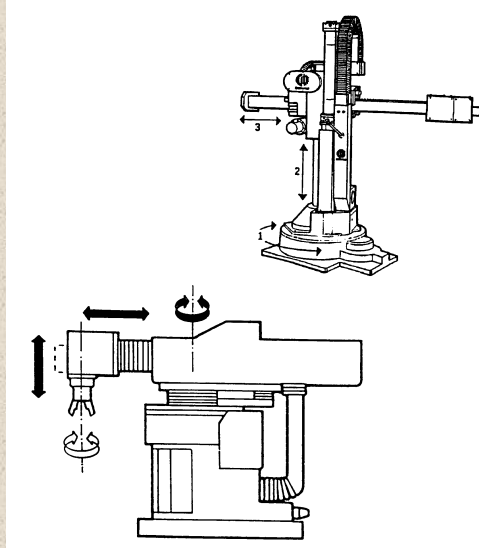
CARTESIANO PPP



CARTESIANO PPP

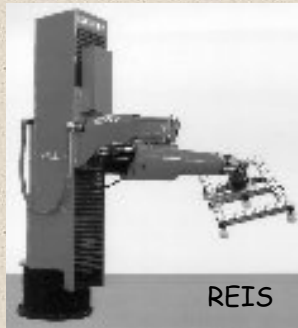


CILINDRICO RPP

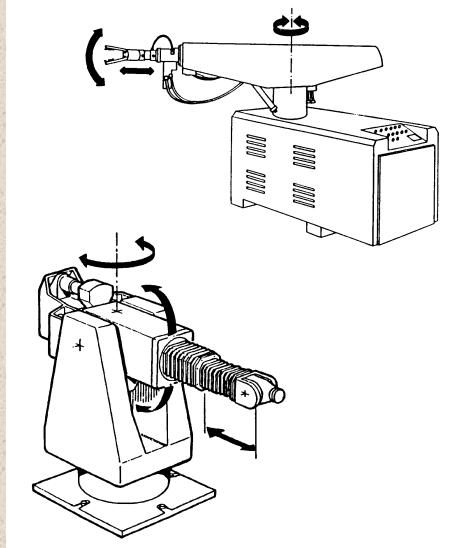


Quando o robô tem
uma junta de
rotação e duas
prismáticas

CILINDRICO RPP



ESFÉRICO RRP



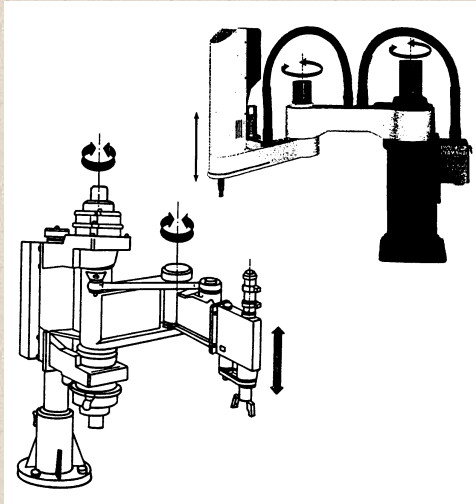
Quando o robô tem duas juntas de rotação e uma prismática

ESFÉRICO RRP



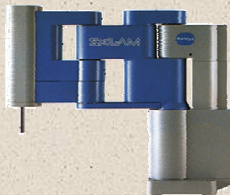
Fanuc

Articulado horizontalmente **RRP**

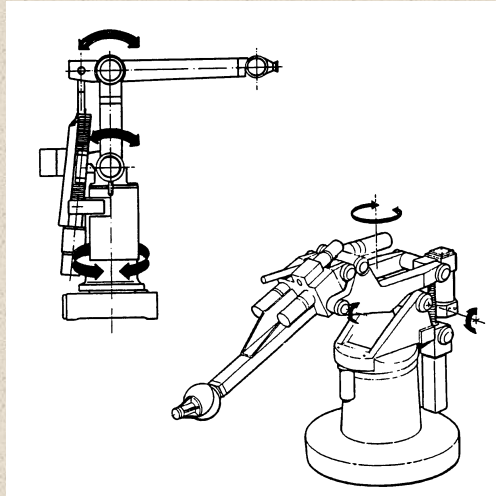


Quando o robô tem duas juntas de rotação, mas articuladas horizontalmente e paralelamente, e uma junta prismática. São referidos como robôs **SCARA** - Selectively Compliant Assembly Robot Arm

Articulado horizontalmente **RRP**



Articulado verticalmente - Antropomórficos - RRR

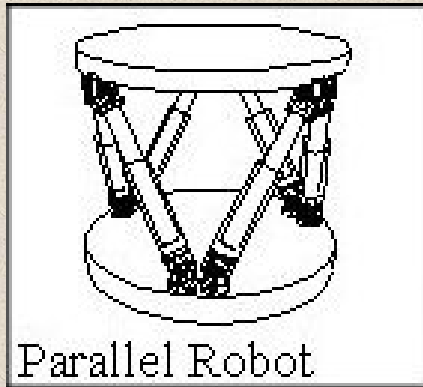


Quando as três juntas são de rotação

Articulado verticalmente - Antropomórficos - RRR



PARALELO - RRR e/ou PPP



Quando as três juntas são prismáticas e de rotação

PARALELO - RRR e/ou PPP



Aspectos construtivos de robôs

Cada grupo de robô tem característica própria, a qual permite selecionar uma estrutura específica para uma determinada tarefa.

As **principais características** são:

- Rigidez mecânica
- Controle
- Envelope de trabalho.

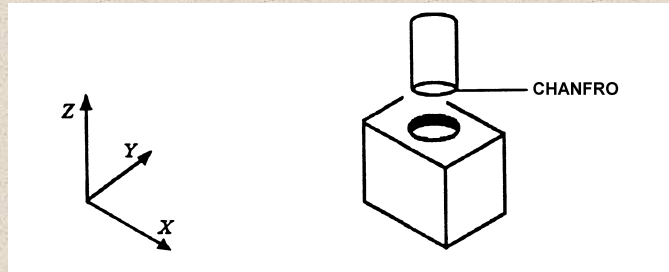
Rigidez

○ A rigidez mecânica de uma estrutura é a medida de como ela distorce pela ação de cargas atuando sobre ela.

○ Uma grande rigidez mecânica é desejável em robôs, pois a posição do braço irá ser menos sensível as cargas impostas sobre ele

○ De um modo geral, juntas prismáticas são mais rígidas do que juntas de revolução, conseqüentemente, os robôs cartesianos são mais rígidos que os outros robôs.

- Algumas tarefas requerem grande rigidez em uma direção.



Neste caso, o robô deve ser rígido na direção Z, mas não necessariamente nas direções X e Y!!!

A estrutura afeta o controle diretamente...

- ...no número de cálculos necessários para mover o braço para uma dada posição.
- ...nas forças e torques que os motores devem exercer. Estas forças e torques complicam bastante o controle, desde que eles não são iguais em todos os pontos no envelope de trabalho.

Forças e torques

Torques e momentos de inércia nem sempre mantêm-se constantes dentro do envelope de trabalho para robôs que não são cartesianos

Momento de inércia

$$I = 1/3 m_A L^2 + m_L L^2$$

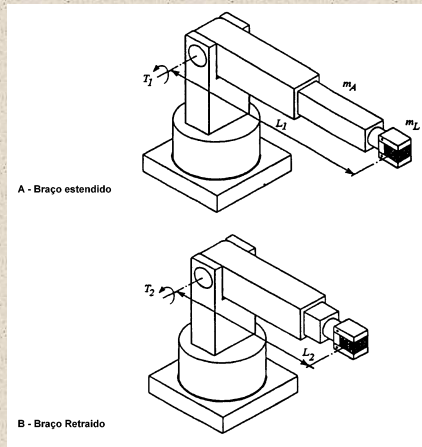
I = momento de inércia em relação ao eixo horizontal;
 m_A = massa do braço (10Kg);
 m_L = massa da carga (2 Kg);
L = distância entre a pinça e o eixo de rotação.

braço estendido (L = 1 m):

$$I = 5,33 \text{ kg.m}^2$$

braço retraído (L = 0,7 m):

$$I = 2,61 \text{ kg.m}^2.$$



Cálculos

Os cálculos necessários para mover a ferramenta para um certo ponto dependem da **cinética do robô**.

- um ponto alvo (o ponto para o qual pretende-se mover a ferramenta) é definido em **coordenadas cartesianas**.
- Em robôs cartesianos, a distância a ser percorrida por cada eixo é calculada diretamente pela coordenada cartesiana do ponto.
- Com robôs não cartesianos (robôs cilíndricos, por exemplo), o cálculo é **complexo** e torna-se mais e mais complexo com o aumento do número de graus de liberdade de rotação e o aumento do número total de graus de liberdade.

Efeitos da estrutura no envelope e no volume de trabalho

- O envelope de trabalho é a forma geométrica que envolve o volume de trabalho.
- O volume inclui todos os pontos que podem ser alcançados pela ferramenta.
- Qualquer objeto ou operação a ser alcançada ou realizada pelo robô deve estar localizada dentro do envelope de trabalho do robô.
- Desde que muitos robôs industriais não são móveis, mas fixos no chão, o volume de trabalho deve ser o maior possível.

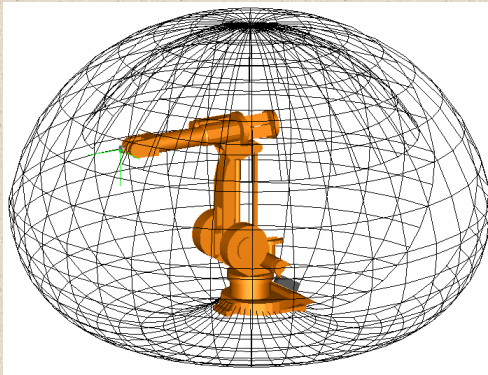
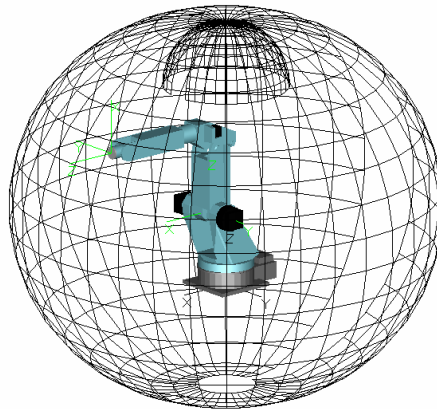
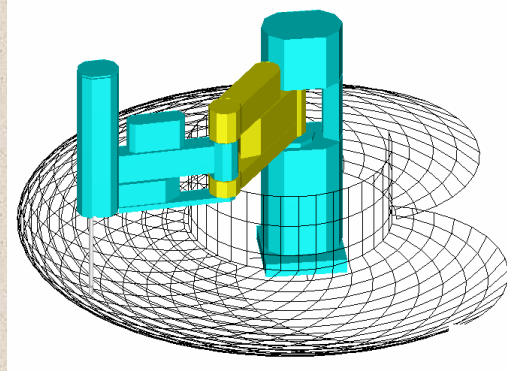


ABB IRB 1400

MOTOMAN SK6





SANYO 5407

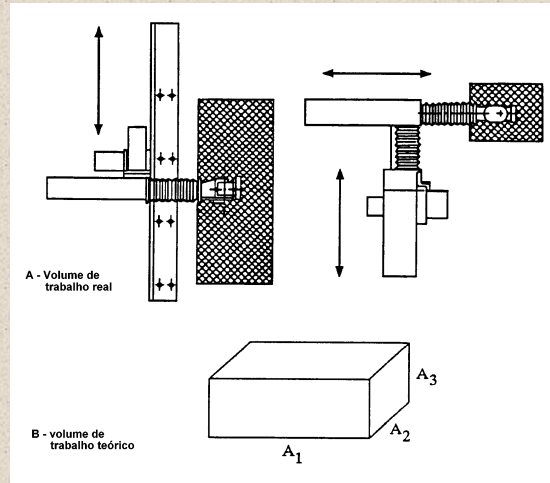
Considerações para comparação entre os volumes de trabalho dos diferentes tipos de robôs:

Para comparar:

- Todas as hastes dos robôs irão ter o mesmo comprimento L ;
- As extensões do movimento linear de todas as juntas prismáticas irão ser iguais a A ;
- Todas as juntas de revolução poderão girar 360° .

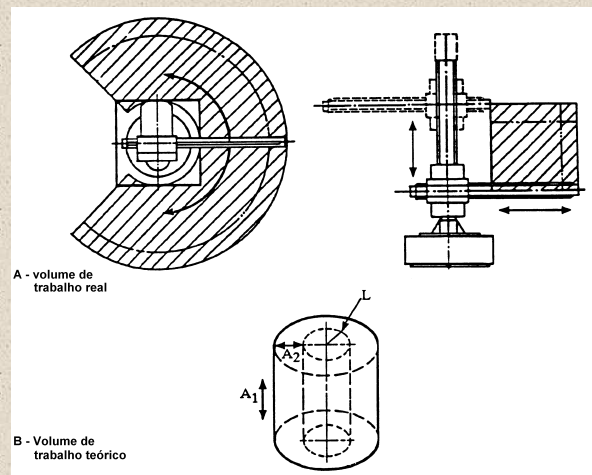
Volume de trabalho do Robô Cartesiano

$$V = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3$$



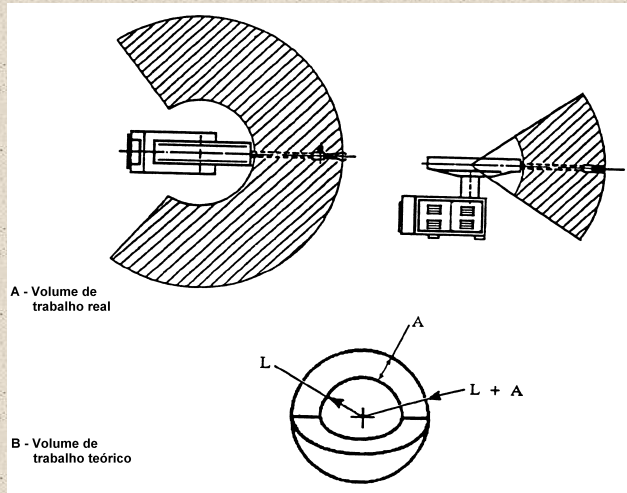
Volume de trabalho do Robô Cilíndrico

$$V = \pi \cdot A_1 \{(L + A_2)^2 - L^2\}$$



Volume de trabalho do Robô esférico

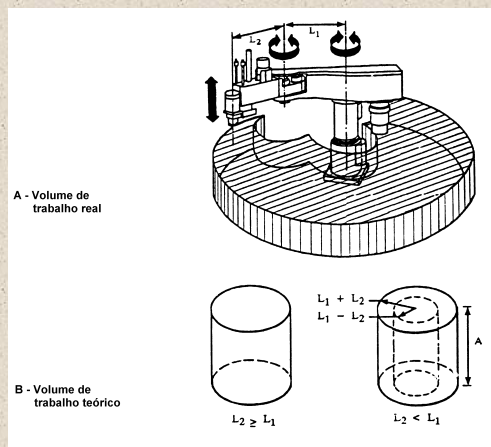
$$V = 4 \cdot \pi/3 \cdot \{(L + A)^3 - L^3\}$$



Volume de trabalho do Robô articulado horizontalmente (SCARA)

$$V = \pi \cdot A (L_1 + L_2)^2 \text{ para } L_1 \leq L_2$$

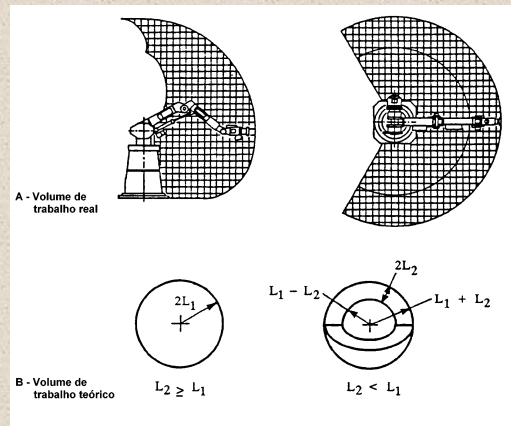
$$V = \pi \cdot A [(L_1 + L_2)^2 - (L_1 - L_2)^2] \text{ para } L_1 \geq L_2$$



Volume de trabalho do Robô articulado verticalmente

$$V = \frac{4\pi}{3} (L_1 + L_2)^3 \text{ para } L_1 \leq L_2$$

$$V = \frac{4\pi}{3} [(L_1 + L_2)^3 - (L_1 - L_2)^3] \text{ para } L_1 \geq L_2$$



Comparação ente os volumes de trabalho dos robôs

Cartesiano	$V = L^3$
Cilíndrico	$V = 3 \pi L^3$
Esférico	$V = [28/3] \pi L^3$
Horizontal	$V = 4 \times L^3$
Vertical	$V = [32/3] \pi L^3$

"quanto mais juntas de revolução tiver o robô, maior será seu volume de trabalho"

Volume de trabalho na teoria e na prática

Os volume de trabalho teóricos são na realidade maiores do que os volumes de trabalho reais dos robôs

FATORES:

- As juntas reais tem várias limitações mecânicas. Por exemplo, quase todas as juntas de revolução são incapazes de girar 360°
- A habilidade de mover a ferramenta a um ponto do envelope de trabalho nem sempre é suficiente para executar uma tarefa.

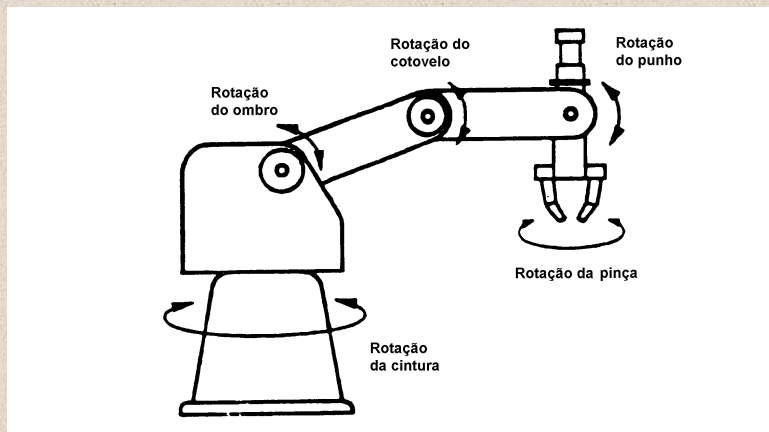
Estruturas Cinemáticas Abertas e Fechadas

Estruturas cinemáticas abertas são aquelas onde as hastes são conectadas uma às outras através de juntas, como que formando uma corrente - Mostradas até agora!!!

Estruturas cinemáticas fechadas são aquelas que caracterizam por ter hastes conectadas de forma fechada (*loop*).

As duas executam o mesmo tipo de tarefa porém a estrutura fechada apresenta maior rigidez e é muito mais fácil de controlar. Uma desvantagem da estrutura fechada é seu envelope de trabalho, que é, para um mesmo número de graus de liberdade, menor que uma estrutura aberta.

Estrutura Cinemática Aberta



Estrutura Cinemática fechada

