

CNC

Manipuladores Robóticos

Redes Industriais

SISTEMAS INTEGRADOS DE FABRICAÇÃO

PROF. GUILHERME FRÓES SILVA

Índice





CNC

Comando Numérico Computadorizado

Introdução

O controle numérico é uma forma de automação programável em que as ações mecânicas de uma máquina ferramenta (ou outro equipamento) são controladas por um programa contendo dados alfanuméricos codificados.

Estes dados representam posições relativas entre um cabeçote e uma peça de trabalho, bem como outras instruções necessárias à operação da máquina.

O cabeçote é um dispositivo com uma ferramenta de corte ou outro aparato de processamento e a peça é o objeto sendo processado.

Introdução

A capacidade de modificação do programa torna o CN adaptável para a pequena e média produção.

- Reprogramabilidade

O Controle Numérico pode ser aplicado a uma variedade de processos e dividem-se em duas categorias:

- Aplicações de usinagem: furação, fresamento, torneamento, etc.
- Aplicações que não usam máquina ferramenta: montagem, desenho e inspeção.

Em todas essas aplicações o controle do movimento do cabeçote em relação à peça é a característica comum.

Componentes básicos

Um sistema CN consiste de três componentes básicos:

1) um programa de instruções

- Conjunto de comandos passo a passo detalhados que dirigem todas as ações do equipamento

2) uma unidade de controle de máquina

- Sistema baseado em eletrônica de componentes discretos

3) um equipamento de processamento

- Executa o trabalho produtivo

Controle Numérico Computadorizado

No sistema computadorizado, a unidade de controle da máquina foi substituída por microcomputadores.

Dessa forma os sistemas apresentam alta velocidade de processamento, maior capacidade de armazenamento de dados, maior facilidade de comunicação, etc.

Características

Armazenamento de mais de um programa de usinagem

Várias maneiras de entradas de programas:

- Rede, cabos seriais, USB, etc.

Edição de programas diretamente na máquina ferramenta

Características para a preparação de posicionamento

- Facilitam o posicionamento da matéria prima no equipamento

Comprimento da ferramenta e compensação do seu tamanho

- Sensores instalados no equipamento auxiliam neste controle

Cálculos de aceleração e desaceleração

Diagnósticos

Aplicações

Aplicações de máquinas ferramentas:

- Torno de CN
- Furadeira de CN
- Fresadora de CN
- Retífica de CN
- Centros de usinagem

Características da aplicação de CN:

- Produção em lote
- Repetição de pedidos
- Muito material precisa ser removido da peça
- Muitas operações de usinagem separadas na peça

Aplicações

O CN para outros processos de metalurgia:

- Puncionadeiras
- Prensas
- Máquinas de solda
- Máquinas de corte térmico
- Máquinas para curvar tubos

Outras aplicações:

- Máquinas de enrolar fios
- Máquinas de inserção de componentes
- Plotters
- Máquinas de medição de coordenadas

Vantagens

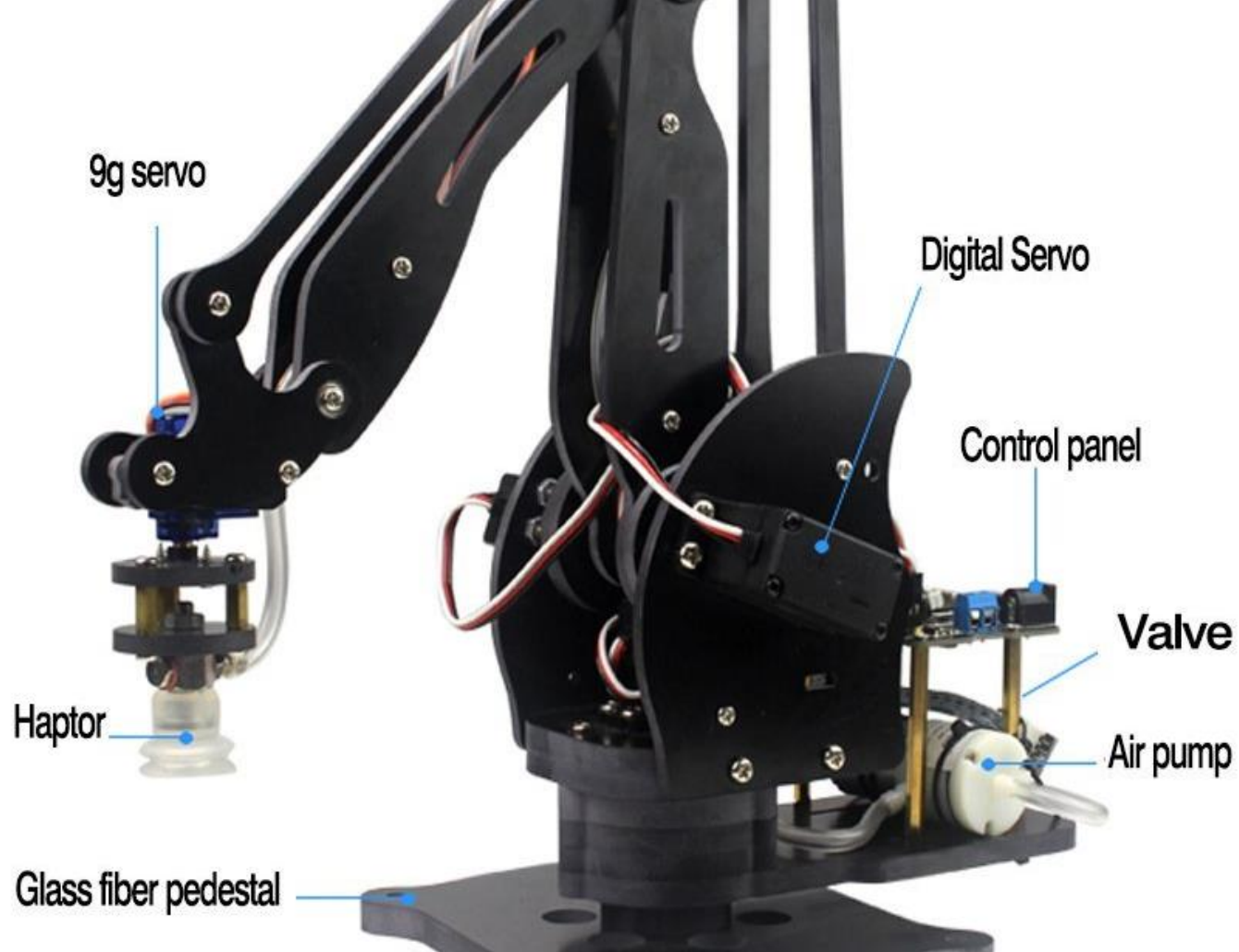
As principais vantagens atribuídas ao CN com ênfase em aplicações em usinagem são:

- Tempo não produtivo é reduzido
- Grande precisão e repetitividade
- Baixas taxas de refugo
- Os requisitos de inspeção são reduzidos
- São possíveis geometrias de peças mais complexas
- Mudanças de engenharia podem ser acomodadas mais graciosamente
- São necessárias fixações mais simples
- Tempos menores de execução da produção

Desvantagens

Há alguns compromissos que devem ser assumidos pela fábrica que instala este tipo de equipamento, e estes em sua maioria envolvem custos adicionais que podem ser vistos como desvantagens:

- Alto custo de investimento
- Maior esforço de manutenção
- Programação de usinagem



Manipuladores Robóticos

Robótica industrial

Introdução

Robô Industrial: máquina programável, de aplicação geral e que possui determinadas características antropomórficas.

Um exemplo clássico de robô industrial é o braço mecânico, utilizado em diversas atividades industriais.

Outra característica é que são capazes de reagir a estímulos sensoriais, comunicar-se com outras máquinas e tomar decisões.



Introdução

O desenvolvimento da robótica seguiu-se ao desenvolvimento do controle numérico.

- Ambas as técnicas envolvem um controle coordenado de múltiplos eixos (articulações) e usam computadores digitais dedicados como controladores.

Enquanto que as máquinas de CNC são projetadas para desempenhar processos específicos (usinagem, estampagem, corte térmico...) os robôs são desenvolvidos para uma gama maior de tarefas.

- Os robôs são muito utilizados para manipulação de materiais

Introdução

Aplicações típicas de robôs incluem solda ponto, transferência de materiais, carregamento de máquinas, pintura e montagem, etc.



Introdução

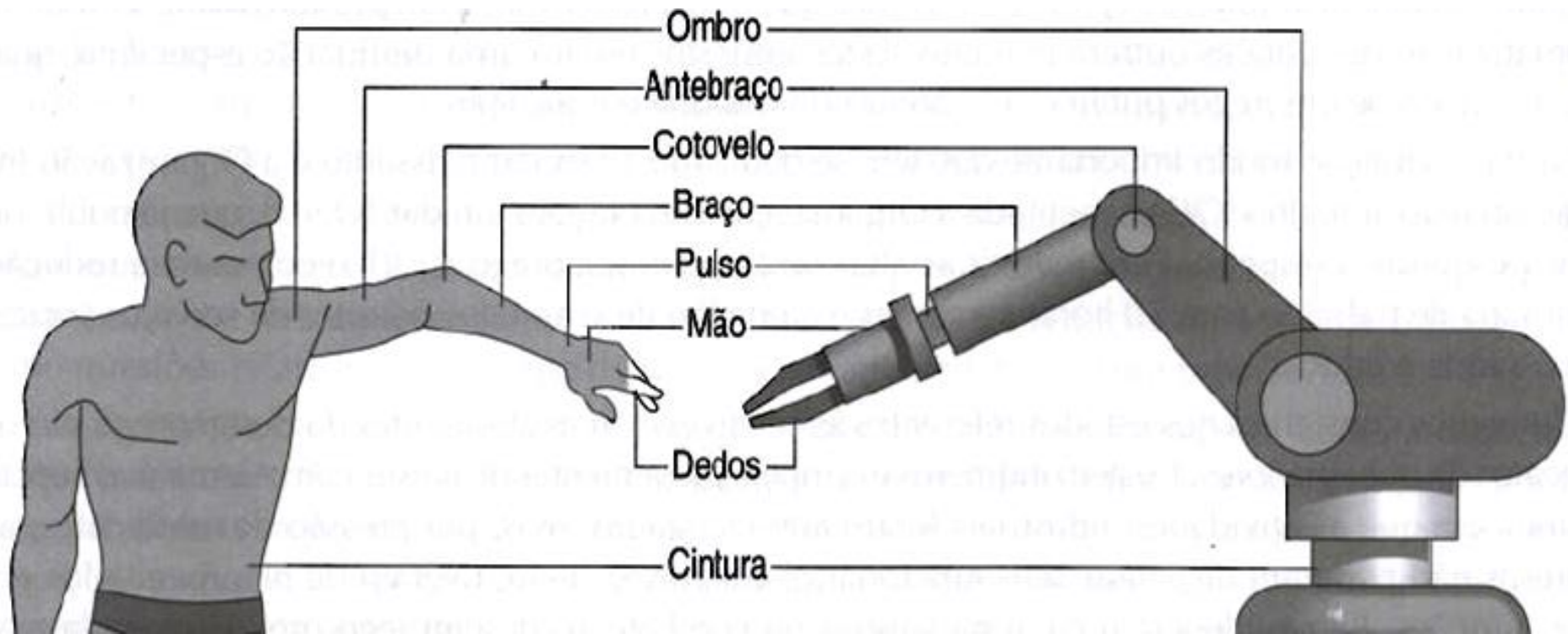
Qualidades que tornam os robôs importantes:

- Podem substituir pessoas em ambientes de trabalho perigosos e desconfortáveis
- Desempenham o ciclo de trabalho com consistência e repetitividade que não podem ser alcançadas por pessoas
- Podem ser reprogramados
- São controlados por computadores e podem ser conectados a outros sistemas de computadores para chegar à manufatura integrada por computadores

Anatomia e atributos relacionados

O manipulador de um robô consiste em uma série de articulações (juntas) e elos (vínculos).

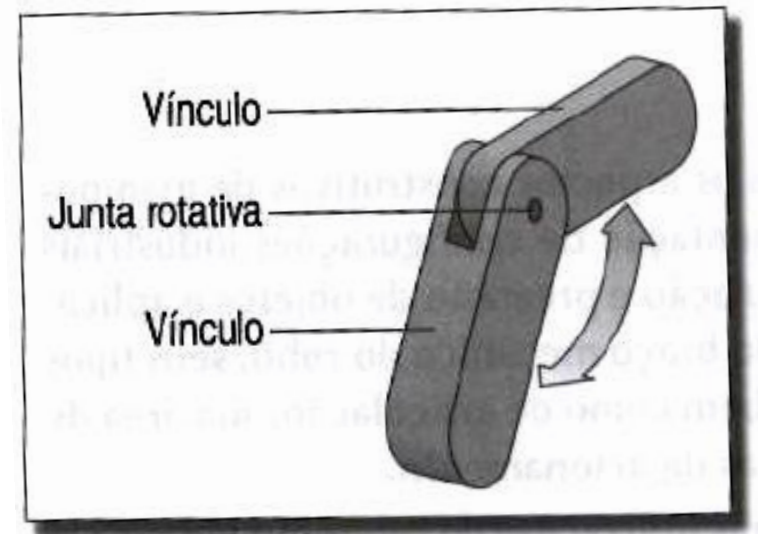
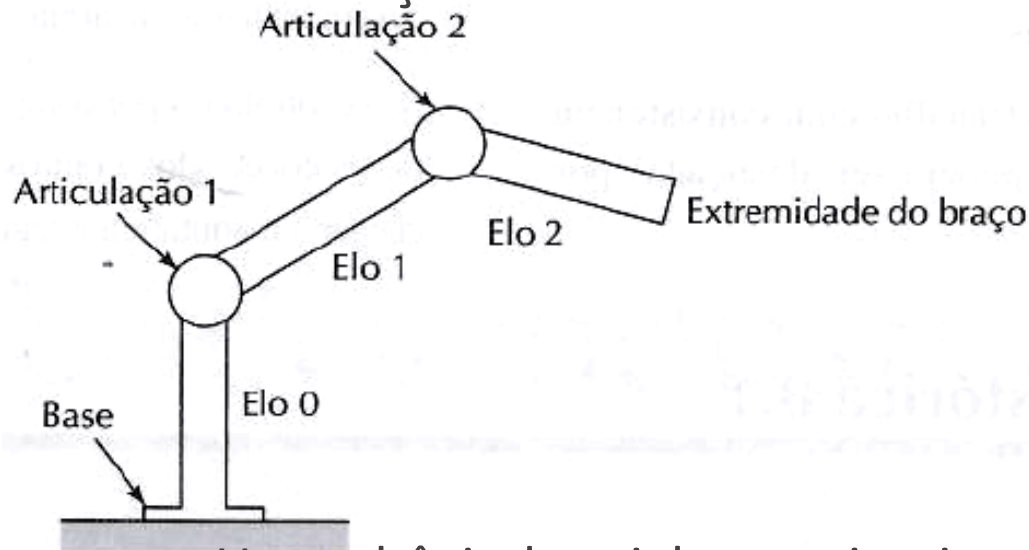
- As articulações são similares às articulações em um corpo humano
- Propicia movimento relativo entre duas peças



Anatomia e atributos relacionados

Cada articulação ou junta propicia ao robô o chamado grau de liberdade.

- Em quase todos os casos é permitido apenas 1 grau em cada articulação.

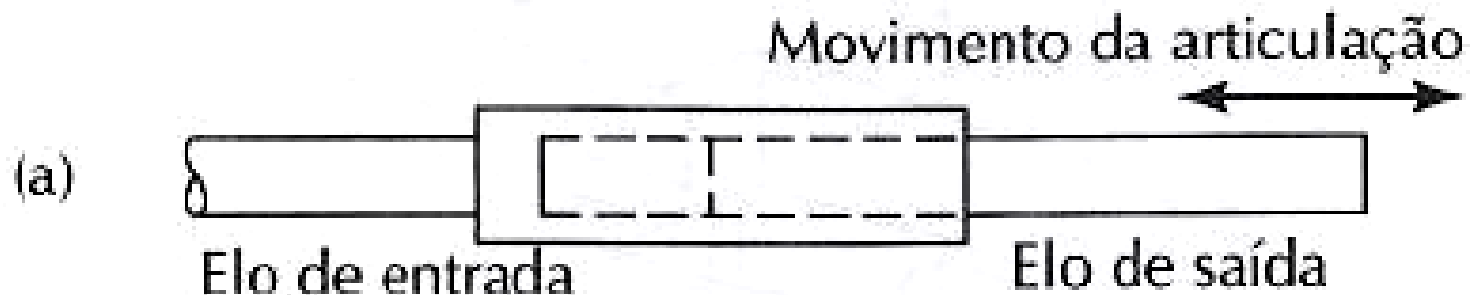


- Um robô industrial possui seis graus de liberdade, três para posicionamento da ferramenta terminal e três para orientação.

Articulações/juntas e elos/vínculos

Quase todos os robôs tem articulações que podem ser classificadas em dois tipos de movimento de translação e três rotativos.

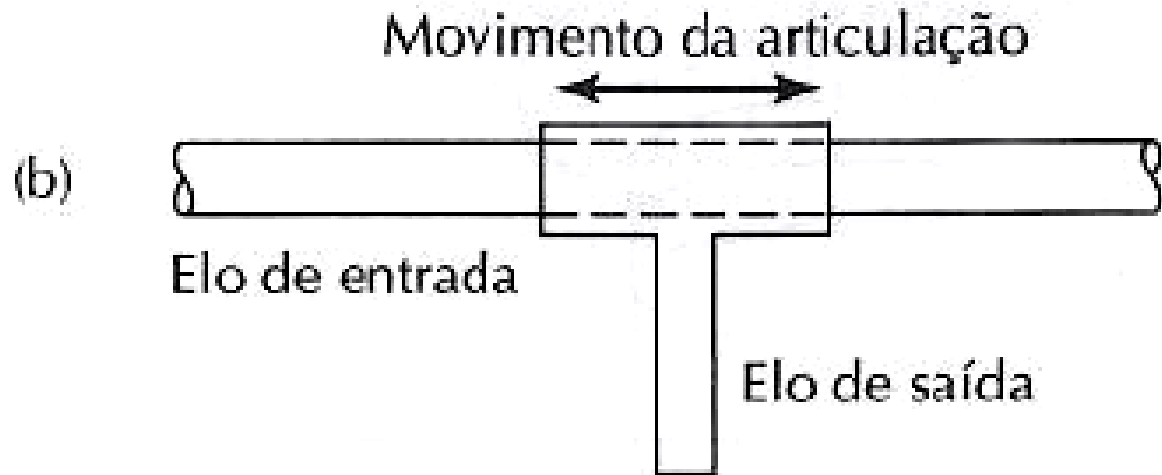
1. Articulação linear (tipo L): o movimento relativo entre o elo de entrada e o de saída é um movimento de deslizamento translacional, com os dois eixos paralelos.



Articulações/juntas e elos/vínculos

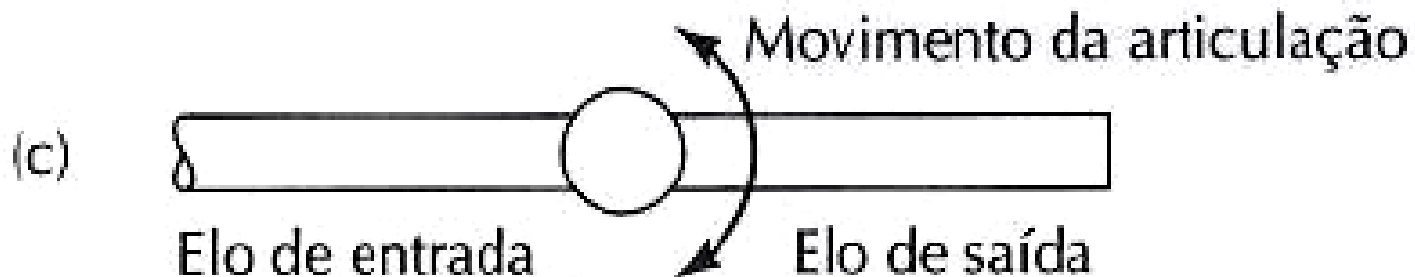
2. Articulação ortogonal (tipo O): é também um movimento de deslizamento translacional.

Os elos de entrada e saída são perpendiculares uns aos outros durante o movimento



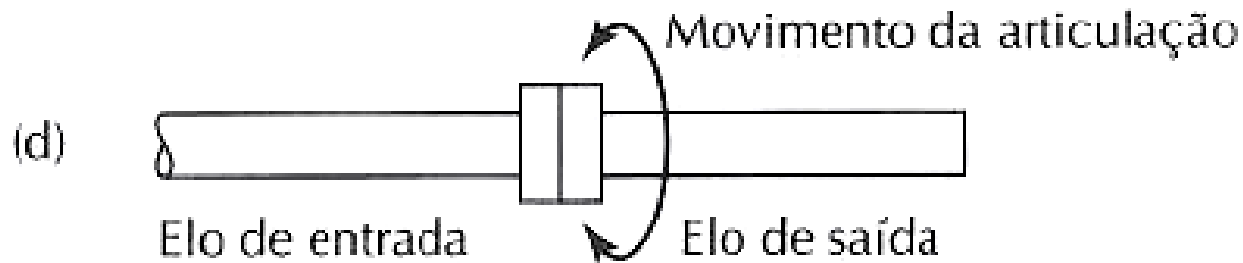
Articulações/juntas e elos/vínculos

3. Articulação rotacional (tipo R): proporciona movimento relativo rotacional, com o eixo de rotação perpendicular aos eixos dos elos de entrada e saída.



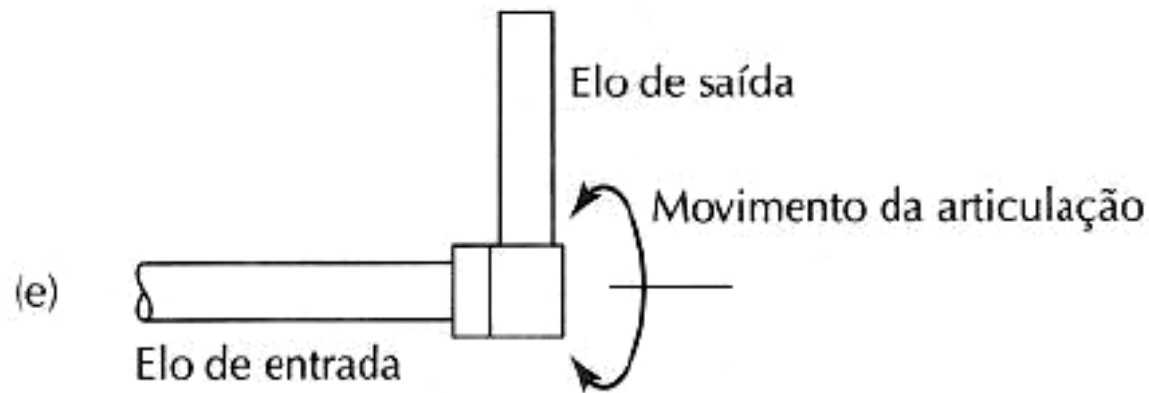
Articulações/juntas e elos/vínculos

4. Articulação de torção (tipo T): também envolve movimento rotativo, mas o eixo de rotação é paralelo aos eixos dos dois elos.



Articulações/juntas e elos/vínculos

5. Articulação rotativa (tipo V): o eixo do elo de entrada é paralelo ao eixo de rotação da articulação, e o eixo do elo de saída é perpendicular ao eixo de rotação.



Anatomia e atributos relacionados

Cada um desses tipos de articulações tem um raio de ação sobre o qual pode ser movido. O raio de ação para uma articulação translacional é normalmente de menos de 1 m, mas para um robô de pórtico, o raio pode ser de vários metros.



Os três tipos de articulação rotativa podem ter um raio de ação tão pequeno quanto uns poucos graus e tão grande quanto várias voltas completas.

Configurações comuns de robôs

Um robô manipulador pode ser dividido em duas partes:

- Um conjunto formado pelo corpo e pelo braço
- Um conjunto formado pelo punho

Na extremidade do punho é utilizado um dispositivo efetuator relacionado à tarefa que dever ser realizada.

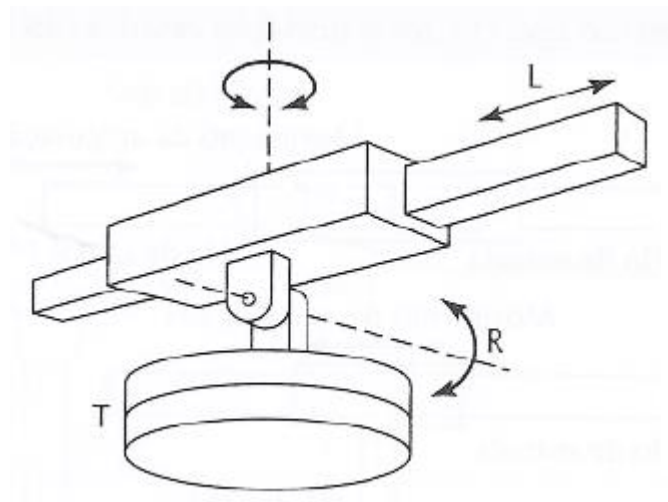
- Pode ser uma garra para segurar uma peça, uma ferramenta

Configuração de corpo e braço

Configuração polar:

Consiste em um braço deslizante (art. L) acionado em relação ao corpo.

Pode girar tanto em torno do eixo vertical (Artic. T) como ao redor de um eixo horizontal (artic. R).

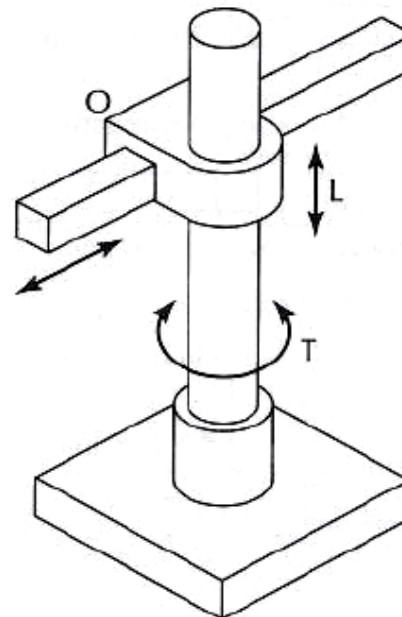


Configuração de corpo e braço

Configuração cilíndrica:

Consiste numa coluna vertical na qual um conjunto de braço é movido para cima ou para baixo.

O braço pode ser movido para dentro e para fora em relação ao eixo da coluna.



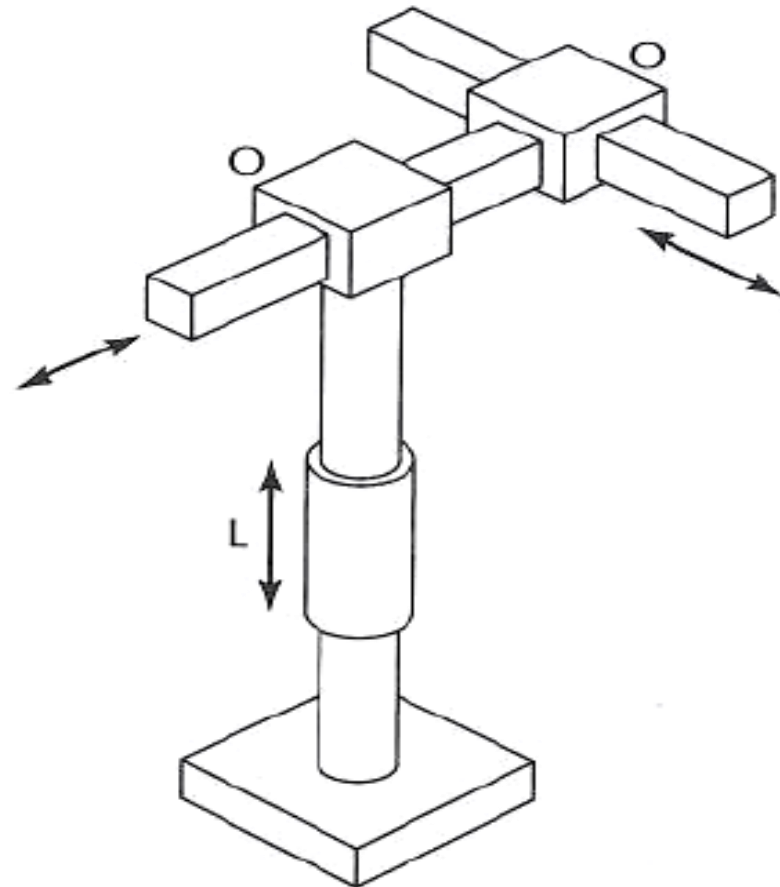
Configuração de corpo e braço

Robô de coordenadas cartesianas:

Outros nomes: robô retilíneo e robô x-y-z.

Composto por três articulações deslizantes.

- Duas são ortogonais



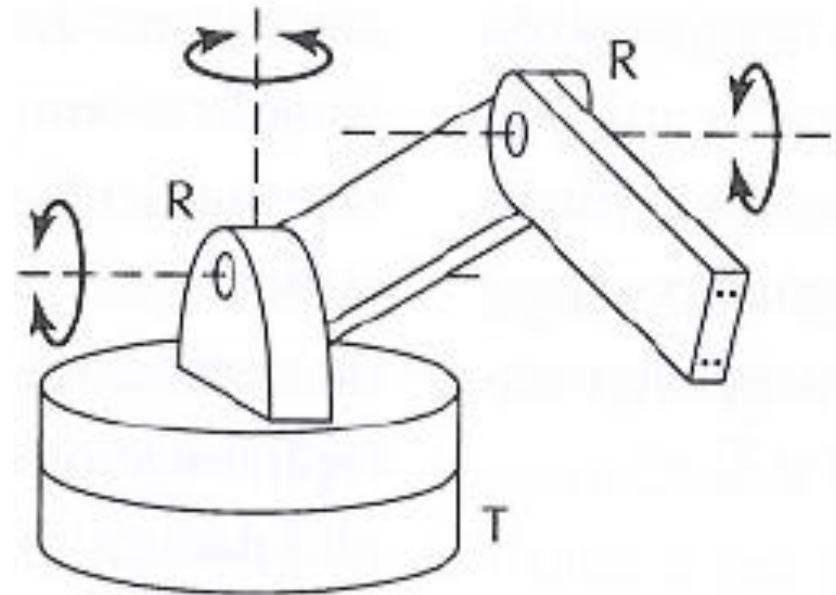
Configuração de corpo e braço

Robô articulado:

Tem a configuração geral de um braço humano.

Consiste de uma coluna vertical que gira em torno da base usando uma articulação T.

No topo da coluna há uma articulação de ombro (art. R) cujo elo de saída conecta-se a uma articulação de cotovelo (art. R).



Configuração de corpo e braço

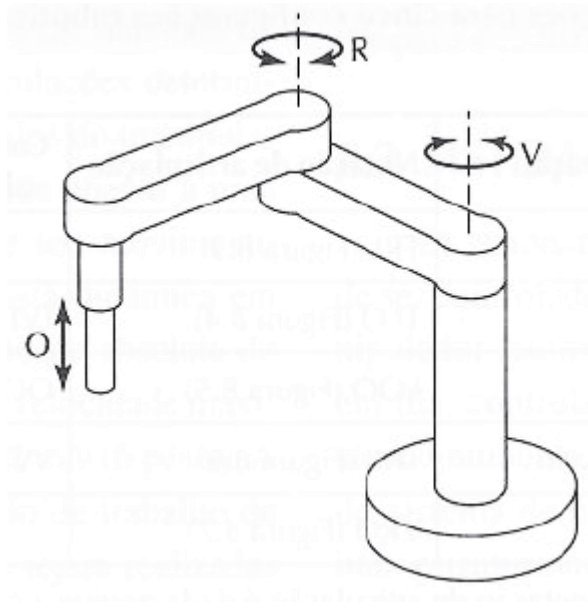
SCARA – Braço robótico para montagem com flexibilidade seletiva (Selective compliance assembly robot arm).

Similar ao robô articulado, exceto pelos eixos rotacionais do ombro e do cotovelo, que são verticais.

- Permite alta rigidez na direção vertical.

Permite tarefas de inserção em montagens na vertical onde um bom alinhamento pode ser necessário

SCARA



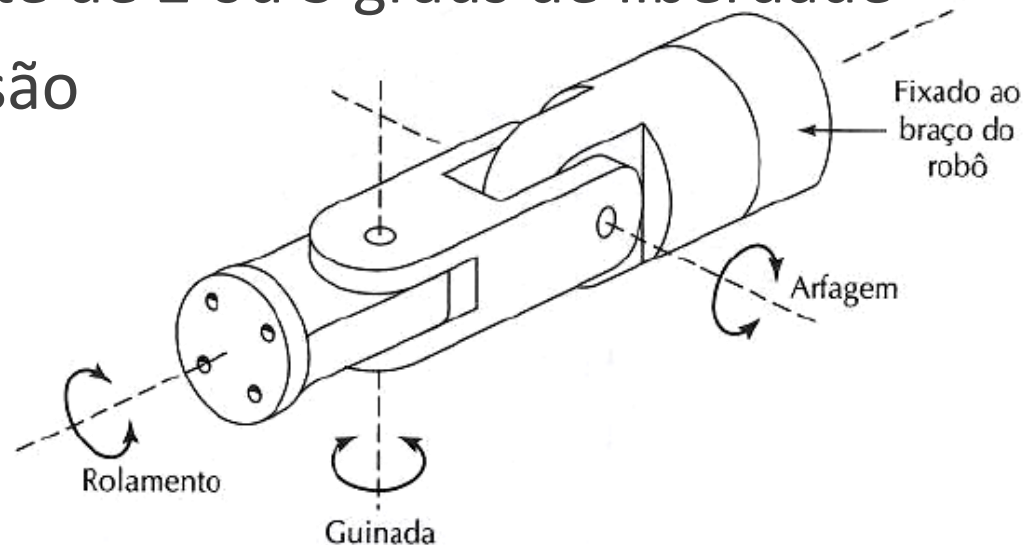
Configurações de punho

Utilizado para estabelecer a orientação do efetuador.

Consistem geralmente de 2 ou 3 graus de liberdade

As três articulações são

- Rolamento (*roll*)
- Arfagem (*pitch*)
- Guinada (*yaw*)



Para movimentação das articulações podem ser utilizados sistemas:

- Elétricos; Hidráulicos; Pneumáticos

Movimentação das articulações

Acionamento elétrico utiliza motores elétricos:

- De corrente contínua, de passo e de corrente alternada.

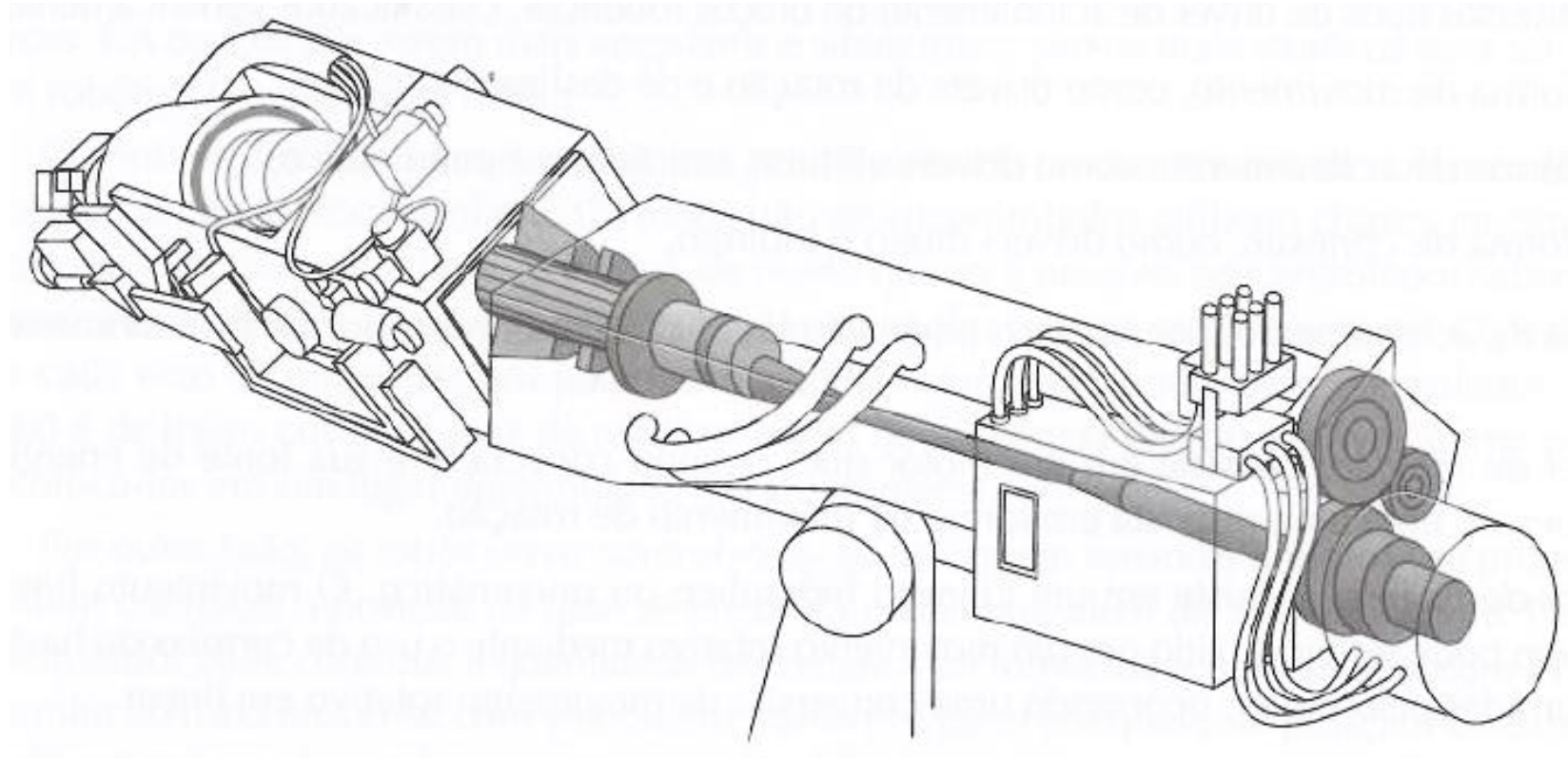
Vantagens:

- Eficiência calculada, com controle preciso;
- Estrutura simples de fácil manutenção;
- Fonte de energia acessível e custo relativamente baixo.

Desvantagens:

- Impossibilidade de manter momentos constantes nas mudanças de velocidade de rotação;
- Possibilidade de danos no caso de cargas pesadas o suficiente para parar o motor.
- A baixa razão entre o peso do motor e sua potência de saída exige um motor de grandes dimensões no braço

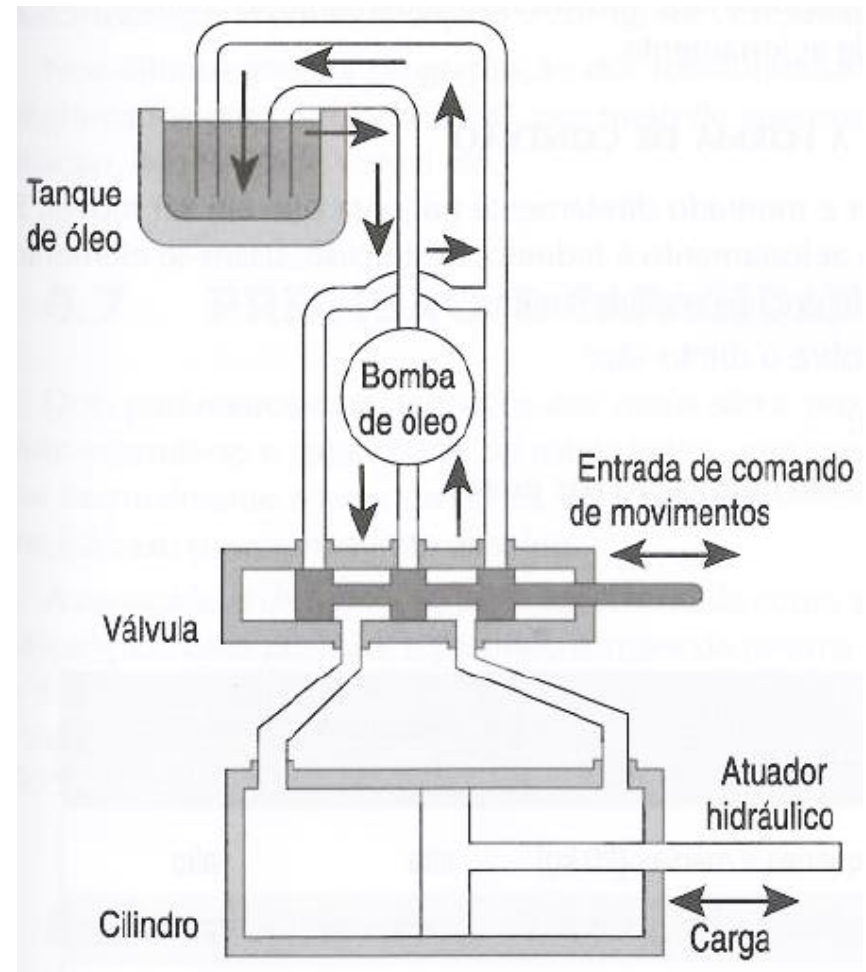
Acionamento Elétrico



Acionamento Hidráulico

Usa uma unidade hidráulica composta de bomba rotativa e mecanismos como pistões lineares e atuadores de pás rotativas para conseguir movimento.

O controle é feito por válvulas que regulam a pressão do óleo nas duas partes do cilindro.



Movimentação das articulações

Vantagens:

- Momento de torque alto sob grande faixa de variação de velocidade
- Precisão na operação, menor que a do acionamento elétrico e maior que a do pneumático (incompressibilidade do óleo)
- Possibilidade de manter um alto momento de torque por um longo período de tempo, quando parado

Desvantagens:

- Fonte de energia cara
- Manutenção cara e intensa
- Válvulas de precisão caras
- Possibilidade de ocorrência de vazamento de óleo

Movimentação das articulações

A movimentação pneumática é tipicamente limitada a robôs menores, utilizado em aplicações de transferências de materiais simples.

Vantagens:

- Operações em velocidade extremamente altas;
- Custo relativamente pequeno;
- Fácil manutenção;

Desvantagens:

- Ausência de alta precisão;
- Possibilidade de ocorrência de vibrações quando o motor ou cilindro pneumático é parado.

Movimentação das articulações

A propulsão elétrica e hidráulica são utilizadas em robôs industriais mais sofisticados.

- A elétrica é a preferida pois é prontamente adaptável ao controle por computadores e apresenta precisão relativamente melhor aos sistemas hidráulicos.
- A movimentação hidráulica inclui como vantagem maiores forças e velocidades que os elétricos.

Acionamento	Precisão de posicionamento	Capacidade de transferência de carga	Velocidade	Custo
Elétrico	alta	pequenas e médias (20 kg)	alta	alto
Hidráulico	média-alta	pesadas (1.000 kg ou mais)	média-alta	médio-alto
Pneumático	baixa	pequenas e médias (10 kg)	alta	baixo

Efetuadores finais ou ferramentas terminais (end effectors)

São fixados aos punhos dos robôs.

Capacita o robô a executar uma tarefa específica

Dividem-se em garras e ferramentas:

- Garras: utilizadas para agarrar e manipular objetos durante o ciclo de trabalho.
- Ferramentas: o robô utiliza para realizar operações de processamento sobre a peça e as manipula em relação a um objeto estacionário ou em movimento lento.

O atuador é o elemento fundamental na execução de uma tarefa

- Deve ser adequadamente projetado e adaptado às condições de trabalho

Garras

A maioria das garras pode ser personalizada devido a grande variedade de formatos, tamanhos e pesos das peças.

Garras mecânicas: dois ou mais dedos que pode ser acionados pelo controlador do robô para o movimento de abrir e fechar.

A garra é comparável à mão humana, porém não é capaz de simular seus movimentos

Tipos de garras

Garras a vácuo: copos de sucção são usados para segurar objetos planos.

Dispositivos magnetizados: para segurar peças ferrosas.

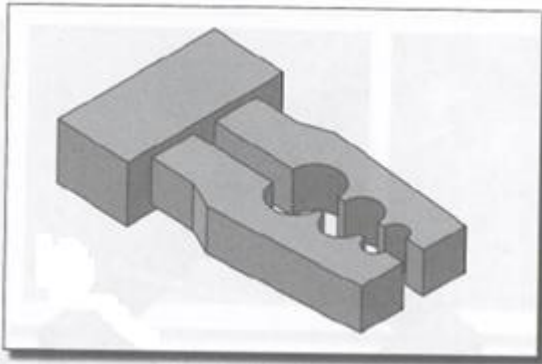
Dispositivos adesivos: usam uma substância adesiva para segurar um material flexível, tipo tecido.

Dispositivos mecânicos simples: ganchos e pás.

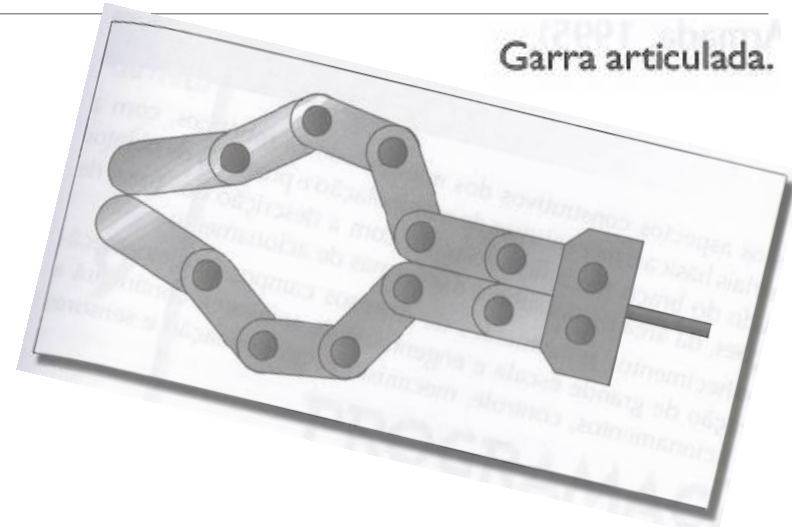
Dedos intercambiáveis: podem ser usados em um mecanismo de garra.

- Para acomodar diferentes peças, diferentes dedos são fixados às garras

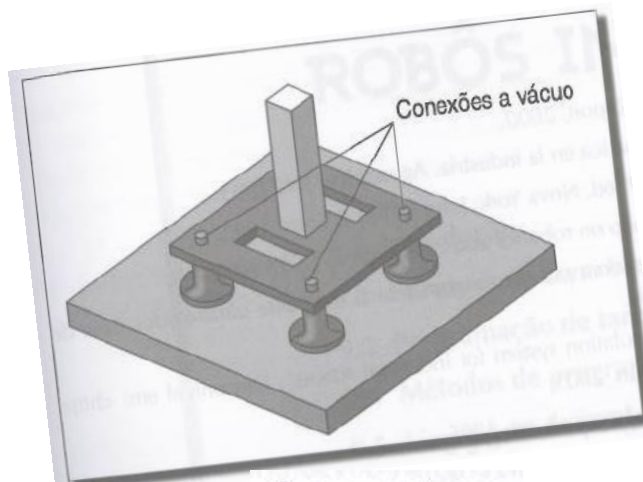
Exemplos de garras



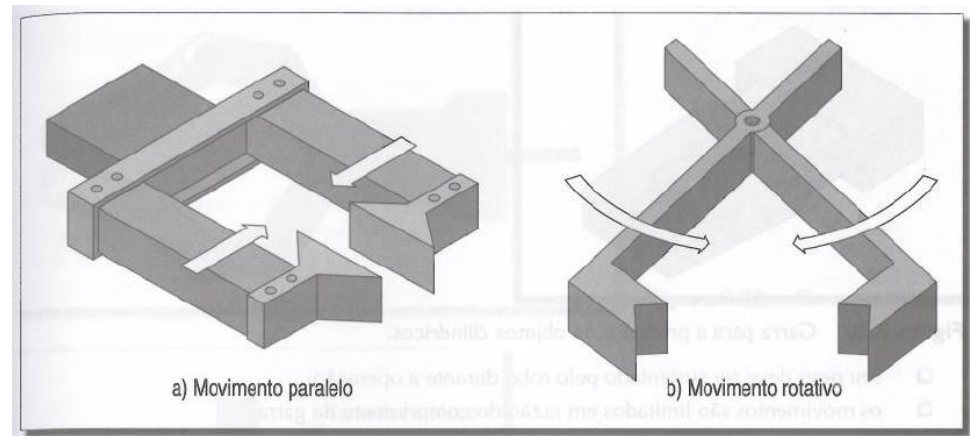
Garra para a preensão de objetos cilíndricos.



Garra articulada.



Garra a vácuo.



a) Movimento paralelo

b) Movimento rotativo

Formas de movimentação de garras.

Ferramentas

Pistolas de soldagem por pontos

Solda a arco

Pistola de pintura pulverizada

Brocas, fresamento, rebarbação e operações similares

Ferramentas de montagem: chaves de fenda, allen, etc.

Em cada caso o robô tem a finalidade de controlar a ferramenta bem como sua posição.

- Pode também usar múltiplas ferramentas durante o ciclo de trabalho

Sensores externos utilizados em robótica

São utilizados para coordenar a operação do robô com outro equipamento na célula.

Geralmente são dispositivos relativamente simples tais como interruptores de fim de curso.

Outras situações

- Sensores táteis: indicam se foi feito o contato com o objeto
- Sensores de força: indicam a magnitude da força aplicada o objeto
- Sensores de proximidade
- Sensores ópticos: detectar presença ou ausência de objetos

Aplicações de robôs industriais

Características gerais de situação de trabalho que tendem a promover o uso de robôs:

Trabalho perigoso para pessoas;

Ciclo de trabalho repetitivo;

Difícil manuseio para pessoas;

Operação de múltiplos turnos;

Posição e orientação estabelecidas na célula de trabalho.

Aplicações de robôs industriais

As principais aplicações industriais se encontra na manufatura.

Se classificam em:

- Manuseio de materiais;
- Operações de processamento;
- Montagem e inspeção.

Aplicações de manuseio de materiais

Transferência de materiais: pegar peças em um local e colocá-las em outro.

- Utiliza-se robôs de baixa tecnologia que usam pneumática.

Paletização: um robô busca caixas de papelão e deposita sobre um palete

Despaletização



Aplicações de manuseio de materiais

Carga e/ou descarga de uma máquina: o robô transfere peças para dentro e/ou fora da peça.

Aplicações:

- Fundição: o robô descarrega peças de uma máquina de fundição. Muitas vezes fazem também imersão em água.
- Injeção de plástico: descarrega máquina injetora.
- Operações de usinagem de metais: carga de metal bruto na máquina-ferramenta e descarga das peças concluídas.
- Forjamento: carga do lingote quente bruto no molde, segura-os durante os golpes do forjamento e descarrega as peças concluídas
- Laminação de chapas e tratamentos térmicos também podem ser realizados por robôs



Operações de processamento

Neste tipo de operação o robô é equipado com algum tipo de ferramenta como efetuator.

Para realizar o processo o robô tem de manipular a ferramenta em relação a peça durante o ciclo de trabalho.

Aplicações:

- Soldagem a ponto e a arco
- Pinturas
- Processos de usinagem (furação, fresamento, retífica, corte por água e a laser)

Operações de montagem e inspeção

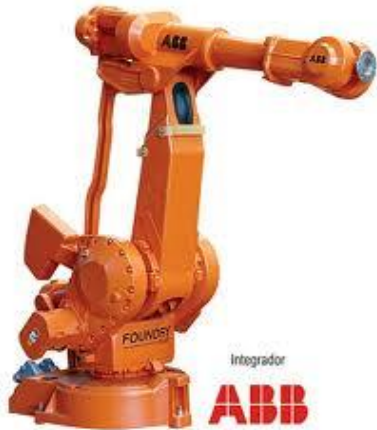
Montagem e inspeção são atividades de trabalho intensivo, altamente repetitivas e normalmente tediosas.

- Ideal para aplicações robóticas.

Muitas vezes são tarefas difíceis e muitas vezes o sentido do tato é necessário.

A inspeção exige muitas vezes o julgamento humano.

Principais fabricantes de robôs industriais



~33% do mercado



~18% do mercado



~13% do mercado

Principais aplicações no mercado brasileiro:

- 33% solda por pontos
- 25% manipulação de materiais/paletização
- 18% solda a arco
- 10% pintura
- 14% corte, acabamento e montagens

PROFI[®]
INDUSTRIAL ETHERNET
NET

EtherNet/IP[™]



Redes Industriais

Utilizadas em automação

Redes industriais

Surgiram da necessidade de integrar computadores e CLP's, que se proliferaram operando independentemente.

A interligação desses equipamentos em rede permitiu o compartilhamento de recursos e bases de dados

- Isto evitou a réplica de informações e maior segurança aos usuários da informação.

Redes industriais

Os sistemas de automação e controle tem se apoiado cada vez mais em redes de comunicação, pela crescente complexidade dos processos industriais.

- Distribuição geográfica e busca de melhores condições de competitividade.

Atualmente, sistemas distribuídos e interconectados são utilizados em muitas aplicações, tais como:

- Controle de processos
- Automação da manufatura e escritórios
- Gerenciamento bancário
- Etc.

Redes industriais

Vários fatores motivaram a utilização das redes de comunicação para os sistemas completos integrados:

- Especialização funcional dos sistemas locais computadorizados
- Possibilidade de obter dados confiáveis para a tomada de decisões
- Redução dos custos operacionais e de investimento. Graças ao compartilhamento de recursos
- Maior competitividade no mercado

Redes industriais

- Acesso à infra-estrutura administrativa e operacional, normalmente restrito a certas áreas da empresa (por ex. banco de dados, e-mail)
- Distribuição geográfica crescente
 - Resultante da redução de custos dos sistemas pela tecnologia do processamento distribuído
- Integração operacional, que cada vez mais se torna um fator de importância econômica (CIM – computer integrated manufacturing e CIB – computer integrated business)

Redes industriais

- Necessidade de implantação gradativa de sistemas com novas tecnologia, na medida das exigências e da expansão, de acordo com a evolução das aplicações, com vista a promover sua viabilização técnica e econômica no processo de implantação e operacionalidade.

A disseminação das redes de comunicação industriais vem exigindo estruturas que garantam não só a segurança na transmissão de dados como também maior velocidade de transmissão.



Aplicações

Os sistemas de transmissão podem se caracterizar pela existência ou não de um meio físico de transmissão.

No primeiro caso, podemos citar os cabos elétricos e as fibras ópticas; no segundo, as ondas de rádio, ondas de luz, etc.

Atualmente, os meios de comunicação de fibra óptica são utilizados em redes de comunicação de longas distâncias, em substituição a sistemas mais antigos, à base de cabos coaxiais.

- Isto oferece altas taxas de transmissão com a garantia de troca de grande volume de informação.



Aplicações

As fibras não sofrem interferência eletromagnética, de ruídos, ou de materiais químicos corrosivos.

- Por esta razão podem ser utilizadas nos mais diferentes ambientes fabris, inclusive nos agressivos.

Pelo fato de serem finas é favorável em instalações com milhares de cabos e dutos.

- Porém são unidirecionais e suas interfaces são muito mais caras as interfaces elétricas comuns.

Redes Comuns

FieldBus

ModBus

ProfiBus / ProfiNet

DeviceNet

ControlNet

Ethernet IP

Redes de comunicação Fieldbus

A utilização desta tecnologia permite reduzir o sistema de controle em termos de hardware pela substituição de I/O's por uma interface de comunicação em rede.

Para a comunicação utiliza-se normalmente o padrão de comunicação EIA RS 485

- requer apenas dois fios para transmissão e a recepção dos dados - característica elétrica da interface de comunicação digital bidirecional entre circuitos.
- Tem-se altas taxas de transmissão (até 10Mbps) a longas distâncias (1200m) com alta imunidade ao ruído e conexões multiponto.



Redes de comunicação Fieldbus

Constituem-se em um sistema de transmissão de dados que simplifica sobremaneira a instalação e operação de máquinas e equipamentos industriais.

- Como consequência simplificam-se as instalações, o que aumenta a velocidade e a capacidade de detecção de falhas.
- O Fieldbus geralmente utiliza como meio físico um par de condutores trançados ou fibra óptica.

Redes de comunicação Fieldbus

Valendo-se de computadores e CLP's e de uma tecnologia de multiponto, um mestre comanda os participantes por meio de sinais seriais (Ex.: RS 485).

- Isto possibilita a comunicação entre uma variedade de equipamentos, como terminais de válvulas pneumáticas ou hidráulicas, CLP's, leitores de códigos de barras, programadores, robôs, etc.

Redes de comunicação Fieldbus

As redes Fieldbus são recomendadas para a utilização em substituição aos sistemas convencionais nos sistemas com elevado grau de complexidade e velocidade de processamento e/ou transmissão de informações a grandes distâncias.

O Fieldbus é, enfim, um barramento serial, digital, bidirecional, associados a protocolos de controle.

Redes de comunicação Fieldbus

Em relação aos sistemas tradicionais:

- Exigem sistemas com menos entradas e saídas digitais e analógicas
- Reduz enormes extensões de fiações elétricas (o que implica em elevados custos de instalação e manutenção),
- Permite o transporte coletivo através de um barramento compartilhado.

A tecnologia Fieldbus

Os elementos inteligentes introduzidos no ambiente industrial que possuem tecnologia Fieldbus são compostos por duas partes:

- Parte física: composta por vários tipos de atuadores;
- Parte Eletrônica: composta por módulos que recebem informações e enviam sinais de comando aos elementos de campo. É subdividido em módulo de entrada digital (que monitora os sinais oriundos do campo); módulo de saída digital (utilizado para comandar elementos espalhados no campo) e protocolo ou interface de comunicação do terminal (responsável pela comunicação entre os dispositivos).

Vantagens na utilização do Fieldbus

Devido ao fato do sinal de transmissão ser endereçado, os terminais podem ser montados em série usando-se um único CLP, economizando assim espaço, custo de material e manutenção.

Vantagens e Benefícios do Fieldbus

Custos de engenharia reduzido com alteração de procedimentos;

Como resultado, reduzem-se os custos de projeto e instalação

Eliminam-se as interfaces I/Os

Substitui-se a conexão física entre equipamentos ponto a ponto pela multiponto, em que um par trançado conecta todos os integrantes da rede.

Vantagens e Benefícios do Fieldbus

Maior facilidade de utilização de dispositivos inteligentes no campo, capazes de fornecer maior quantidade de informação, com aumento da robustez do sistema, além de dados digitais mais confiáveis e menos sensíveis a ruídos que os analógicos.

Menor quantidade de produtos de instalação, painéis de comando menores, menos equipamentos na sala de controle, redução de cabos, bandejas e borneiras, otimização de espaços, etc.



Vantagens e Benefícios do Fieldbus

Redução de tempo de comissionamento e colocação inicial em funcionamento da instalação.

Indicação de falhas em tempo real e diagnóstico preventivo dos equipamentos de campo, o que facilita a manutenção e reduz o tempo de inatividade da planta.

Maior facilidade de expansão futura com menor custo, com aproveitamento de toda a instalação original e introdução de novos componentes a partir de novo endereçamento, mediante o uso de software.



Ethernet IP

Protocolo de comunicação aberto, projetado para uso em controle de processos e outras aplicações e automação industrial.

Considera todos os dispositivos na rede como “objetos”.

Faz acesso direto aos objetos da rede ControlNet e DeviceNet.

Ethernet IP

Utiliza a intra-estrutura de rede Ethernet.

Padrão TCP/IP.

Como faz uso da camada física Ethernet, torna fácil o compartilhamento de dados entre **dispositivos**, **servidores** e **controladores de rede**.

Velocidades até 2Gbps.

Próxima Aula

CONCEITOS, MODELOS E MÉTRICAS DE PRODUÇÃO
DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS