

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## ROBÔS INDUSTRIAIS

- Definição
- Tipos de Robôs
- Exemplos
- Garras
- Aplicações
- Conceitos Importantes



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Definição

“Um robô industrial é uma máquina manipuladora, com vários graus de liberdade, controlada automaticamente, reprogramável, multifuncional, que pode ter a base fixa ou móvel, para utilização em aplicações de automação industrial”

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## ANATOMIA

**Base:** Fixa no chão de fábrica ou em um suporte;

**Elos:** Formam uma cadeia cinemática;

**Juntas:** Movimento dos elos;

**Efetuator final:** Formado pelo punho e uma garra ou ferramenta;

**Atuadores:** Motores elétricos, hidráulicos ou pneumáticos;

**Sensores:** Encoders, Tacômetros, Lasers, Câmeras etc.



ROBO PUMA (MOTOMAN)

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## GRAUS DE LIBERDADE

**Graus de Liberdade:** número de movimentos individuais das articulações. Identifica a versatilidade do robô.

**6 graus de liberdade:**  
configuração mais complexa:  
3 graus para posicionar o efetuador final, e 3 para orientá-lo.



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

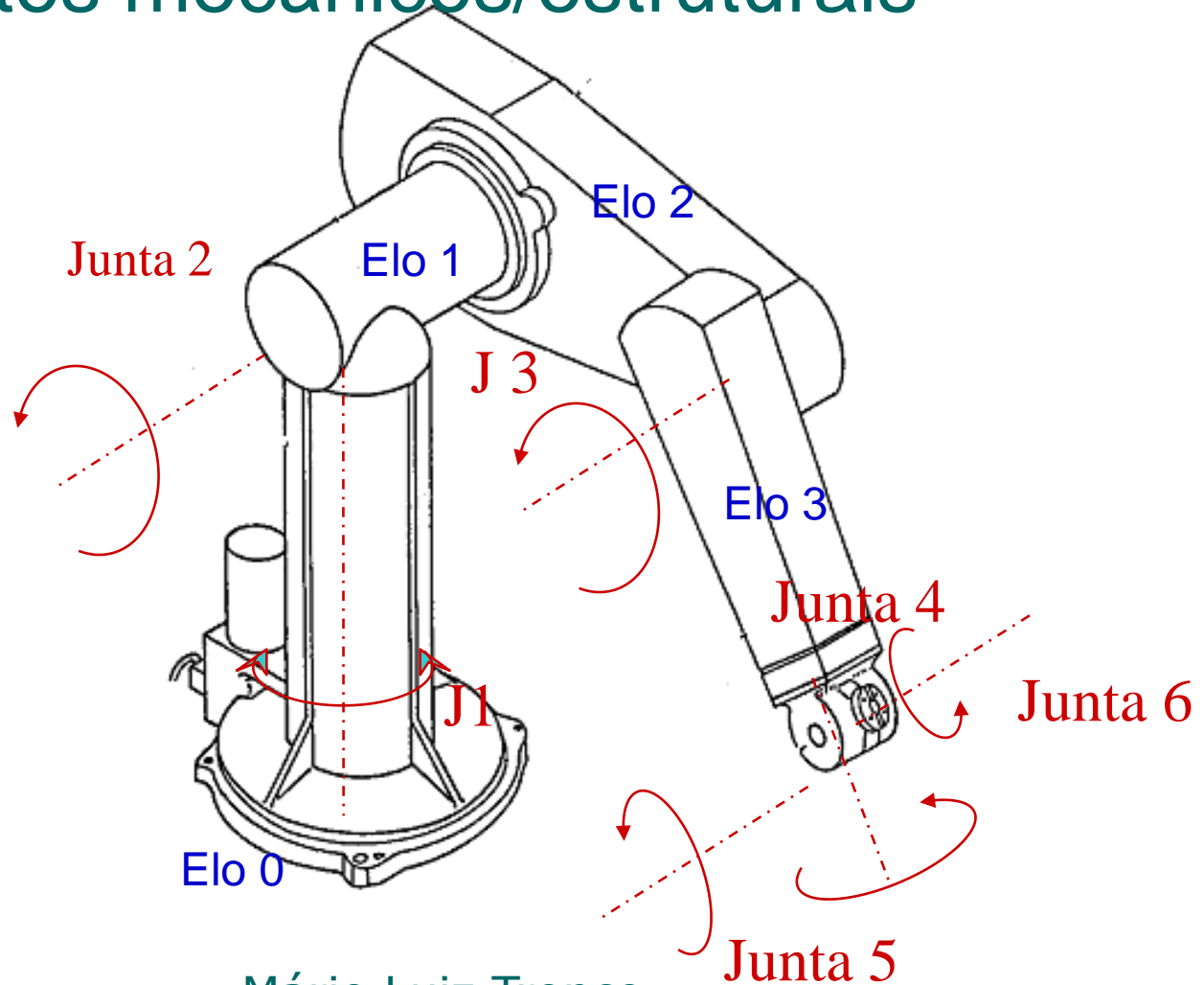
---

## Aspectos mecânicos/estruturais

- Um manipulador é uma combinação de elementos estruturais rígidos (corpos ou elos), conectados entre si através de articulações (juntas);
- Uma cadeia cinética composta por:
  - Elos (*Links*):
    - Os corpos da cadeia;
  - Juntas:
    - Articulações entre os corpos.
    - Conectam os elos e permitem a realização de movimentos de um elo em relação ao elo anterior.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Aspectos mecânicos/estruturais



Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Juntas: compõem o par cinemático formado por dois elos adjacentes.

Dois tipos básicos:

- junta de rotação;
- junta prismática (de translação)

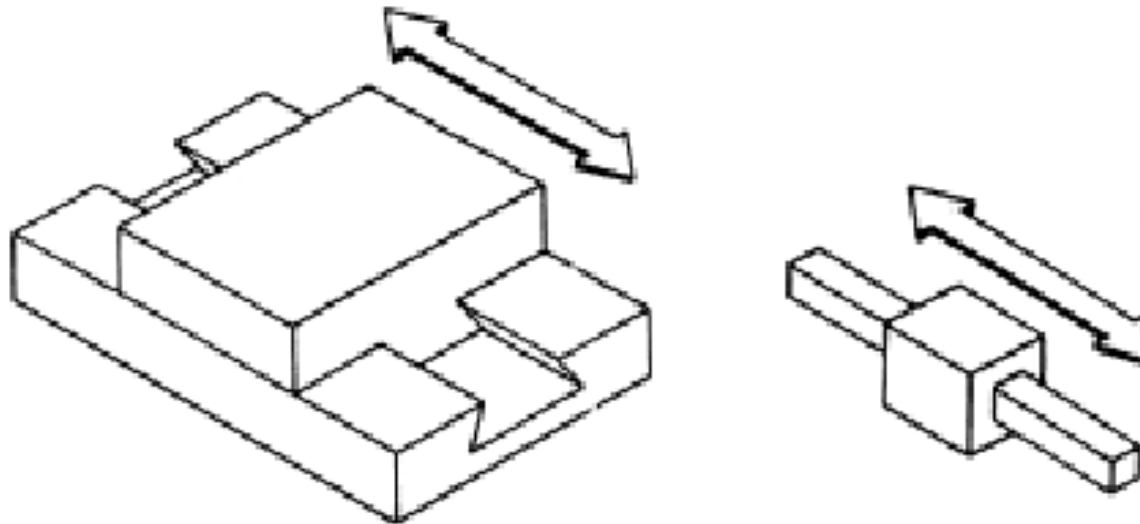
O número de juntas equivale ao número de graus de liberdade do manipulador

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Juntas Prismáticas (lineares) "P"

o movimento de dois elos (hastes) adjacentes é linear



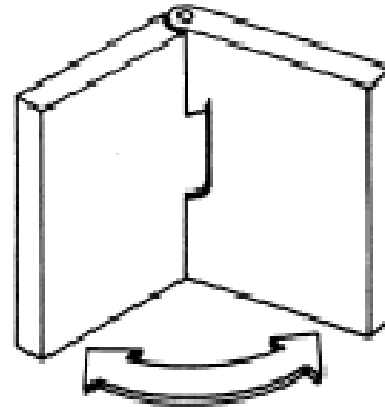
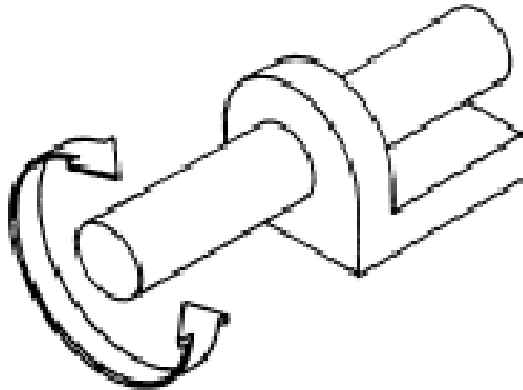


# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Juntas de Rotação (revolução) "R"

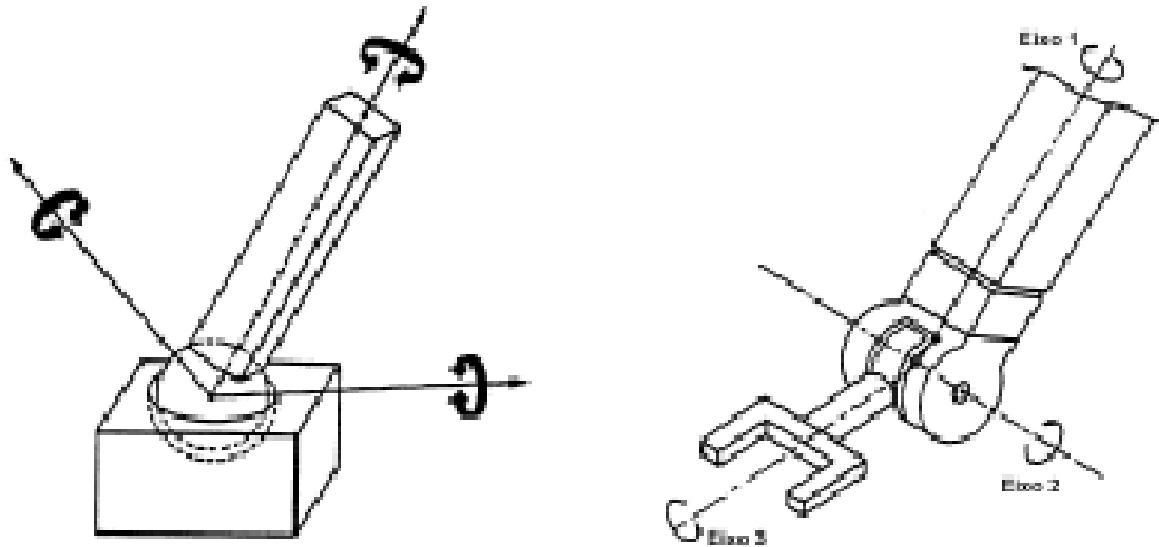
o movimento de dois elos (hastes) adjacentes é de rotação



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Junta Esférica (rótula): permite a rotação em torno de três eixos simultaneamente



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

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

- As três primeiras, próximas da base, são denominadas **juntas principais**, pois permitem **posicionar** o elemento terminal (efetuador) em qualquer posição no espaço, dentro do volume de trabalho do robô;
- As três finais, próximas do elemento terminal (efetuador) são denominadas **juntas do punho**, e permitem **orientar** efetuador.

Na classificação de robôs, somente as três juntas principais são consideradas



elas determinam o volume de trabalho e as características mecânicas do manipulador

Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Diversas combinações de elementos (juntas e elos) podem ser realizadas para se obter uma determinada configuração.

Principais configurações relativas à estrutura mecânica:

- Robô de Coordenadas Cartesianas/Pórtico;
- Robô de Coordenadas Cilíndricas;
- Robô de Coordenadas Esféricas;
- Robô Scara;
- Robô Articulado ou Antropomórfico;
- Robô Paralelo.

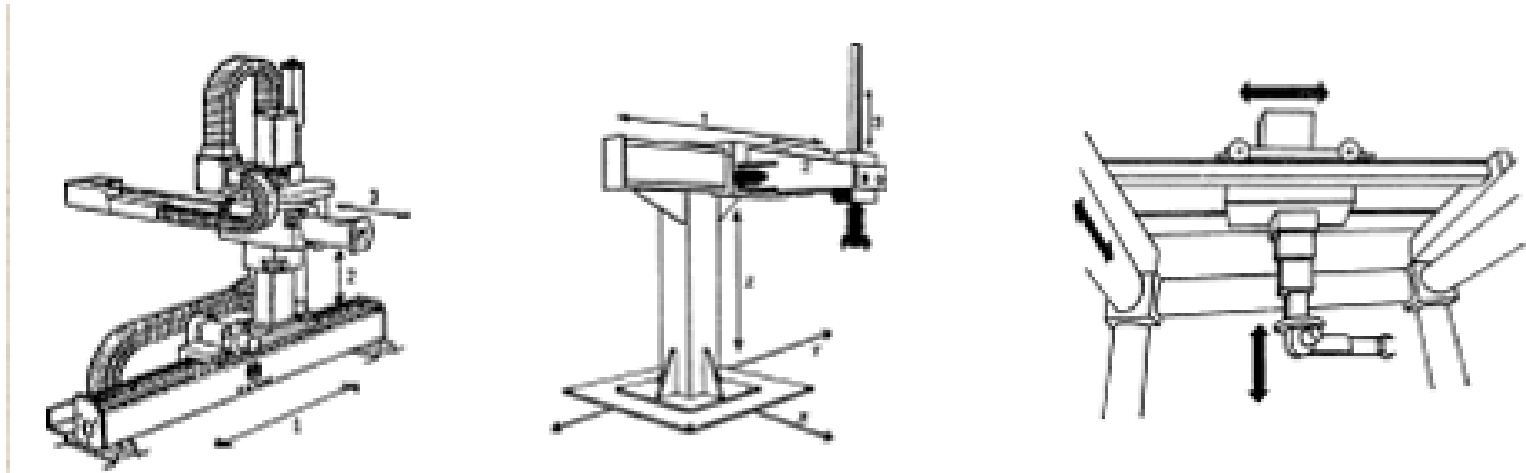
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

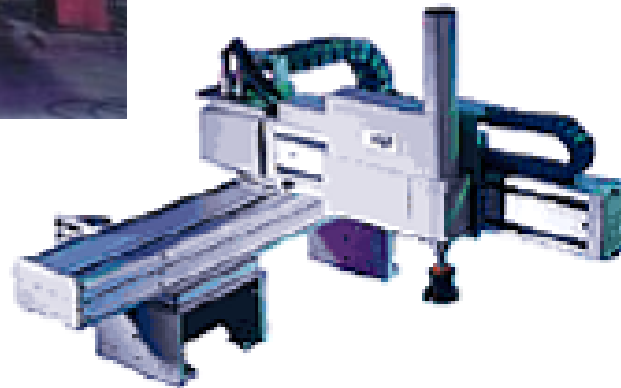
### Robô de Coordenadas Cartesianas/Pórtico

Possui três juntas prismáticas (**PPP**), resultando em um movimento composto por três translações, cujos eixos de movimento são coincidentes com um sistema de coordenadas de referência cartesiano. Uma variante deste tipo de robô é a configuração tipo Pórtico. O volume de trabalho gerado é um paralelepípedo.



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---



Mário Luiz Tronco

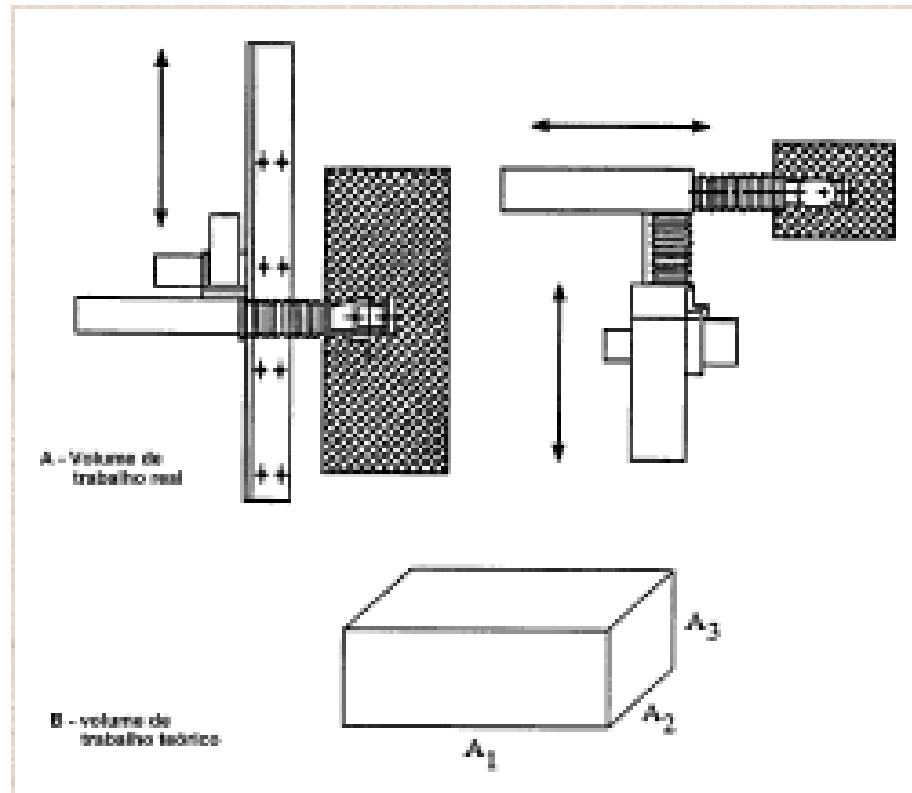
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô de Coordenadas Cartesianas/Pórtico

Volume de Trabalho



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô de Coordenadas Cilíndricas

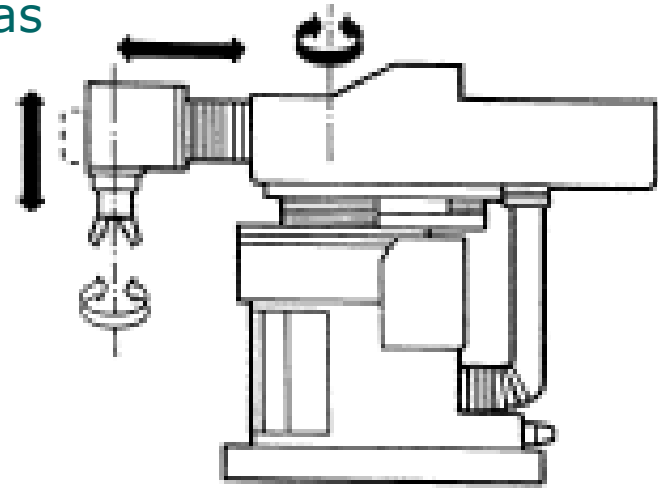
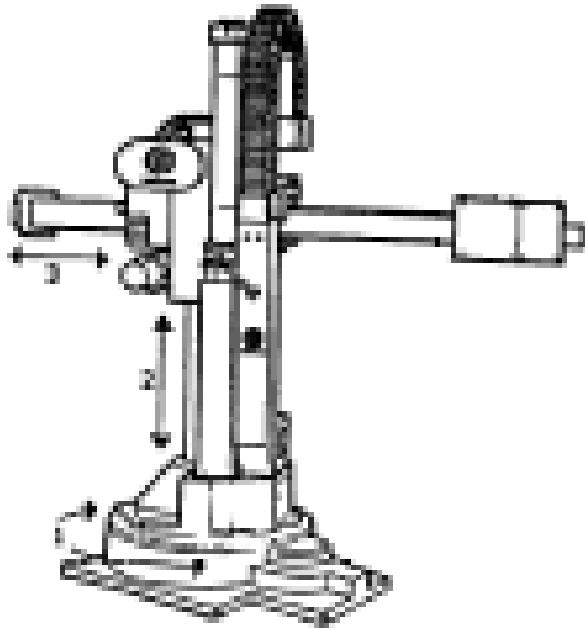
Nesta configuração, os eixos de movimento podem ser descritos no sistema de coordenadas de referência cilíndrica. É formado por duas juntas prismáticas e uma de revolução (PPR), compondo movimentos de duas translações e uma rotação. O volume de trabalho gerado é cilíndrico.



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Robô de Coordenadas Cilíndricas  
(PPR)



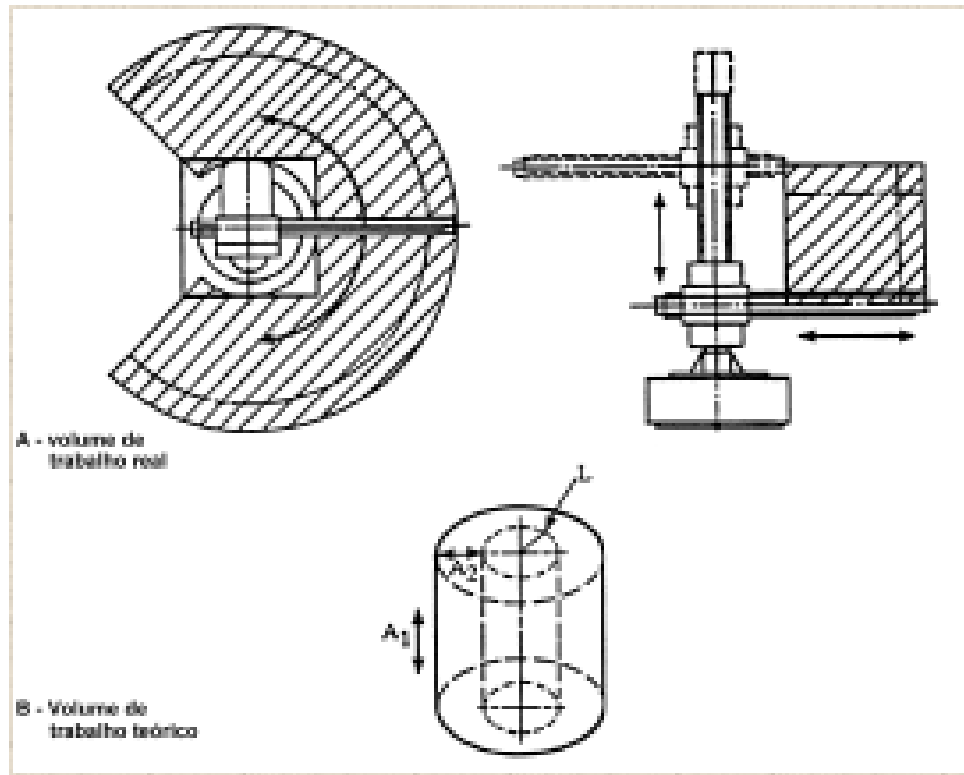
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô de Coordenadas Cilíndricas

Volume de Trabalho



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

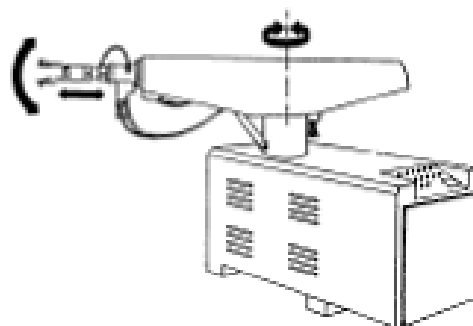
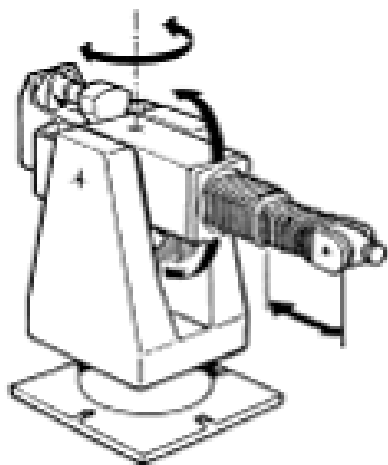
Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô de Coordenadas Esféricas

Nesta configuração, os eixos de movimento formam um sistema de coordenadas de referência polar, através de uma junta prismática e duas de rotação (PRR), compondo movimentos de uma translação e duas rotações. O volume de trabalho gerado é aproximadamente esférico.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---



Mário Luiz Tronco

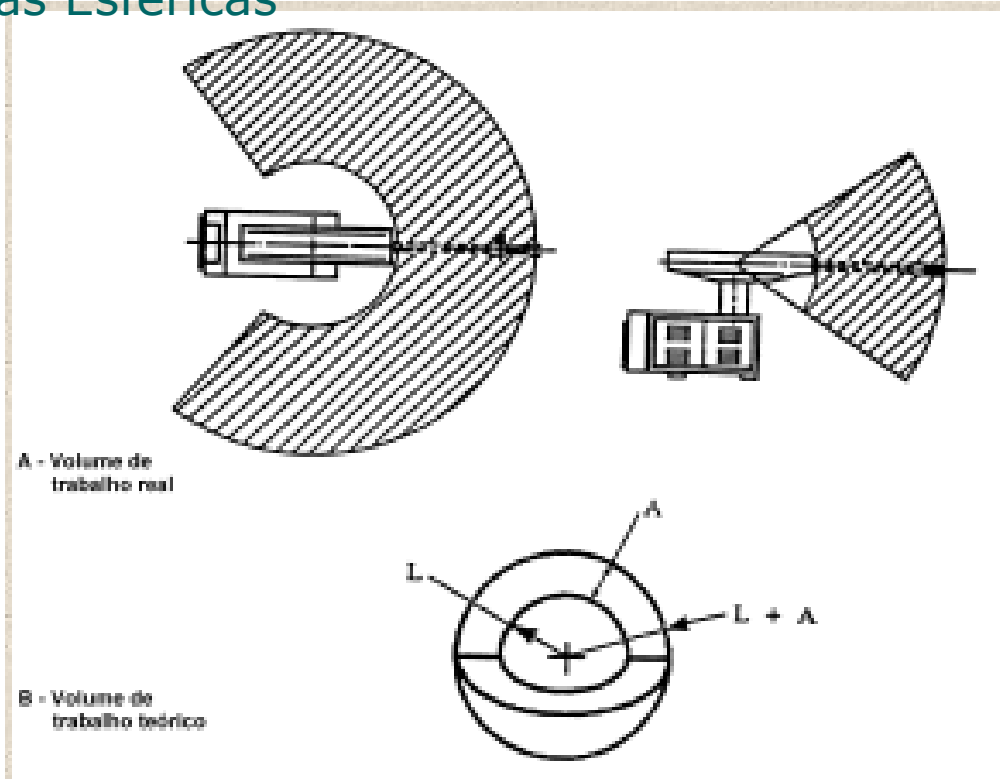
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô de Coordenadas Esféricas

Volume de Trabalho



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

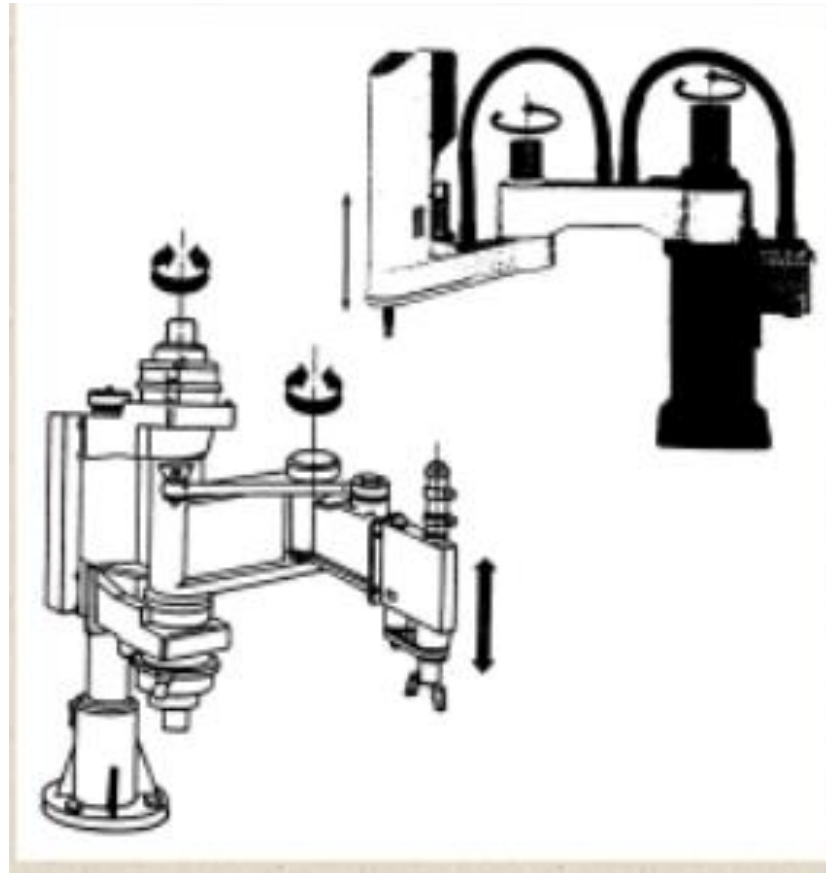
Robô SCARA

Nesta configuração, o robô apresenta duas juntas de rotação dispostas em paralelo, para se obter movimento num plano, e uma junta prismática, perpendicular a este plano (PRR), apresentando portanto uma translação e duas rotações. É empregado geralmente em tarefas de montagem automatizada. O volume de trabalho é aproximadamente cilíndrico.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

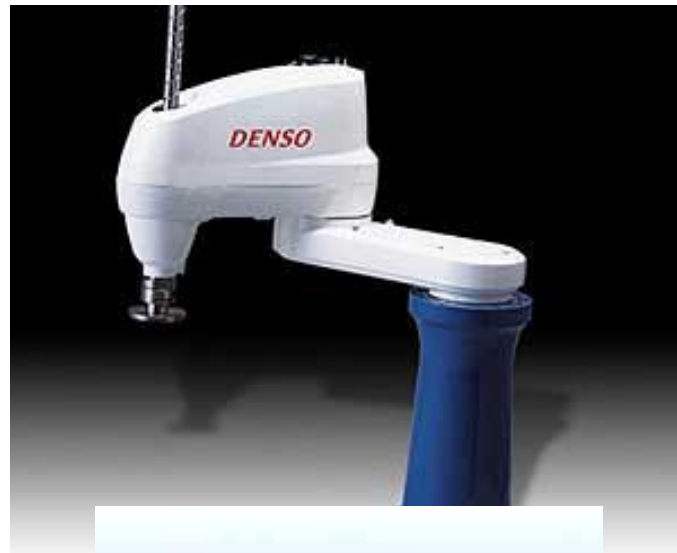
Robô SCARA (RRP)



Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Robô SCARA (RRP)



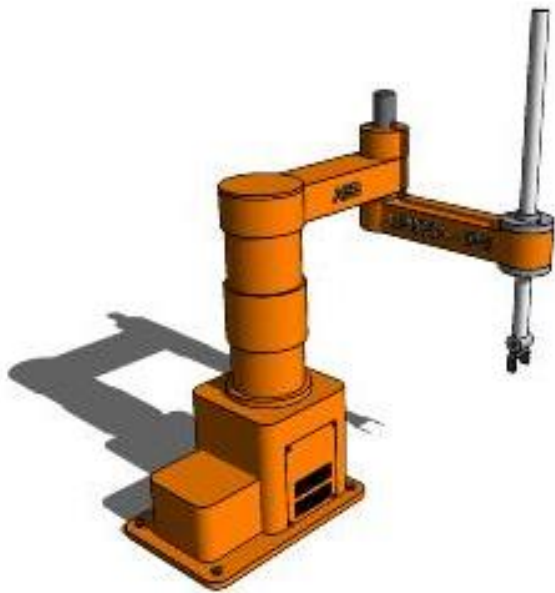
Mário Luiz Tronco



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Robô SCARA (RRP)



Mário Luiz Tronco

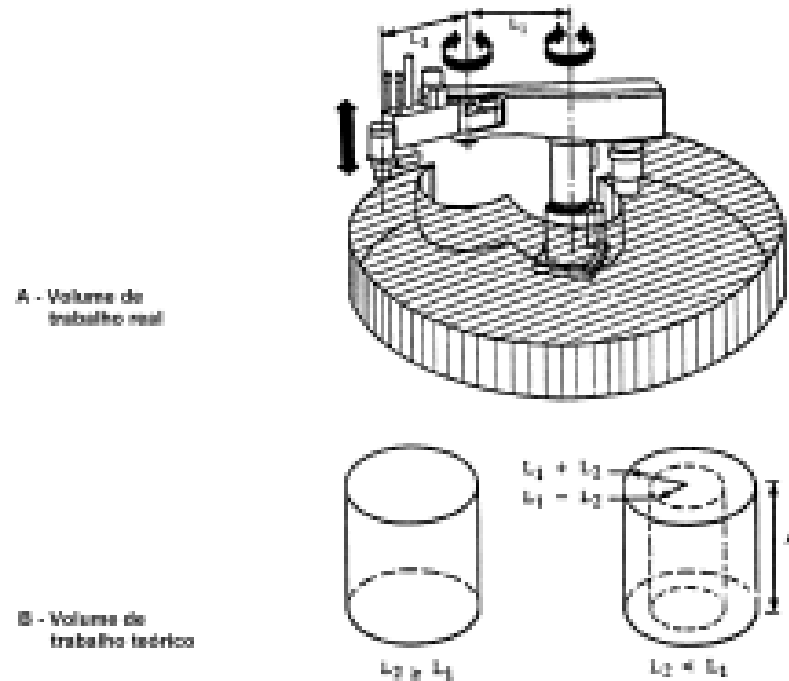
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô SCARA

Volume de Trabalho



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

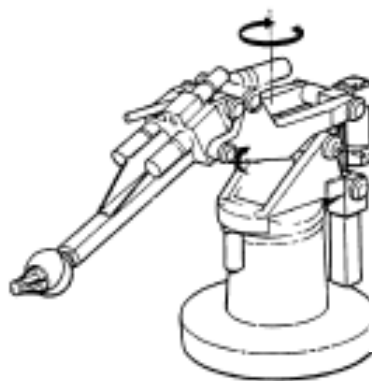
Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô Articulado ou Antropomórfico

Nesta configuração, existem pelo menos três juntas de rotação (RRR). O eixo de movimento da junta de rotação da base é ortogonal às outras duas juntas de rotação, que são simétricas entre si. Tal configuração é a que permite maior mobilidade aos robôs. O volume de trabalho apresenta uma geometria mais complexa em relação às outras.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---



Mário Luiz Tronco

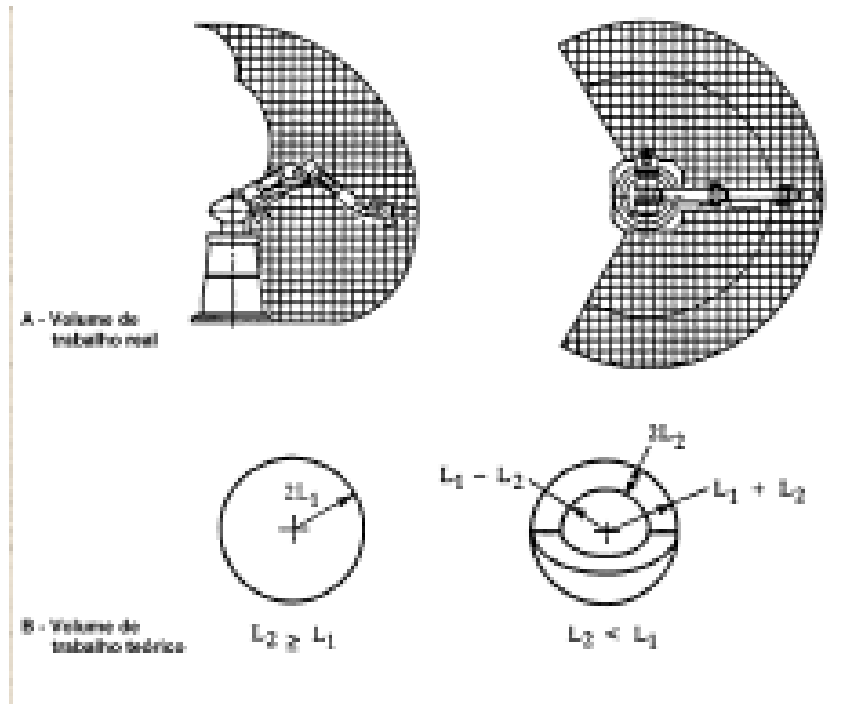
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô Articulado ou Antropomórfico

Volume de Trabalho



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

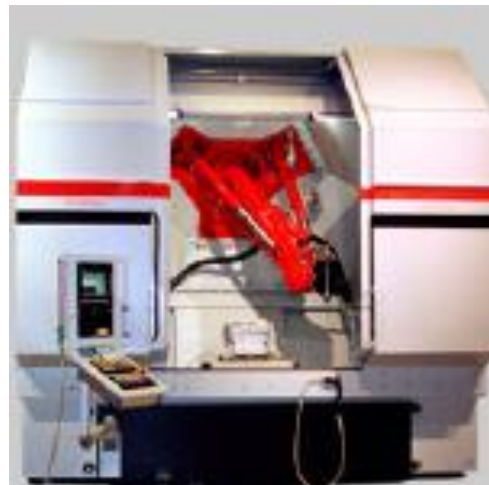
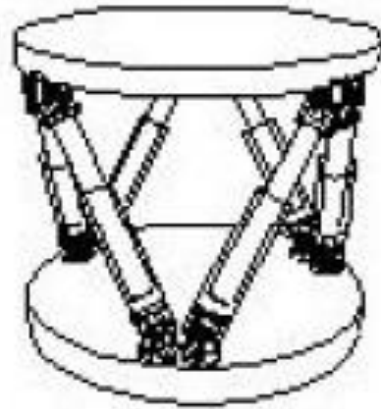
Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô Paralelo

Apresenta configuração tipo plataforma e mecanismos em forma de cadeia cinemática fechada. Possui três juntas prismáticas (PPP) ou três juntas de rotação (RRR). O volume de trabalho é aproximadamente esférico.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---



Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Classificação de Robôs – Quanto à Geração Tecnológica

### Primeira Geração: Sequência Fixa

Uma vez programados, repetem uma sequência de operações; para operações diferentes, precisam ser reprogramados. O ambiente de operação do robô deve ser estruturado.

### Segunda Geração:

Possuem recursos computacionais e sensores que permitem ao robô agir em um ambiente parcialmente estruturado, calculando em tempo real os parâmetros de controle para a realização dos movimentos. Atividades envolvendo reconhecimento de peças e manipulação de peças com desvio de posicionamento são características desta geração.



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Classificação de Robôs – Quanto à Geração Tecnológica

### Terceira Geração:

Apresentam inteligência suficiente para se conectar com outros robôs e máquinas, armazenar programas e se comunicar com outros sistemas computacionais. Podem tomar decisões em operações de montagem, tais como montar uma adequada combinação de peças, rejeitar peças defeituosas e selecionar uma combinação correta de tolerâncias.

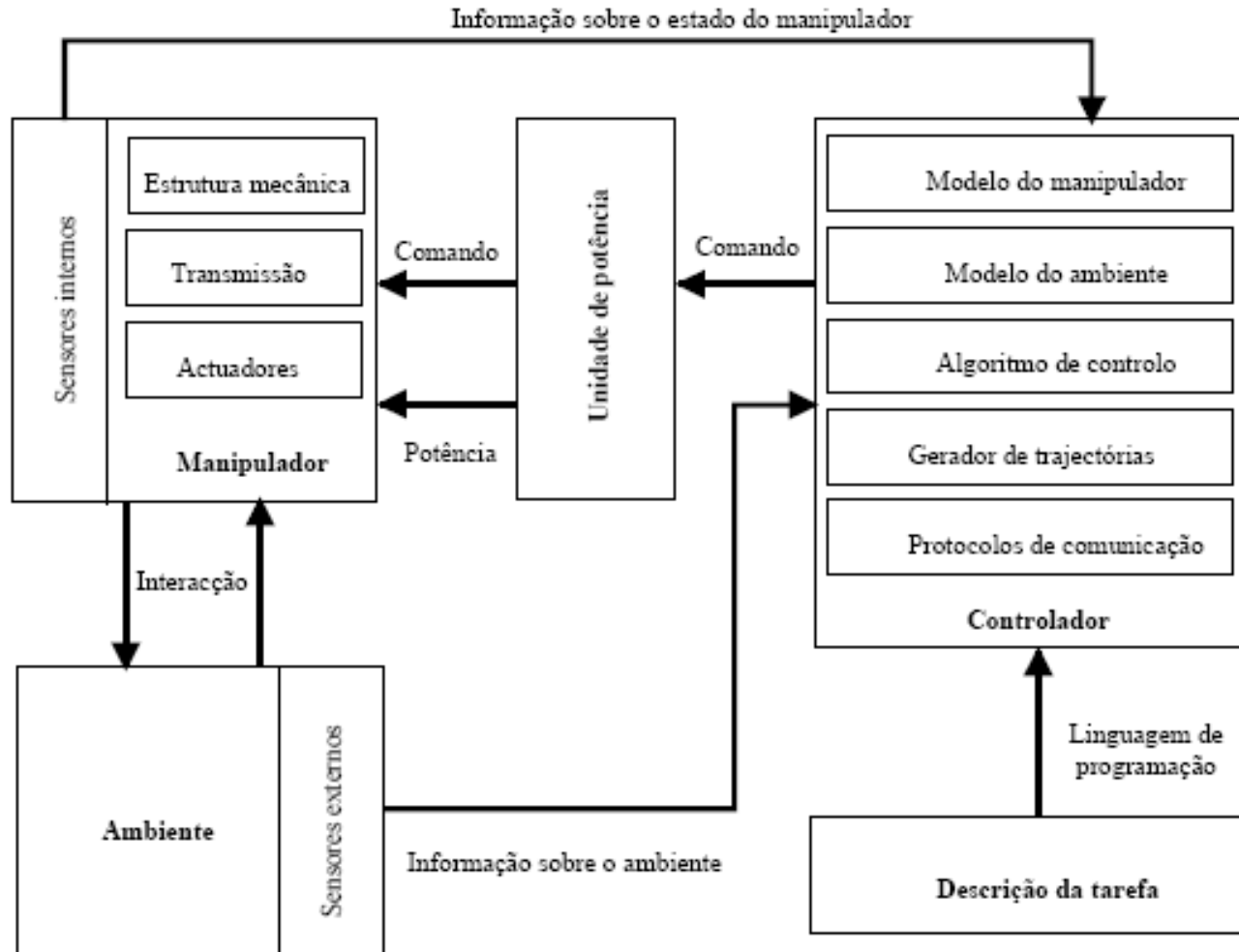
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

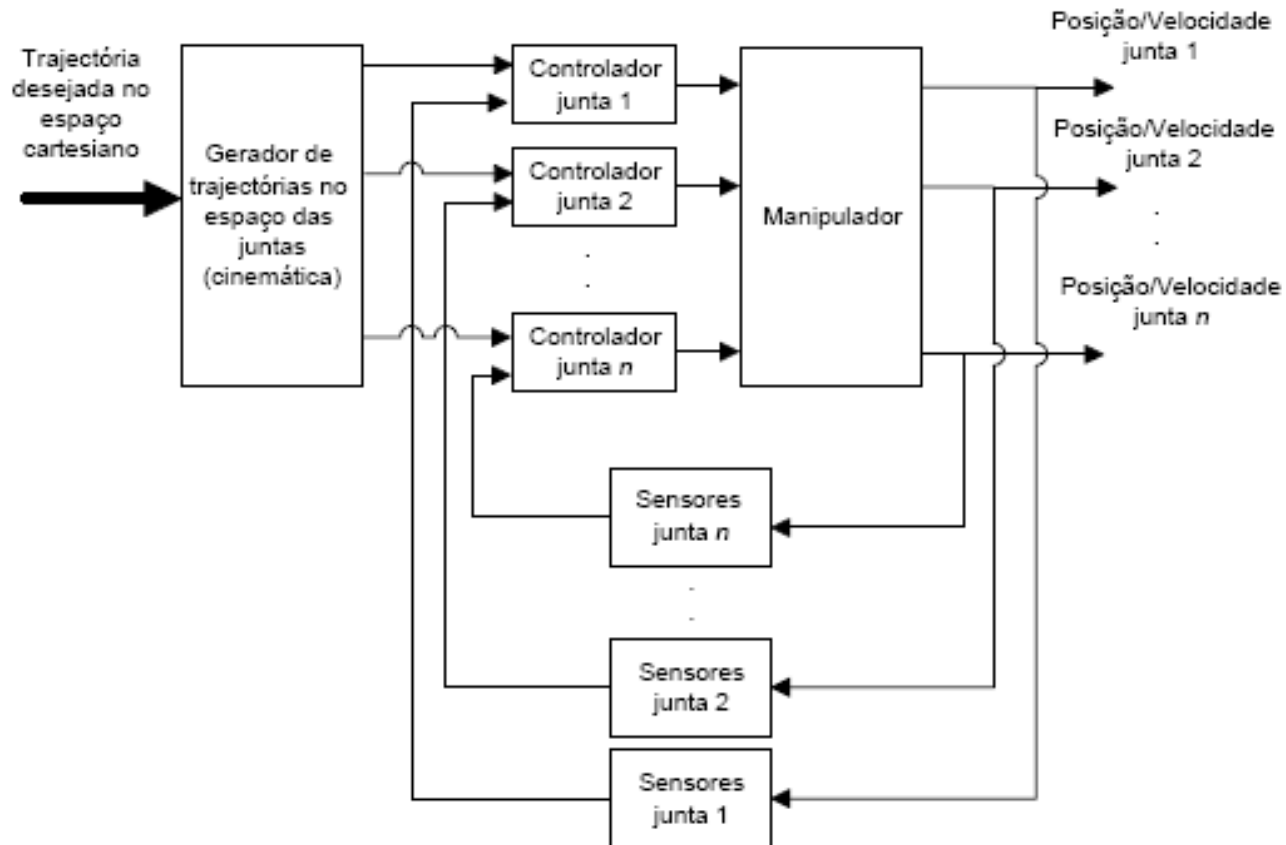
## Componentes:

- Manipulador (estrutura mecânica);
- Atuadores;
- Sensores;
- Controlador;
- Unidade de Potência

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

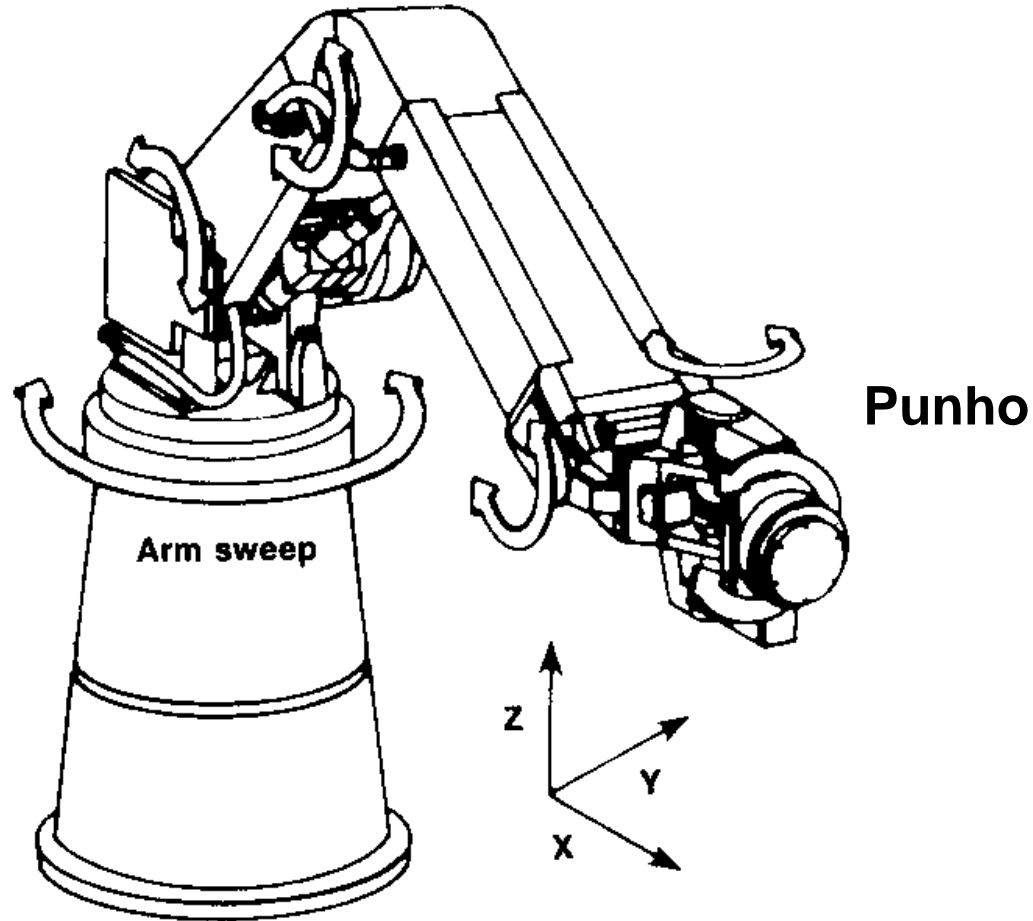
---

## Manipulador

- Unidade mecânica
- Duas categorias de movimentos:
  - Do braço.
  - Do punho:
    - Pitch (pra cima e pra baixo)
    - Yaw (para os lados)
    - Roll (rotação)

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

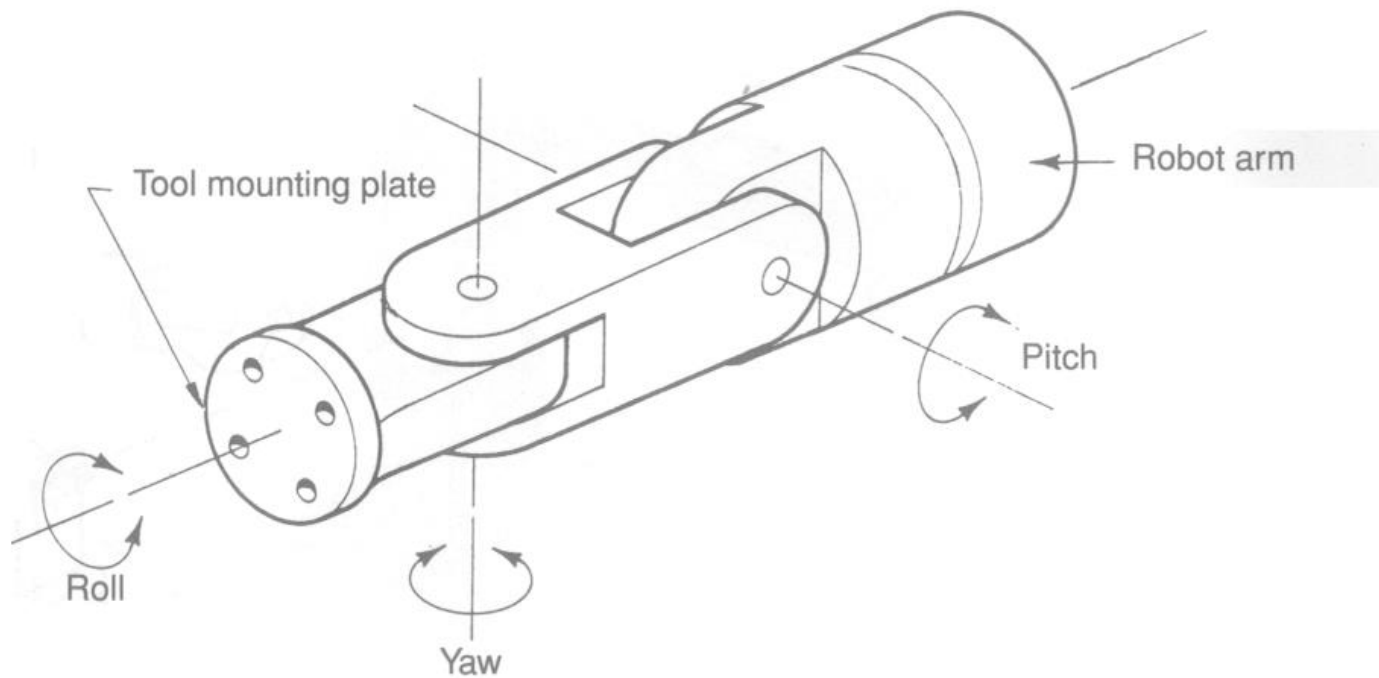
---



Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---



Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Órgãos Terminais

- Definição
  - Dispositivo fixado no punho de um robô que permite ao mesmo realizar uma tarefa específica
- Em geral, os órgãos terminais são projetados especialmente para a tarefa a ser executada
- A maioria dos fabricantes de robôs já oferecem determinados órgãos terminais como acessórios





# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

- **Garras** – usadas para pegar e segurar objetos em operações como:
  - carregar e descarregar máquinas
  - pegar peças de um transportador e arranjá-las sobre um pallet
  - manusear caixas, garrafas, matérias primas, etc.
  - manipular ferramentas
- **Ferramentas** - usado para realizar algum trabalho sobre a peça, e não apenas manuseá-la:
  - soldagem a ponto
  - soldagem a arco
  - pintura

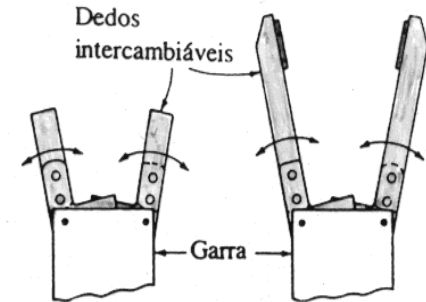
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

- **Mecânicas**- usa dedos mecânicos acionados por um mecanismo de pega

- Os dedos são apêndices da garra que fazem contato direto com o objeto. Podem ser:

- Fixos: partes integrantes do mecanismo de pega
- Intercambiáveis:
  - compensação do desgaste
  - mecanismo de pega pode acomodar diferentes modelos de peças



- **Não-mecânicas** - Dispositivo de pega no qual são usados princípios não mecânicos tais com ímãs, copos de sucção, etc. Alguns tipos usuais são:

- Copos de sucção (ventosas)
- Garras magnéticas
- Garras adesivas
- Ganchos, cadinhos e outros dispositivos

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

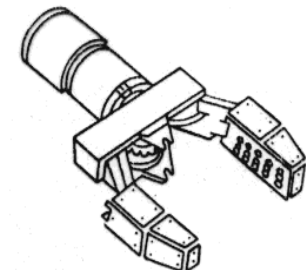
## ○ Constrição física

- Dedos são projetados de acordo com a geometria da peça, não permitindo sua movimentação



## ○ Atrito

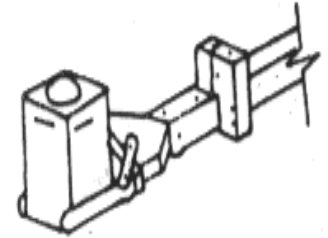
- Dedos devem aplicar uma força que é suficiente para reter a peça por atrito contra a gravidade, acelerações ou qualquer outra força durante o ciclo de trabalho. Almofadas aumentam o coeficiente de atrito e protegem a peça de danos



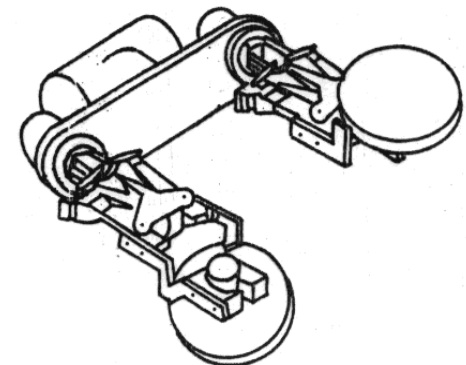
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

- Quanto à quantidade de dispositivos de pega:
  - Simples: apenas um dispositivo de pega é montado no punho



- Duplo: existem dois dispositivos de pega montados no punho.
  - Vantagem manuseio de dois objetos separadamente



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

- Quanto à maneira de pegar o objeto

- PEGA INTERNA

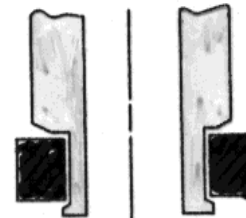


Two-Point Contact—Inside

- PEGA EXTERNA



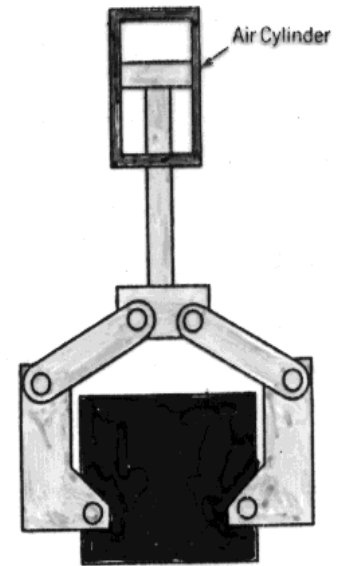
Two-point Contact—Outside



Captivation-type Gripping



Four-point Contact with "Vee" Blocks

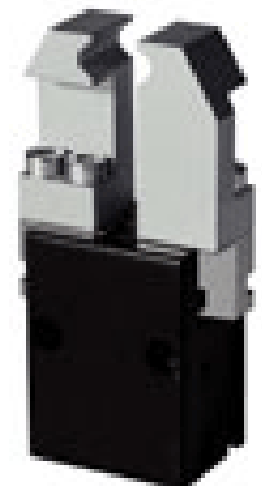


Toggle Mechanism

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

- Movimento dos dedos
  - Movimento pivotante
    - dedos giram ao redor de pontos fixos na garra; normalmente é usado algum tipo de mecanismo articulado
  - Movimento linear
    - os dedos deslocam-se entre si paralelamente, abrindo-se e fechando-se; normalmente são utilizados trilhos como guias



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Garra Angular

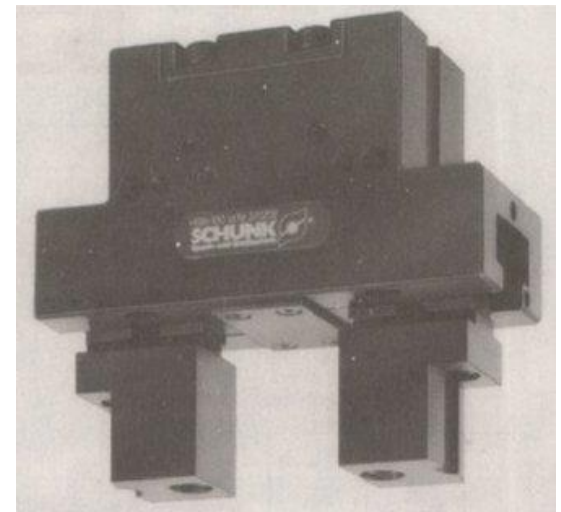
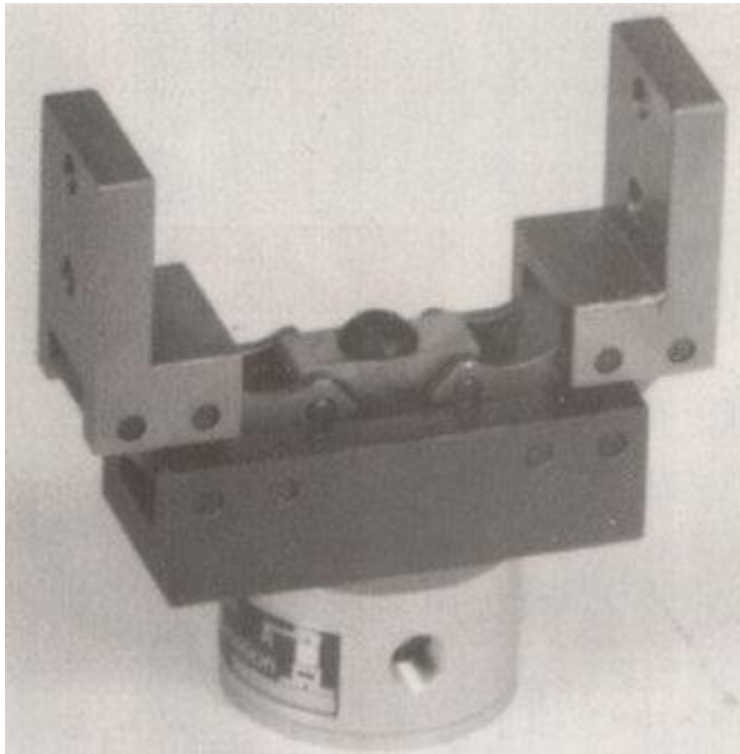


Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Garra paralela



Mário Luiz Tronco

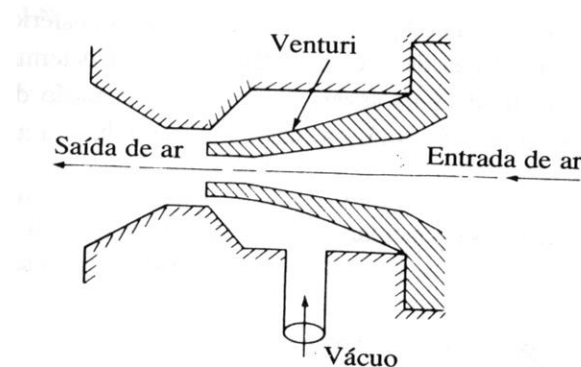


# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

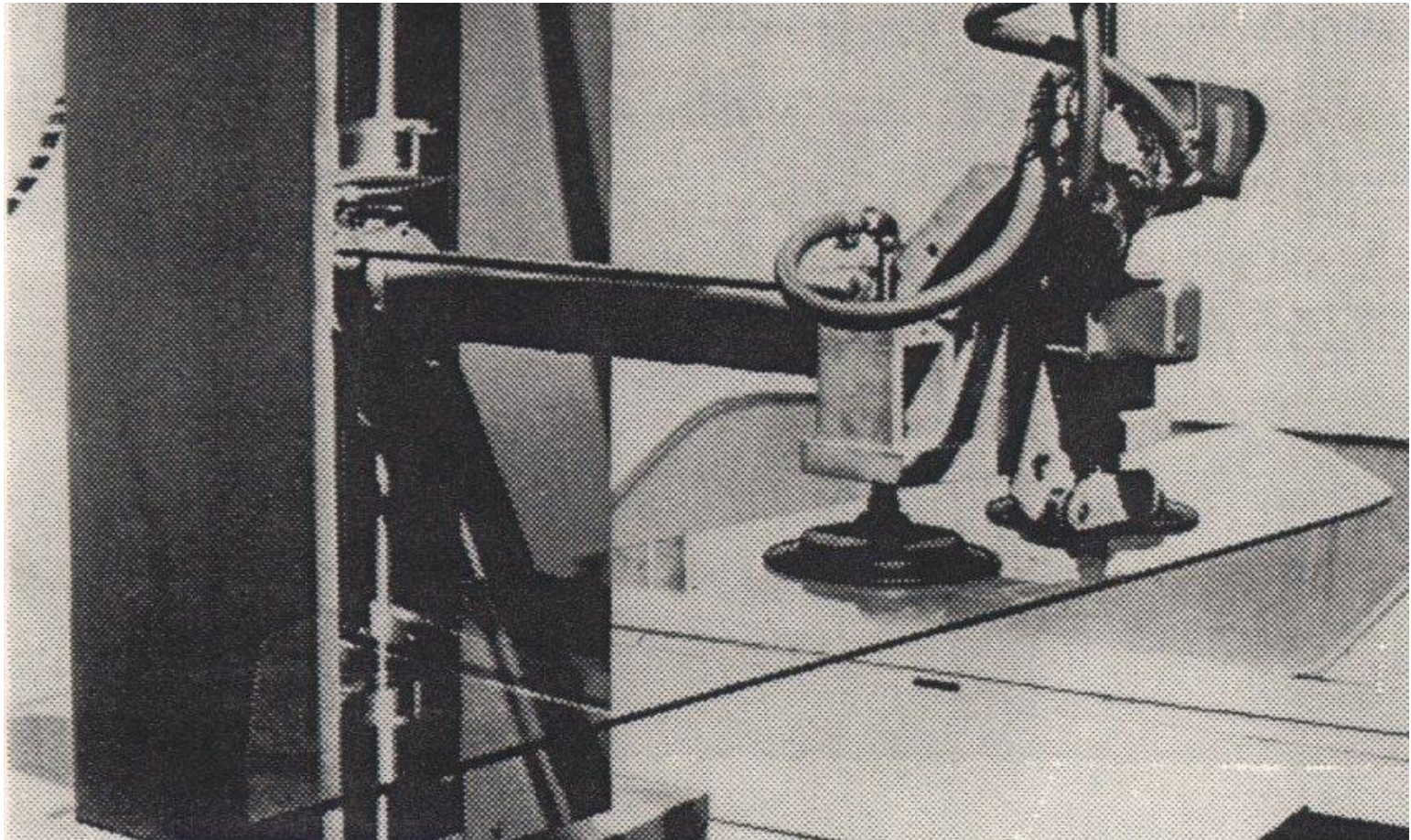
## Garras não-mecânicas - Copos de sucção (ventosas)

- Indicadas para certos tipos de objetos:
  - planos, lisos e limpos de modo a permitirem a formação do vácuo entre objeto e copo
  - Objeto macio -> material do copo duro
  - Objeto duro -> material do copo macio (borracha, plástico)
- Formação do vácuo através de:
  - bomba de vácuo
  - venturi



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---



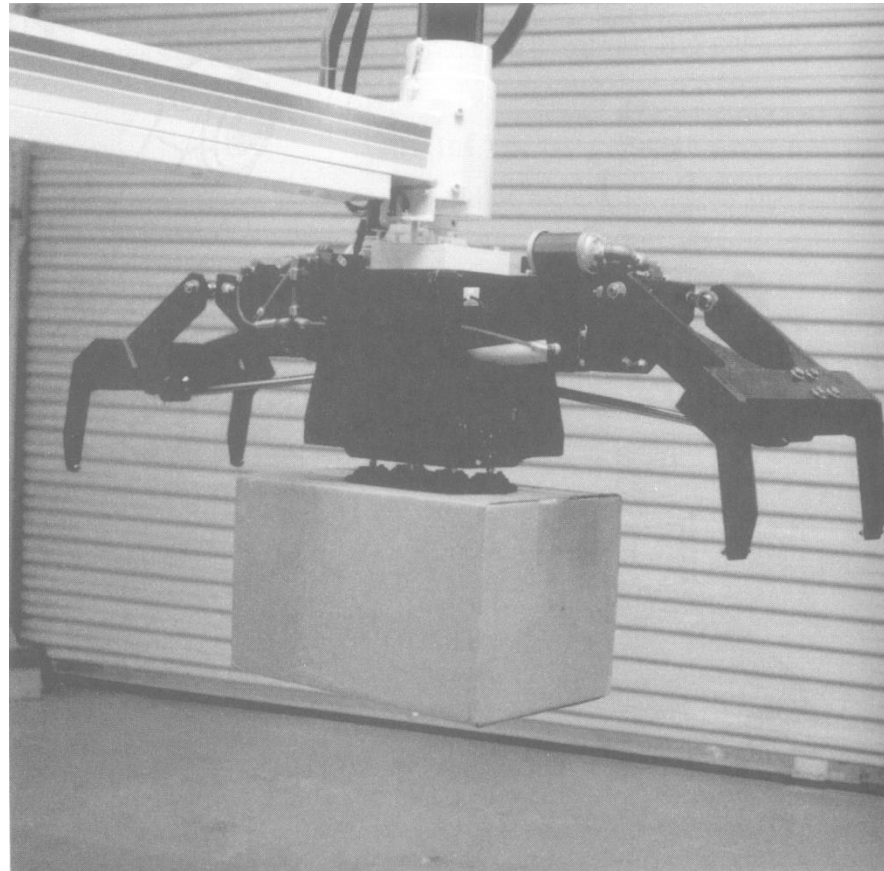
Mário Luiz Tronco



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Garra mista: vácuo + mecânica



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Garras não-mecânicas - Magnéticas

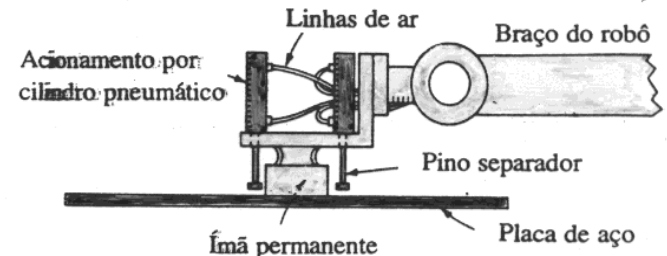
- Indicadas para manuseio de materiais ferrosos, principalmente chapas e placas.
- Vantagens:
  - tempo de pega rápido
  - garra não precisa ser projetada para um determinado tamanho de peça
  - manuseio de peças ferrosas com furos
  - necessidade de apenas uma superfície de pega
- Desvantagens:
  - magnetismo residual da peça de trabalho
  - possíveis deslizamentos naturais
  - menor precisão de manuseio
  - não é possível pegar apenas uma chapa de uma pilha sem dispositivos adicionais

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## ○ Tipos

- Garras eletromagnéticas
  - controlam facilmente a liberação da peça ao final do ciclo de trabalho
  - necessitam de uma fonte de CC e de uma unidade de controle adequada
- Garras c/ ímãs permanentes
  - não exigem fonte de energia
  - não controlam a liberação da peça ao final do ciclo de trabalho sem um separador



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Garras não-mecânicas - Adesivas

- Utilizam substância adesiva para operação de pega
- Indicadas para manusear tecidos e outros materiais leves
- Problema: substância adesiva perde aderência pelo uso repetido
- Contorna-se esta limitação carregando o material adesivo na forma de fita contínua

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Orgãos Terminais - Ferramentas

- A ferramenta manipulada pelo robô é presa diretamente ao punho
- Exemplos de órgãos terminais do tipo ferramentas utilizados na Robótica:
  - Ferramenta para soldagem a ponto ou arco;
  - Bicos de pintura por pulverização;
  - Mandris para usinagem
  - Aplicadores de cimento ou adesivo líquido para montagem;
  - Ferramentas de corte por água ou laser

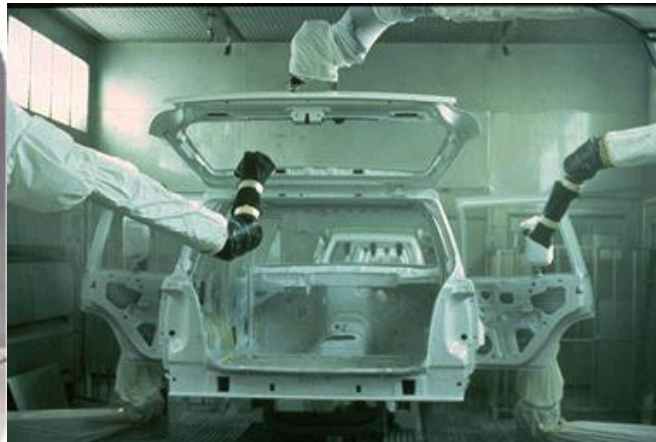
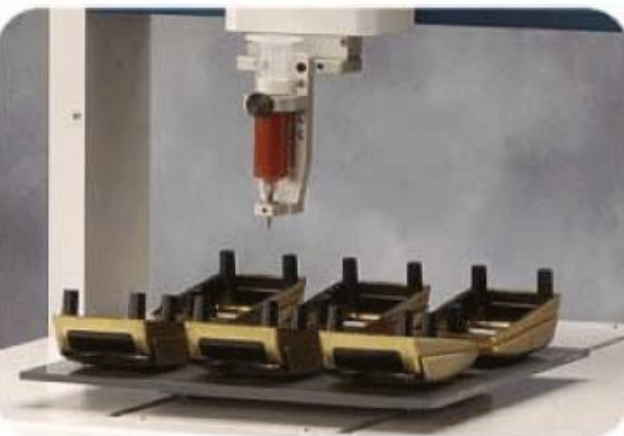
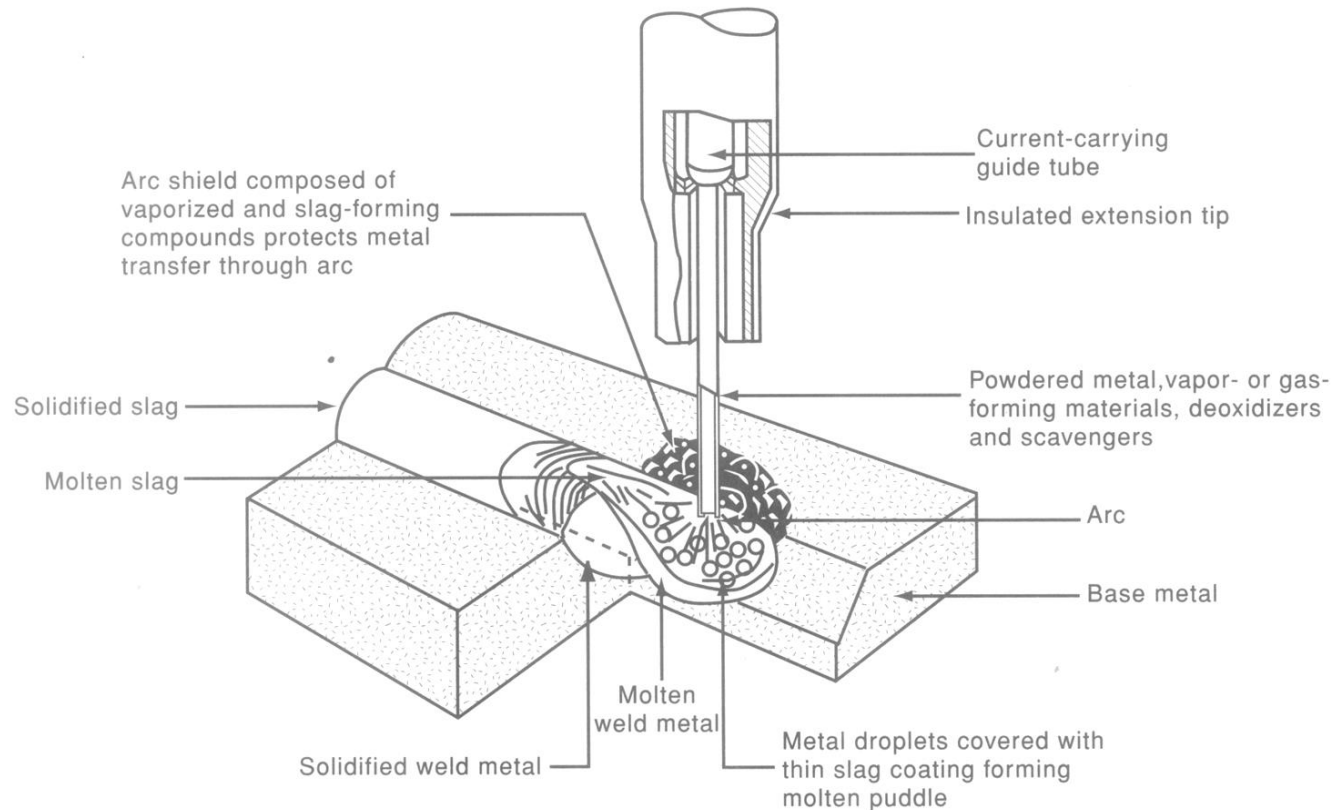


Photo Courtesy of ABB



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Solda Arco Submerso Fluxo-Núcleo (FCAW)



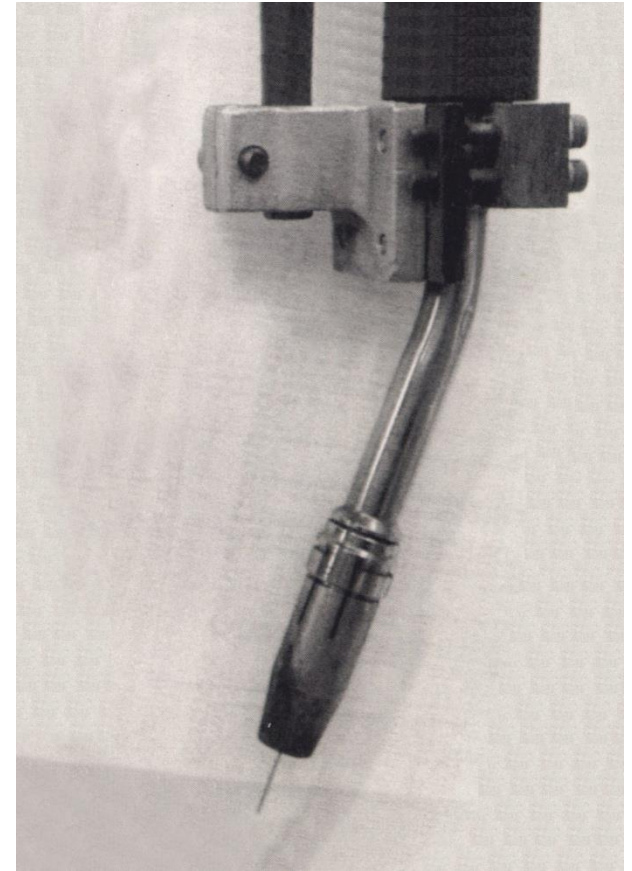
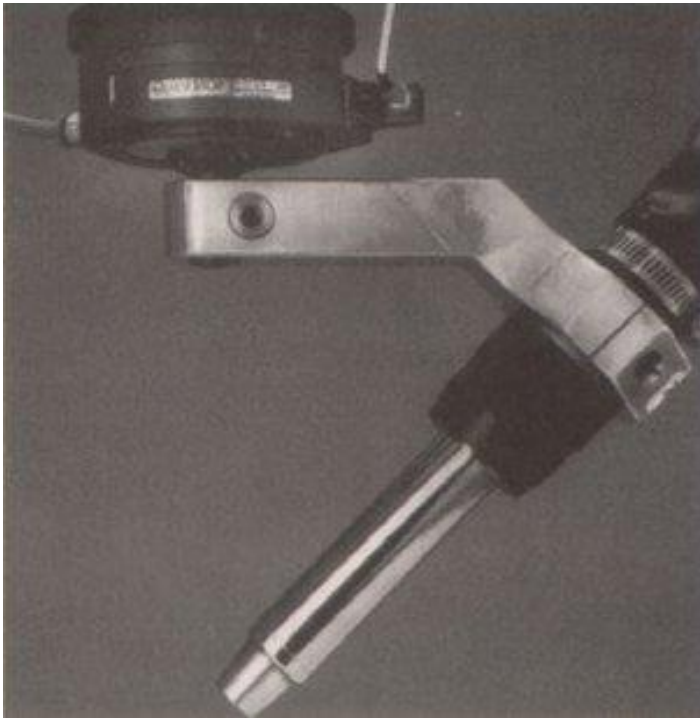
Mário Luiz Tronco



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## MIG torch

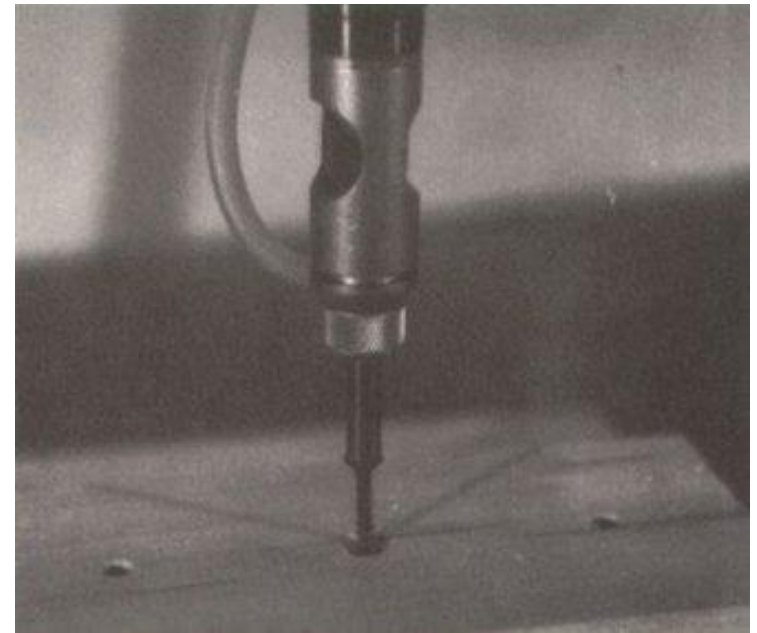
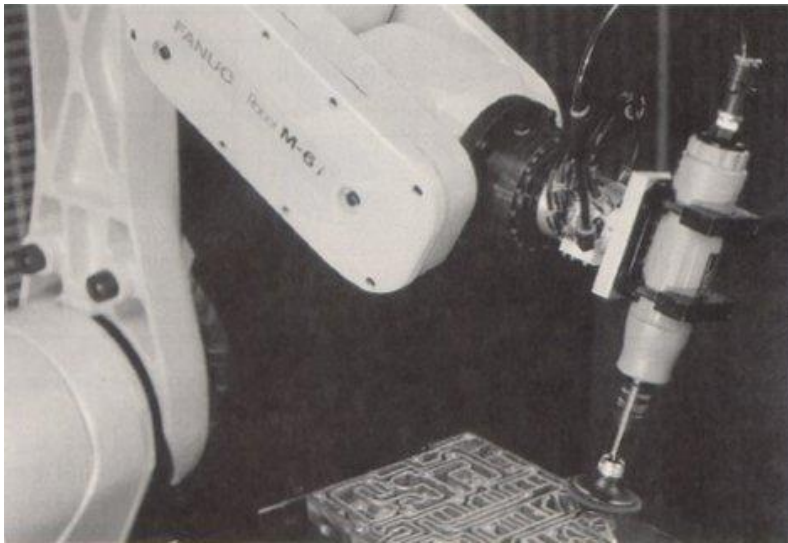


Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Limar e parafusar



Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

**Medidas de Grandezas Físicas:**



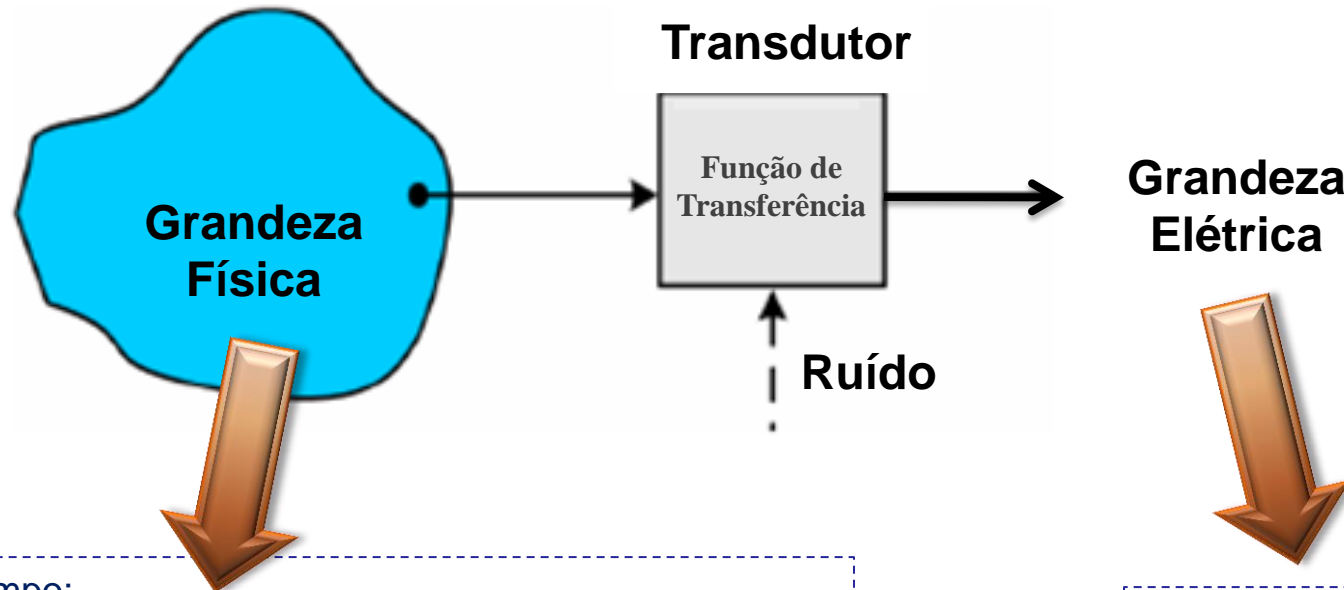
**Transdutores**



**Convertem variações de grandezas físicas em variações elétricas (corrente, tensão), as quais podem ser medidas e gerar, indiretamente, uma medida da variação**

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Transdutores



- Tempo;
- Massa, força; deformação;
- Comprimento, distância, velocidade, aceleração;
- Intensidade luminosa;
- Tensão Elétrica, corrente, potência;
- Pressão, nível Vazão;
- Umidade;
- Temperatura;
- Campos Elétrico e Magnético;
- etc..

- Resistência;
- Capacitância;
- Indutância;
- Tensão;
- Corrente

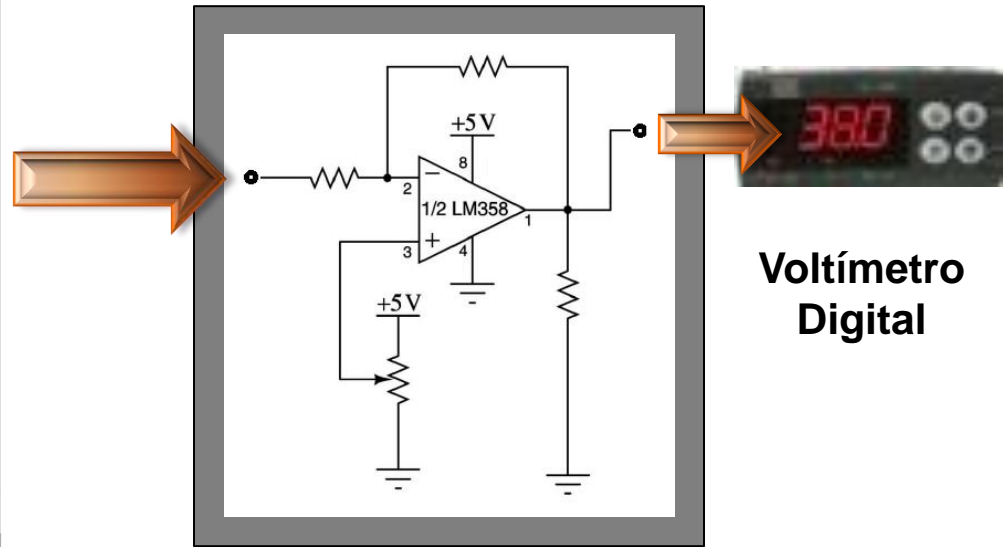
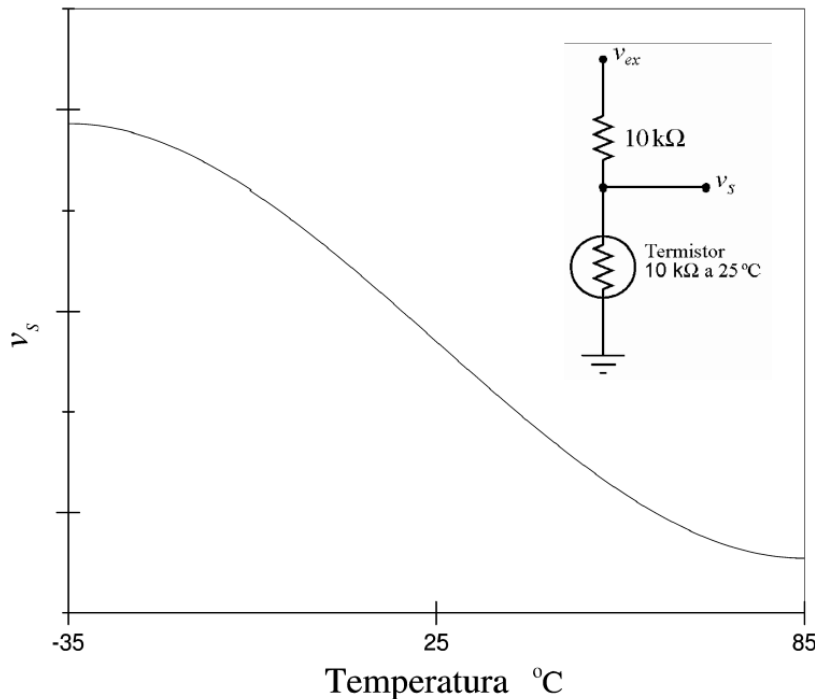
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Transdutores Exemplo Prático



NTC

Termômetro com NTC



Condicionador  
de Sinal

Voltímetro  
Digital

Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Sensores

- Sensores são dispositivos que detectam e geram informações sobre o equipamento e sobre o meio onde estão inseridos.
- Sensores produzem um sinal que permite medir uma determinada grandeza, como:
  - Força, torque, temperatura, posição, velocidade, ...

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Classificação

- Sensores podem ser classificados de diversas maneiras:
  - De acordo com o seu princípio de funcionamento;
  - De acordo com a função realizada;
  - De acordo com sua localização;
  - De acordo com o tipo de ativação.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Princípio de Funcionamento

### ○ Classes:

- Mecânicos.
- Elétricos.
- Magnéticos.
- Térmicos.
- Outros, como acústicos, químicos, de proximidade, radioativos, tátil, ópticos, voz e visão.



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Sensores mecânicos

- Usados para medir quantidades como:
  - Posição.
  - Velocidade.
  - Forma.
  - Força e torque.
  - Pressão.
  - Vibração, estresse.
  - Massa.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Sensores elétricos

- Usados para medir quantidades como:
  - Tensão.
  - Corrente.
  - Carga.
  - Condutividade.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Sensores magnéticos

- Usados para medir quantidades como:
  - Campo magnéticos
  - Fluxo magnético.
  - Permeabilidade magnética.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Sensores térmicos

- Usados para medir quantidades como:
  - Temperatura.
  - Fluxo de calor.
  - Condutividade térmica.
  - Calor específico.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Sensores segundo a função

- Sensores podem ser categorizados de acordo com a função que realizam em:
  - Manipulação:
    - Que interagem com o meio ambiente do mecanismo.
    - Ex: sensores de Força.
  - Aquisição:
    - Que permitem ao mecanismo perceber seu próprio estado.
    - Ex: encoders.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Sensores segundo a localização

- Sensores podem ser categorizados de acordo com sua localização em:
  - Internos:
    - Encoders, resolvers, etc.;
  - Externos:
    - Swiches, táteis, proximidade e fotoelétricos.
  - Intertravamento:
    - Usados para proteger o mecanismo.
    - Travam o mecanismo até que certa condição se torne válida (pressão de fluido, temperatura alta, etc)

## Com Contato x Sem Contato

**Sensores com contato** são dispositivos eletromecânicos que detectam mudança através de contato físico direto com o objeto alvo.

Exemplos: *Encoders*, chaves fim de curso

*Encoders* convertem movimento em sinais e dados.

Chaves fim de curso são usadas quando o objeto alvo pode ter contato físico.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

**Sensores sem contato** são dispositivos eletrônicos de estado sólido que criam um campo ou feixe de energia e reagem a distúrbios nesse campo.

Características:

- nenhum contato físico é requerido;
- ausência de partes móveis que podem obstruir, desgastar ou quebrar
- geralmente podem operar com maior rapidez;
- maior flexibilidade de aplicação.

Exemplos: Sensores fotoelétricos, indutivos, capacitivos e ultra-sônicos

Os sensores sem contato podem também estar suscetíveis à energia irradiada por outros dispositivos ou processos.



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

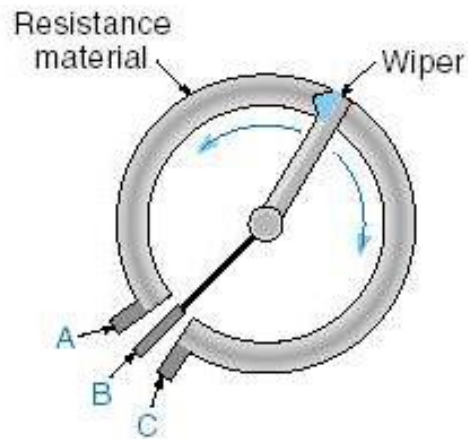
## Sensores - Exemplos:

- Posição Linear/Angular;
- Odometria;
- Ópticos Reflexivos;
- Ultrassom;
- Tacogerador;
- Giroscópio;
- Acelerômetro;
- Strain gauge (força);
- Proximidade;
- Etc., etc., etc..

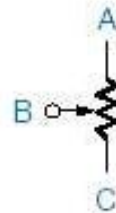
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

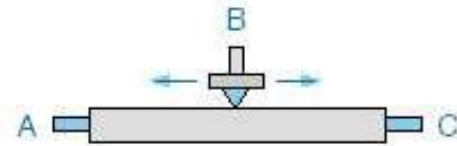
## Sensores de Posição - Resistivos



(a) Rotary pot



(b) Symbol

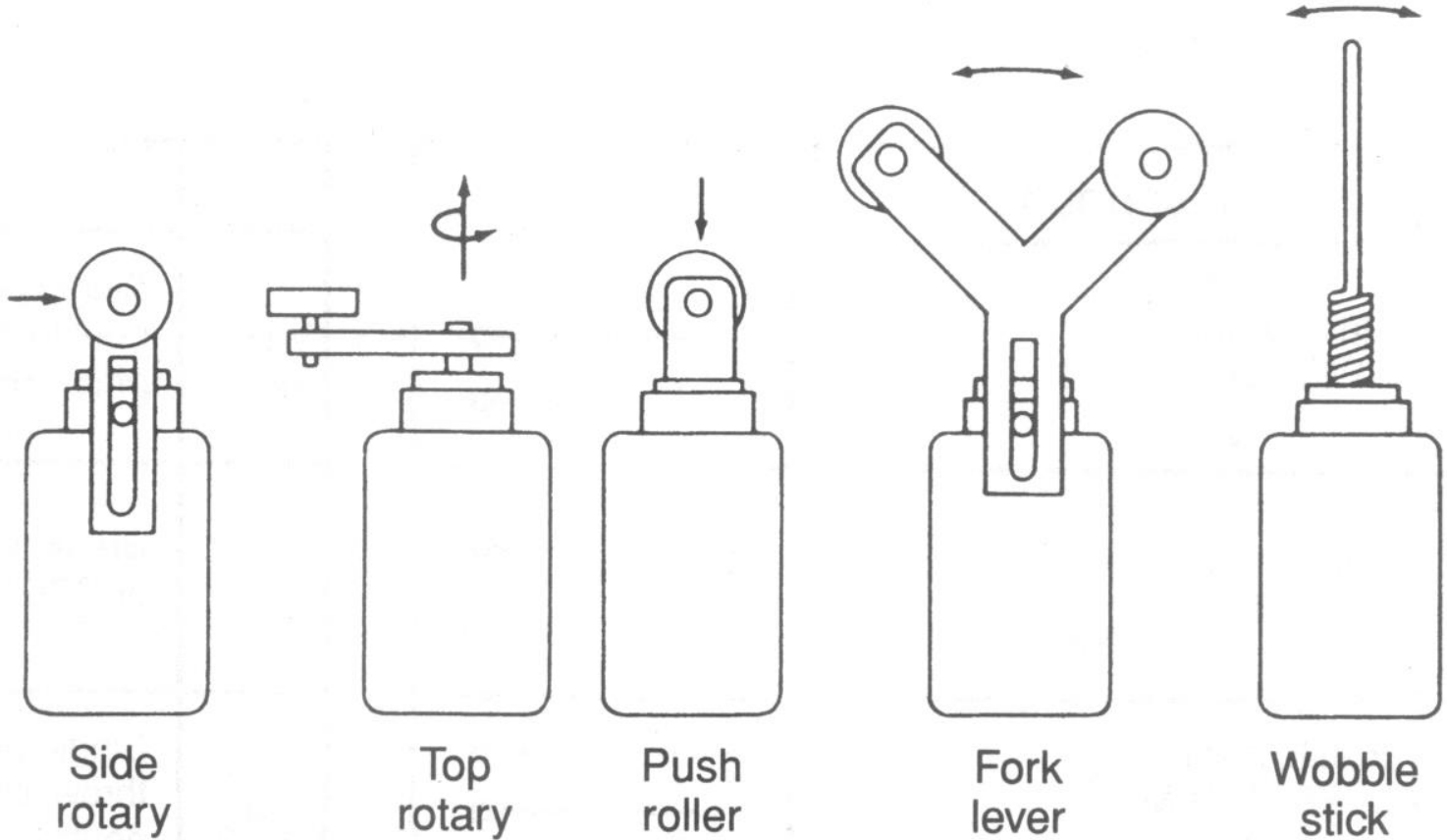


(c) Linear-motion pot

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Chaves fim de curso

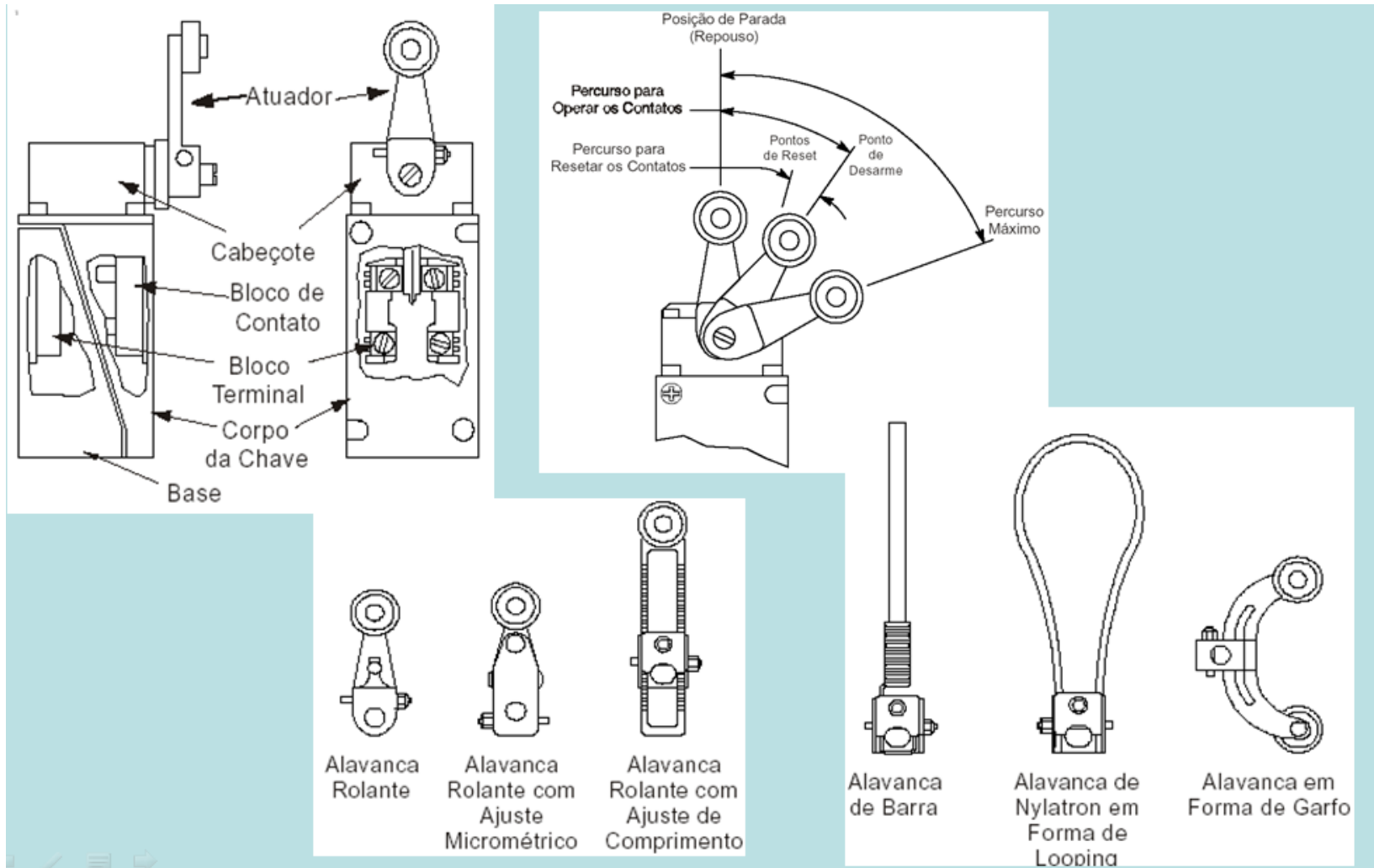


# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



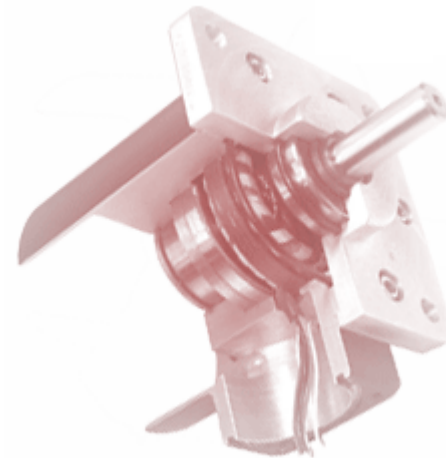
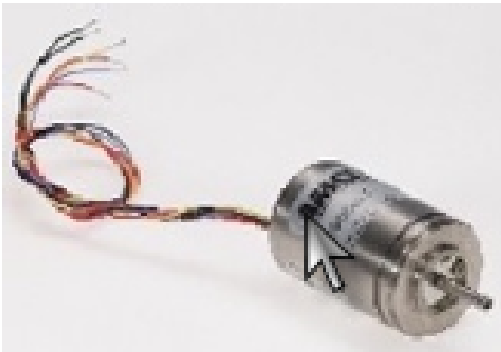
Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Resolver

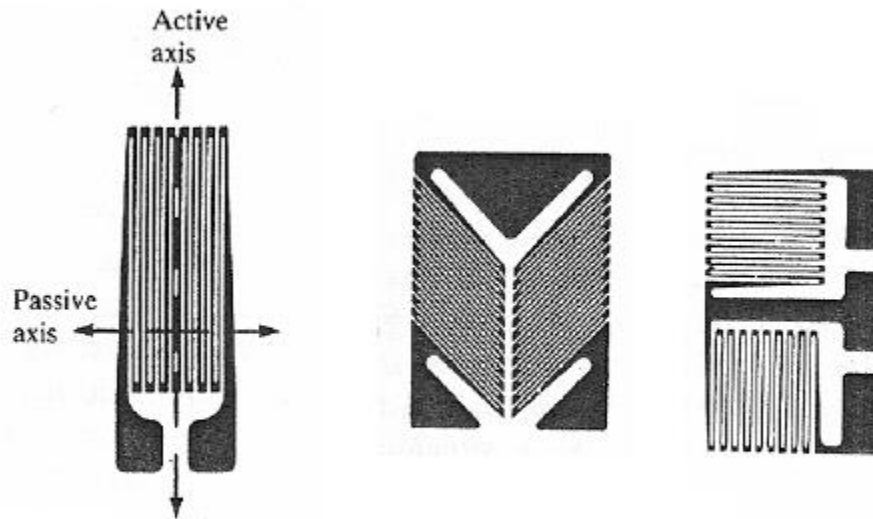
- Sensor de ângulo, analógico, cuja saída é proporcional ao ângulo que um elemento de rotação faz em relação a um elemento fixo



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

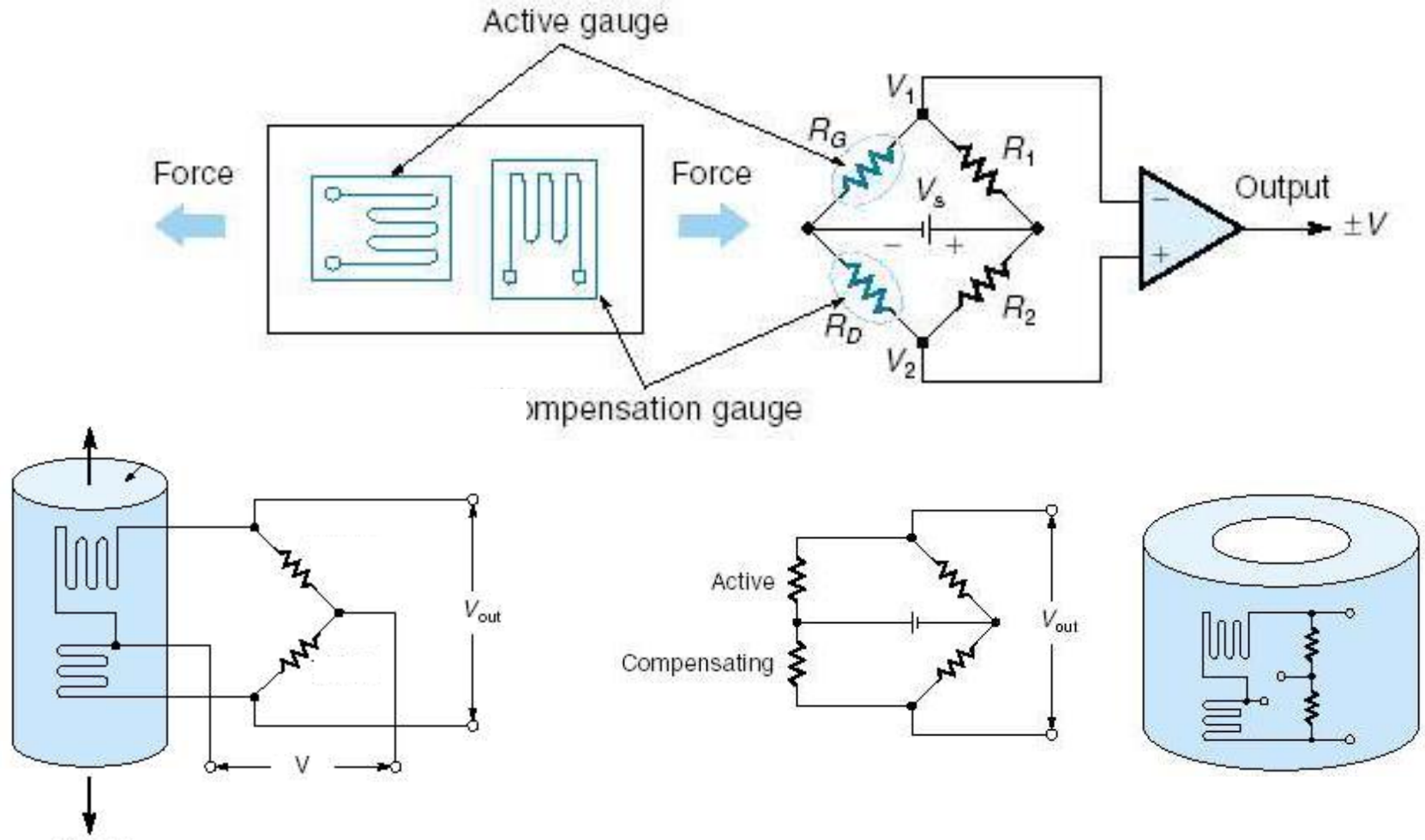
---

## ■ Extensômetros



Configurações

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

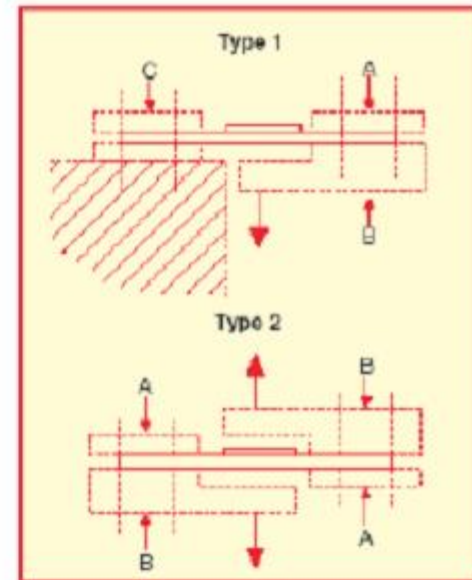




# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

- Extensômetros
  - Exemplos: Célula de carga para pequenas pressões uso em ponte.



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

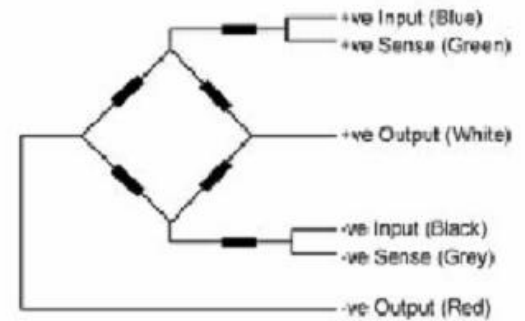
- Extensômetros
  - Exemplos:



Células de carga em miniatura



Célula de carga em S  
uso em ponte.



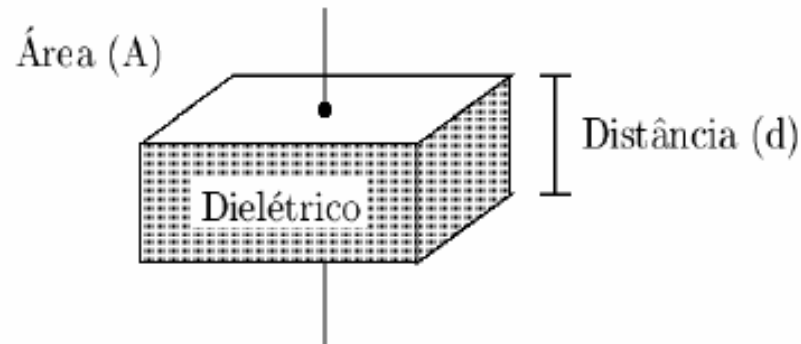
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Transdutores capacitivos

- Capacitor de placas paralelas

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

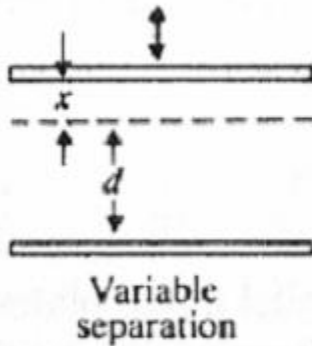


$\epsilon_0$  : permissividade do vácuo

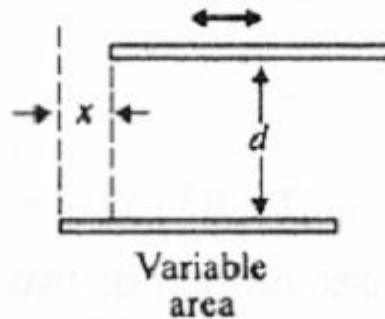
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Transdutores capacitivos

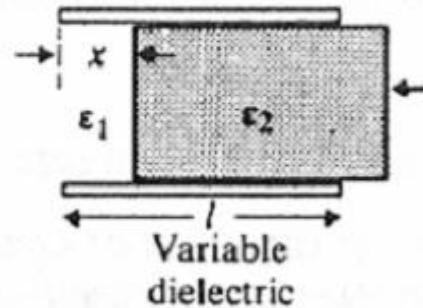
- Configurações (I)



$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon A}{d + x}$$

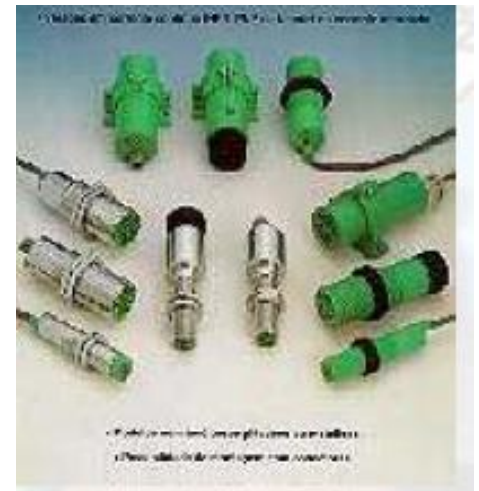
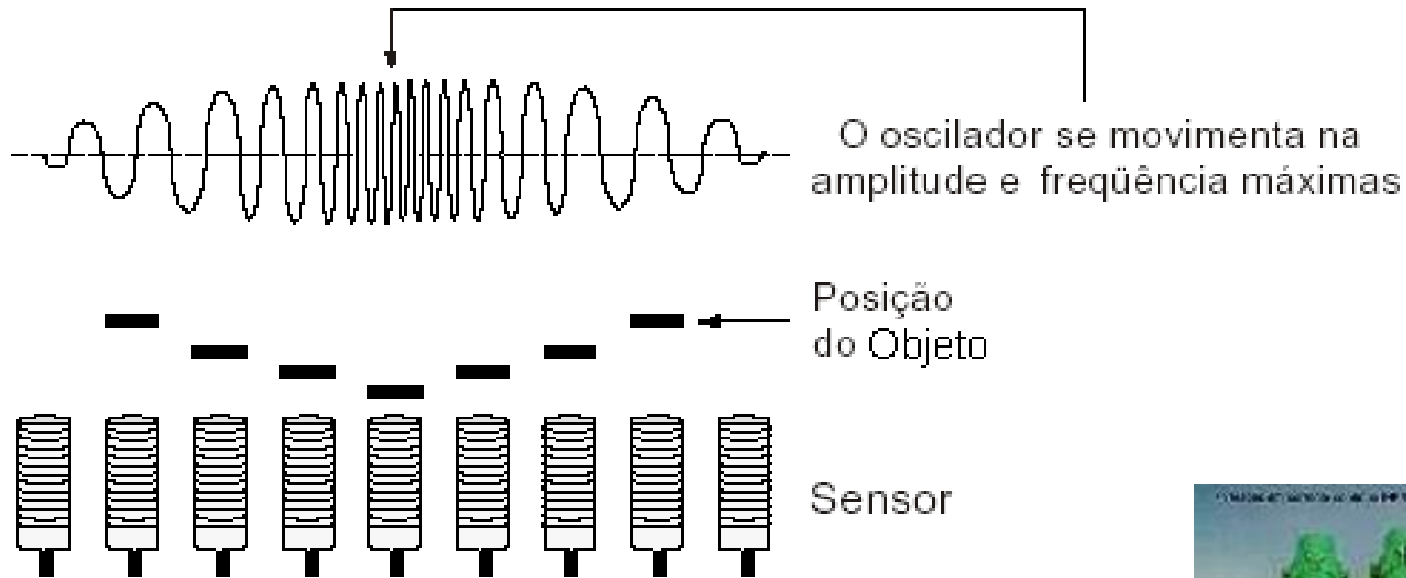


$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{d} (A - wx)$$



$$C = \frac{\epsilon_0 w}{d} (\epsilon_2 l - (\epsilon_2 - \epsilon_1)x)$$

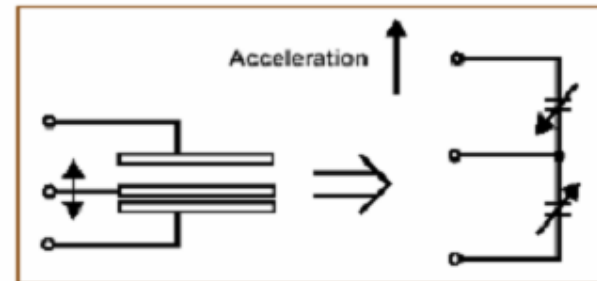
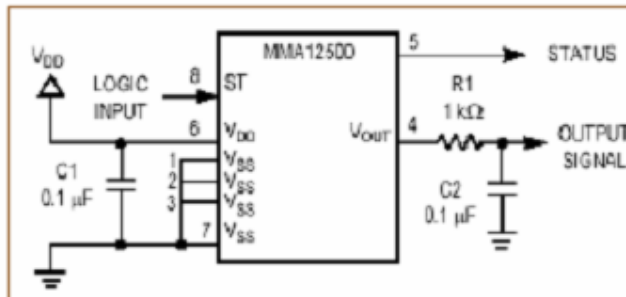
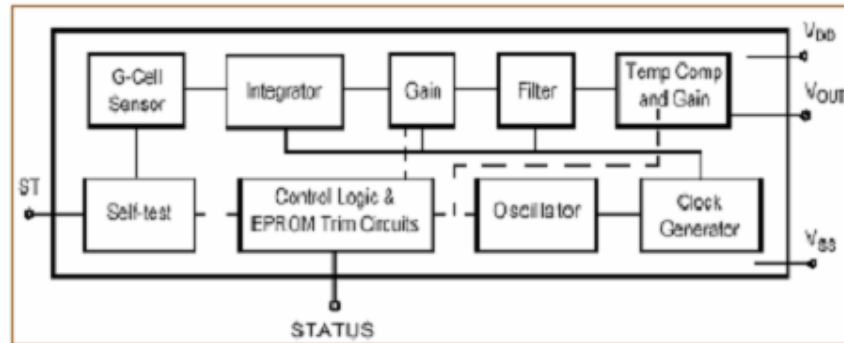
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Transdutores capacitivos

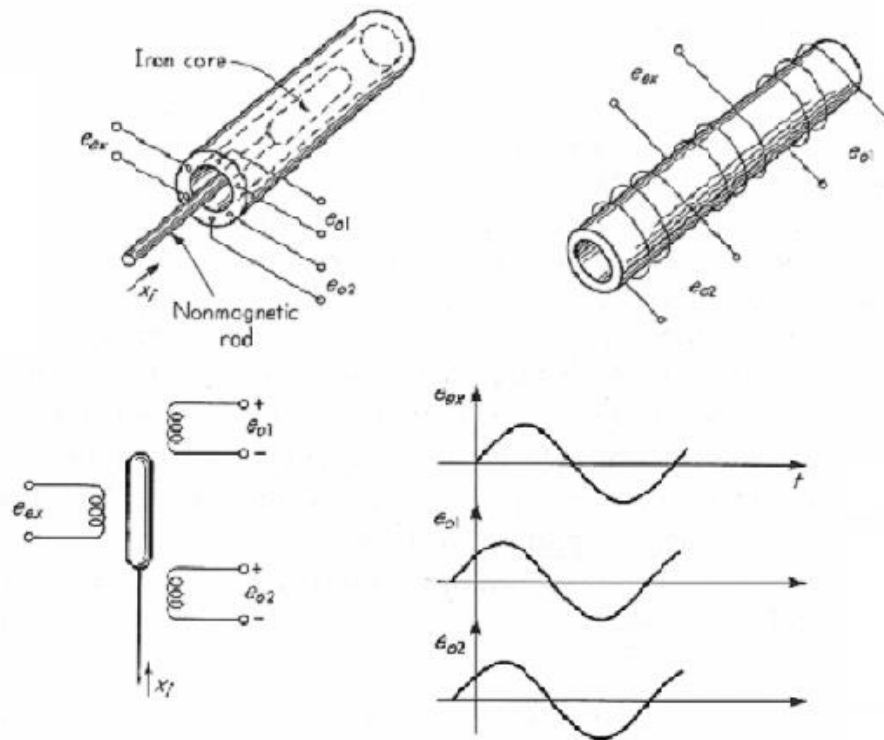
- Exemplos
  - acelerômetro  $\pm 5g$



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Trandutores indutivos

- Transformador Diferencial Variável Linear (LVDT)



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Transdutores indutivos

- Transformador Diferencial Variável Linear (LVDT)





## Sensores de Proximidade Indutivos

Os sensores de proximidade indutivos são projetados para detectarem objetos metálicos.

### **Características:**

não estão sujeitos à avaria ou desgaste mecânicos.

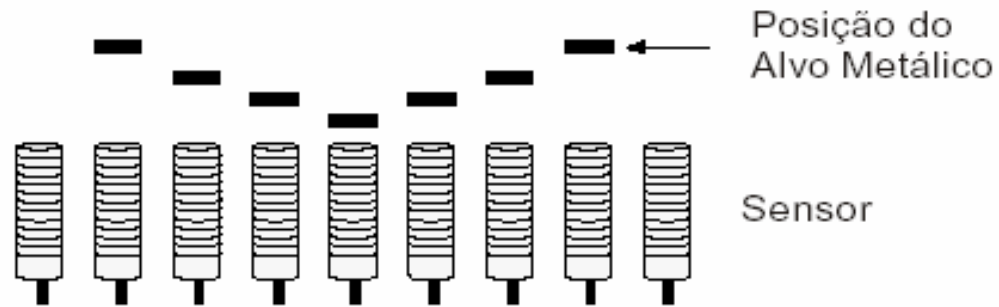
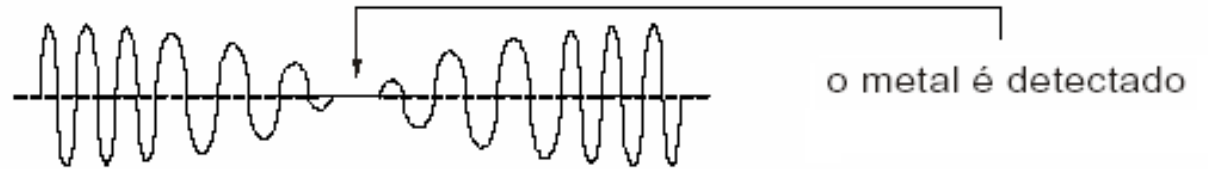
não são afetados por pó, graxa, óleo ou fuligem, na face sensora.

detectam tanto os metais ferrosos quanto os não-ferrosos.

seu princípio de funcionamento baseia-se na geração de um campo eletromagnético.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

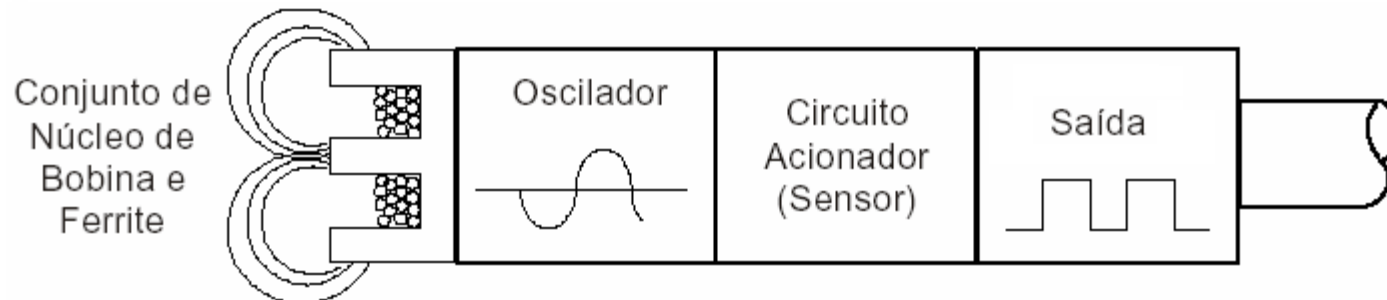
Estrutura do Sensor de Proximidade Indutivo:

Conjunto de Núcleo de Bobina e Ferrite

Oscilador

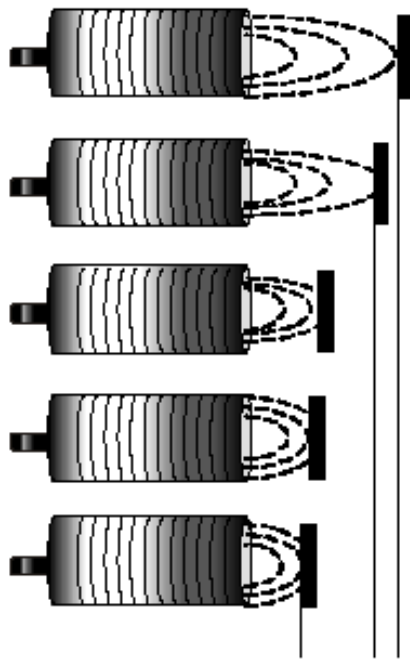
Circuito acionador

Circuito de saída



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Fatores de correção:



Aço doce  $\approx$  1,0 x Distância Operacional Nominal

Aço inoxidável  $\approx$  0,9 x Distância Operacional Nominal

Bronze  $\approx$  0,5 x Distância Operacional Nominal

Alumínio  $\approx$  0,45 x Distância Operacional Nominal

Cobre  $\approx$  0,4 x Distância Operacional Nominal

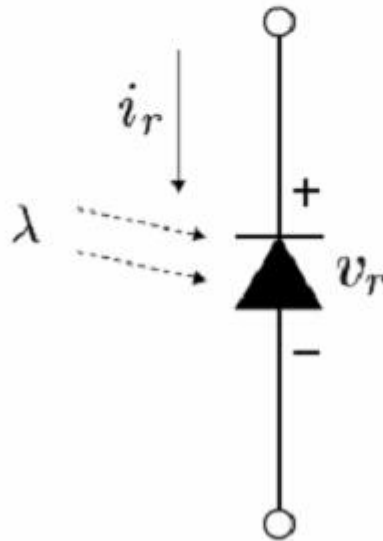
Distância Operacional Máxima  
(Ponto Detectado)

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Transdutores opto-eletrônicos

- Fotodiodo

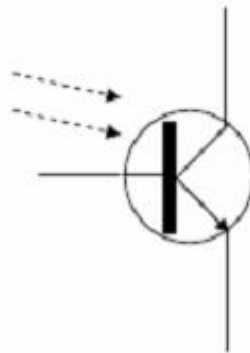


# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Trandutores opto-eletrônicos

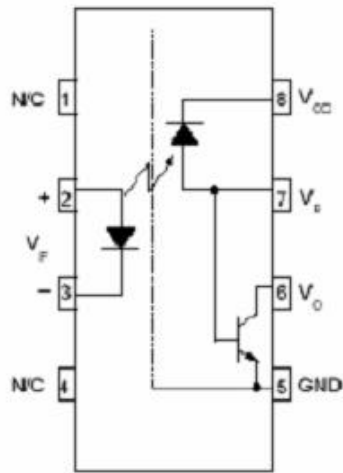
- Fototransistor



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

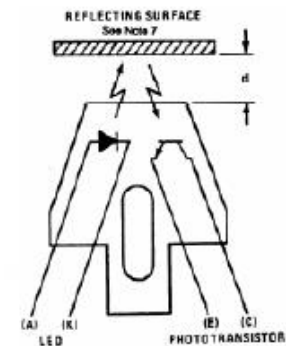
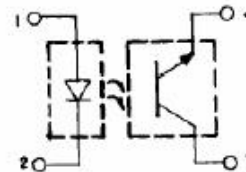
## Transdutores opto-eletrônicos

- Opto-acopladores



6N136

- Chaves ópticas

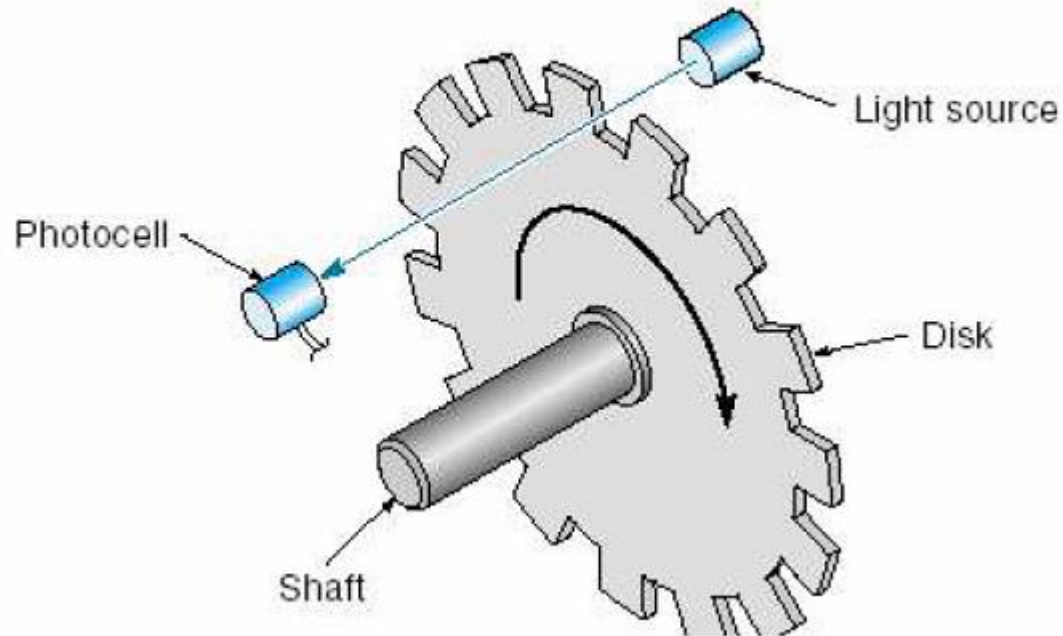


# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Transdutores opto-eletrônicos

### Encoders Óticos Rotativos



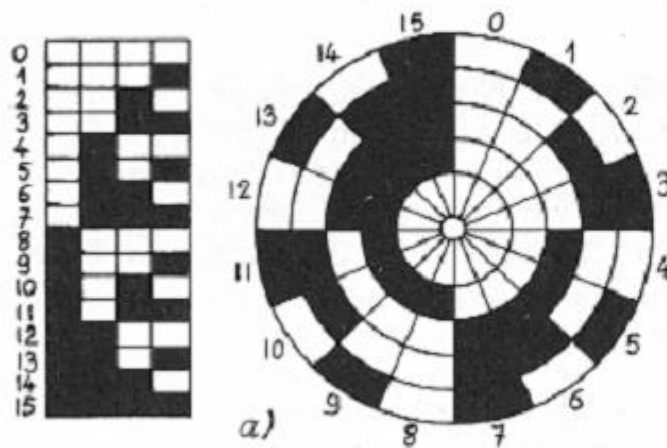
Mário Luiz Tronco



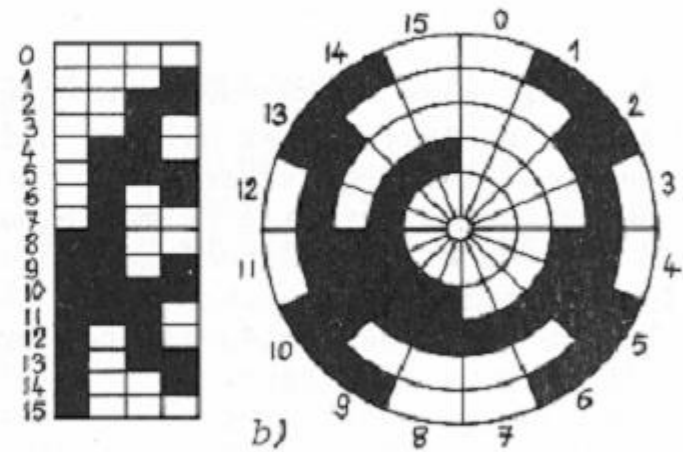
# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Transdutores opto-eletrônicos

- Encoder óptico absoluto

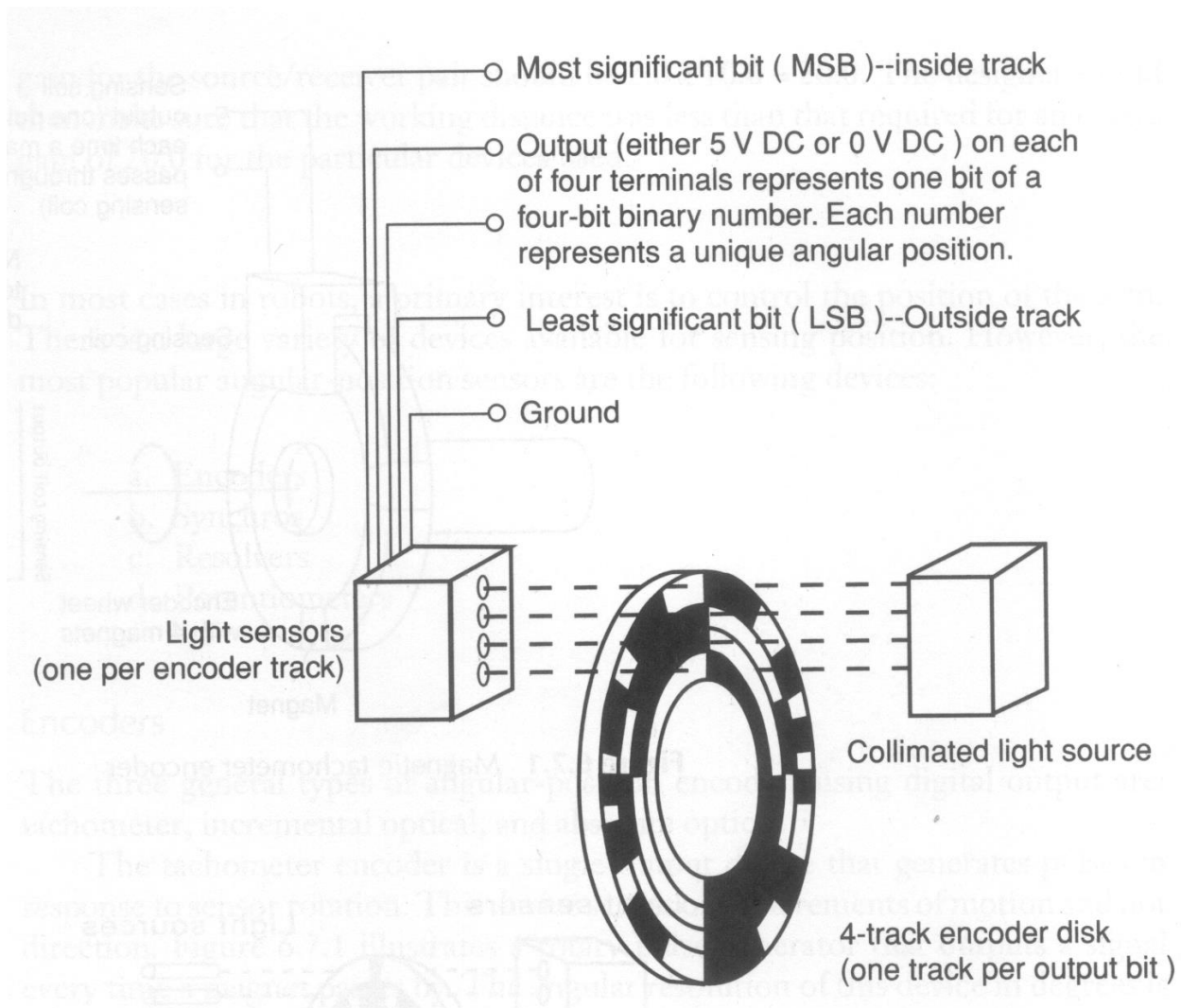


Disco codificado em binário



Disco codificado em Gray

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Mário Luiz Tronco

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Trandutores opto-eletrônicos

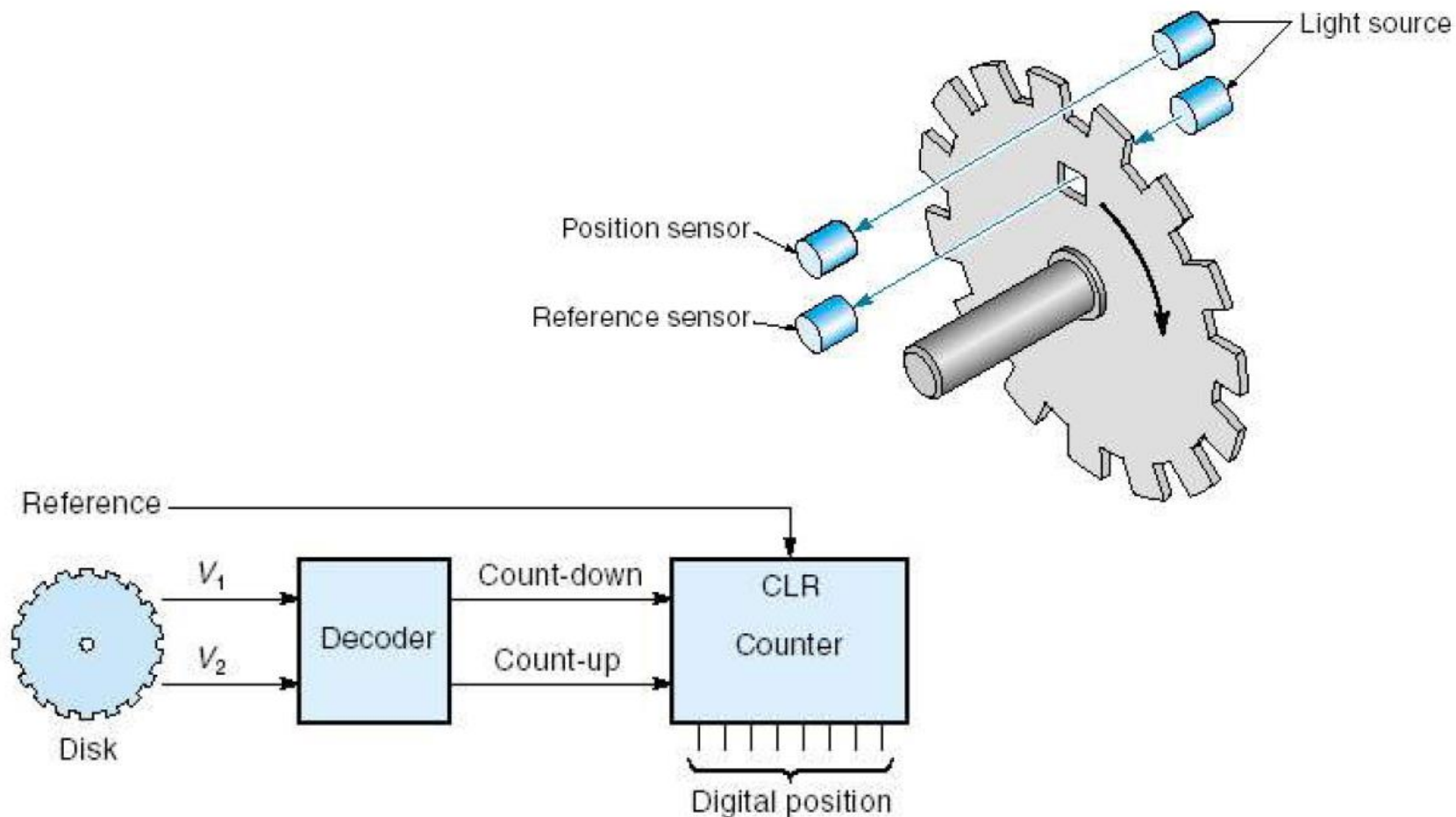
- Decodificador óptico absoluto



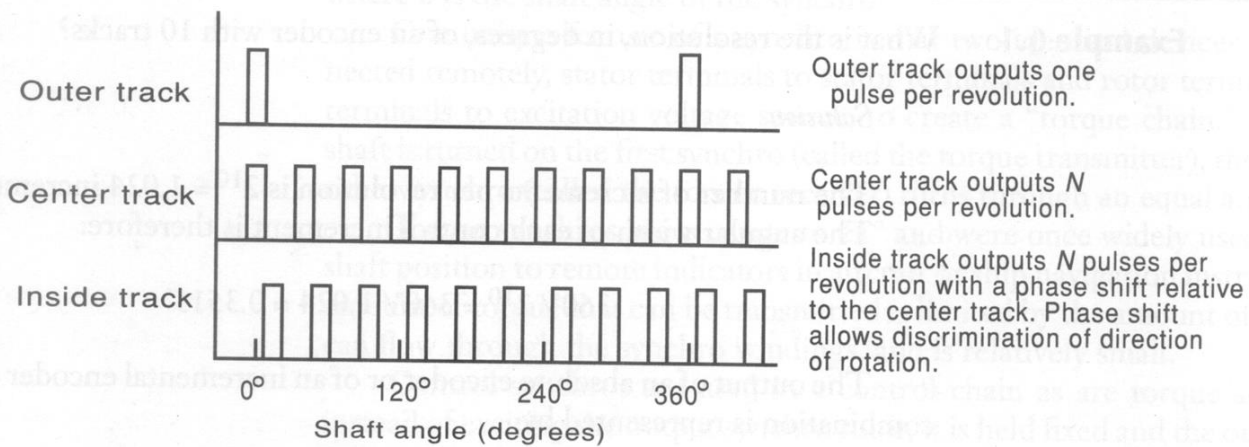
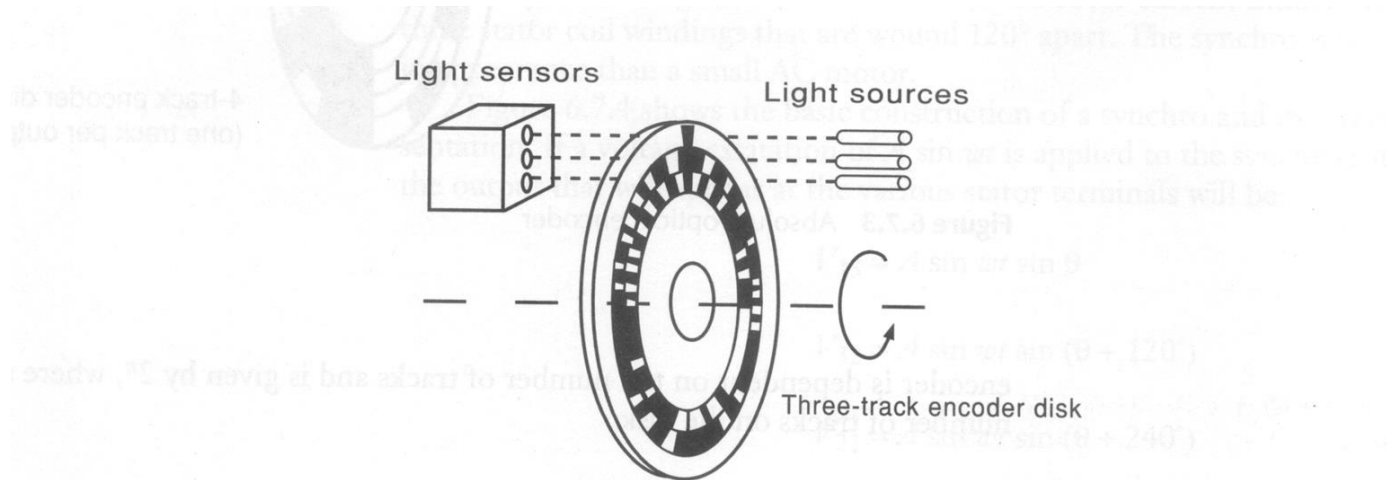
Sensor óptico e  
Disco codificado



# Encoder óptico incremental **ceitos, classificação, aplicação e programação**



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

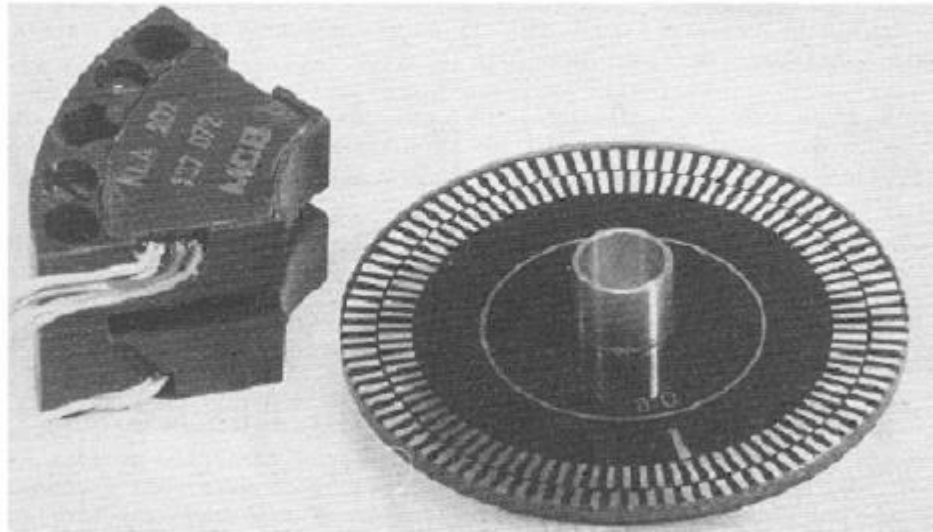


# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Trandutores opto-eletrônicos

- Encoder óptico incremental



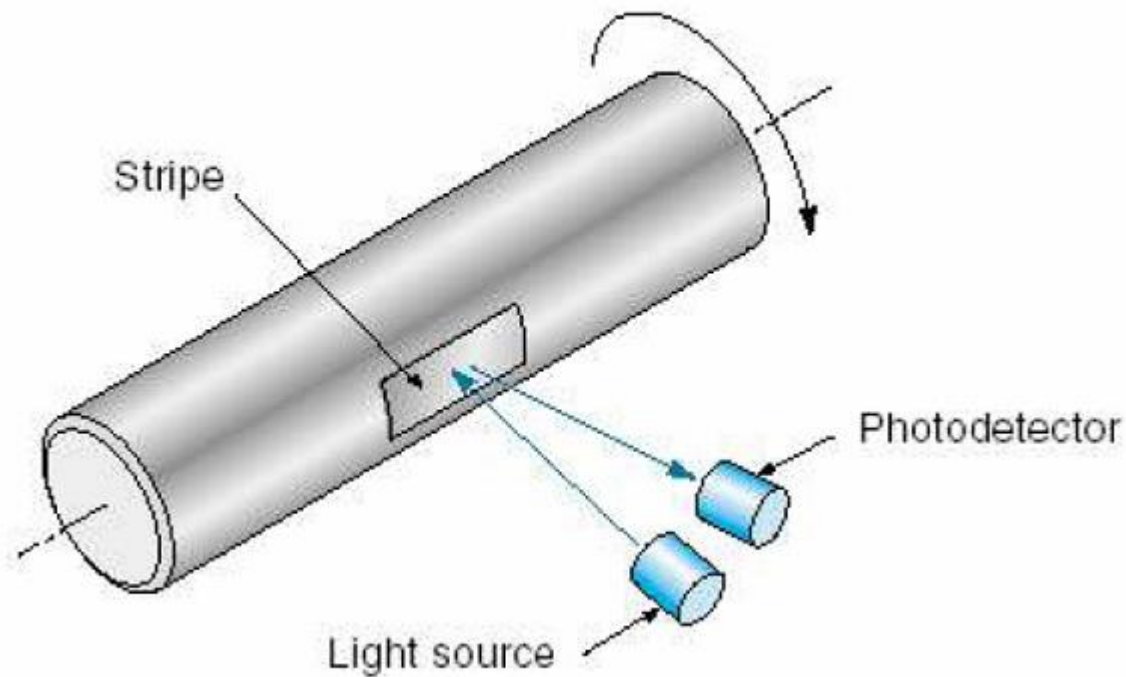
Sensor óptico e disco



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

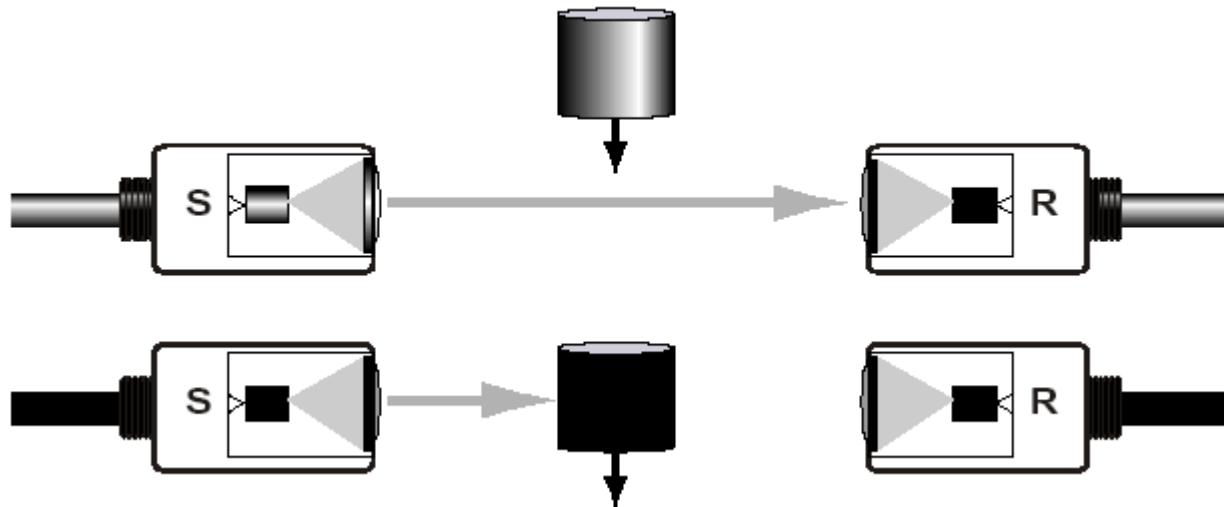
## Tacômetros óticos



Mário Luiz Tronco

## Sensores Fotoelétricos

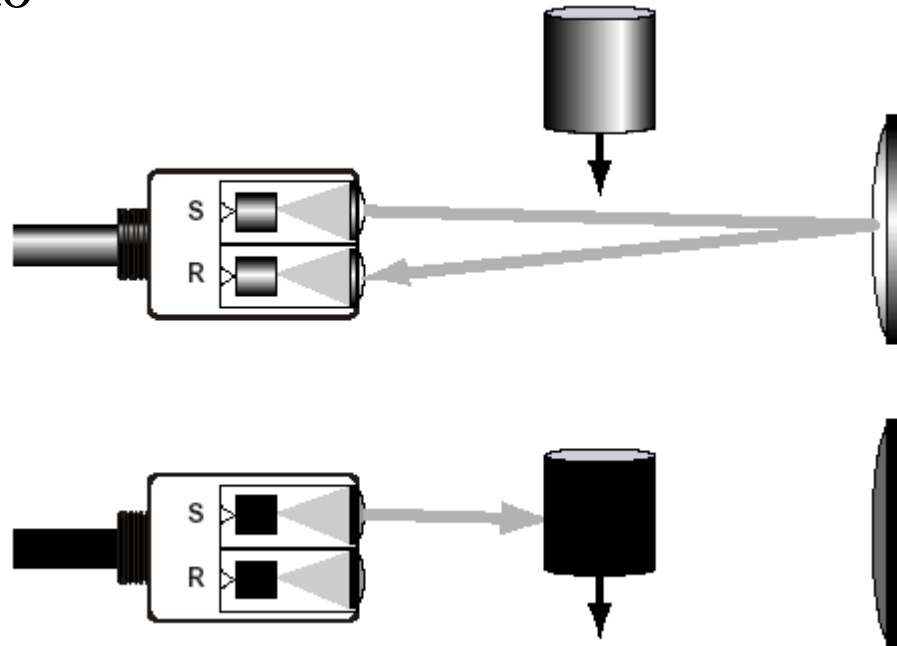
Barreira





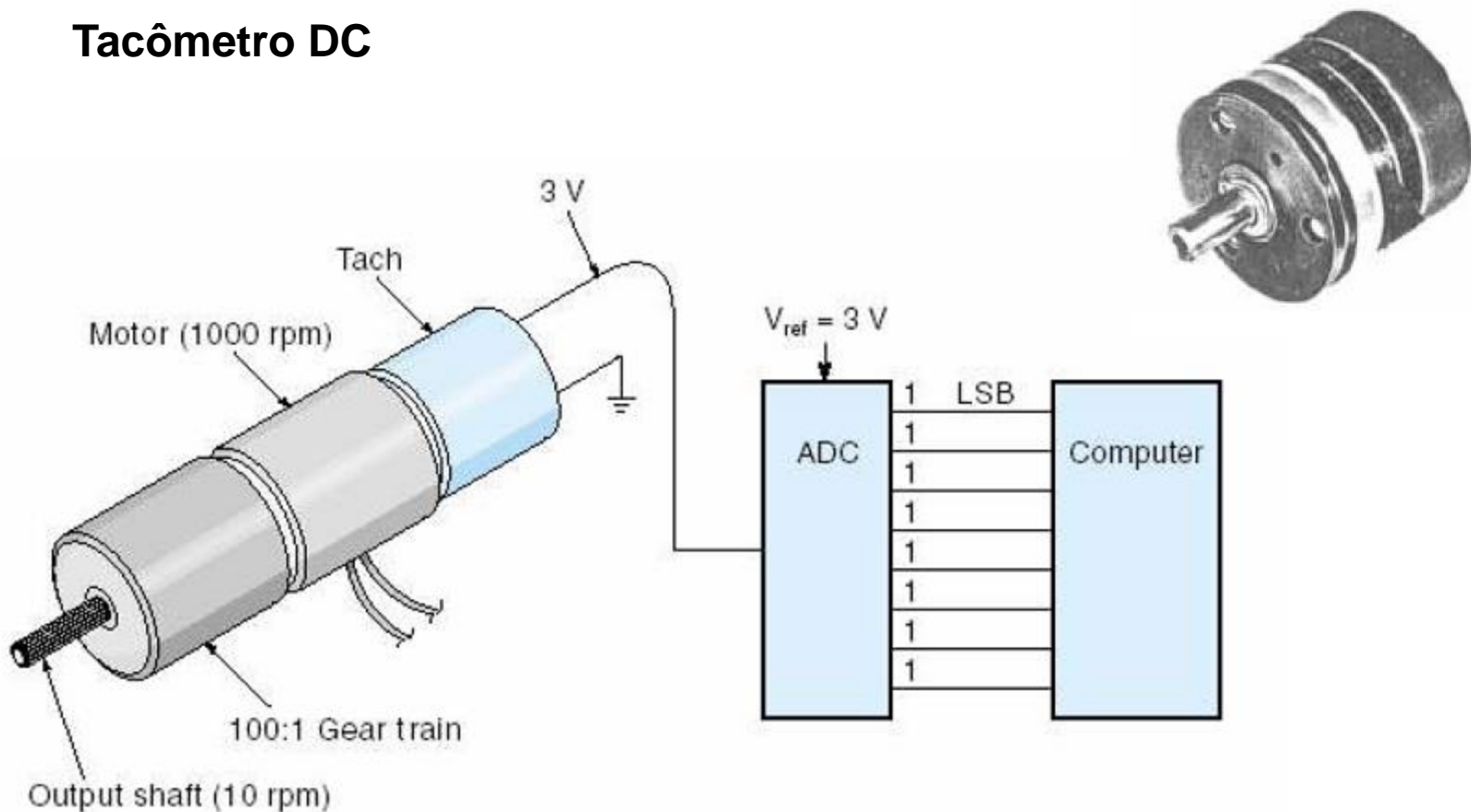
## Sensores Fotoelétricos

Por Reflexão



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Tacômetro DC



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

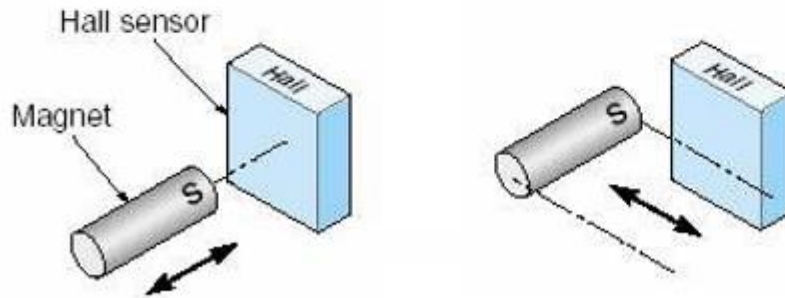
---

## Transdutores de campo magnético

- Sensores a efeito Hall

Efeito *Hall*: alguns materiais como o cobre, germânio e índio produzem uma voltagem na presença de um campo magnético.

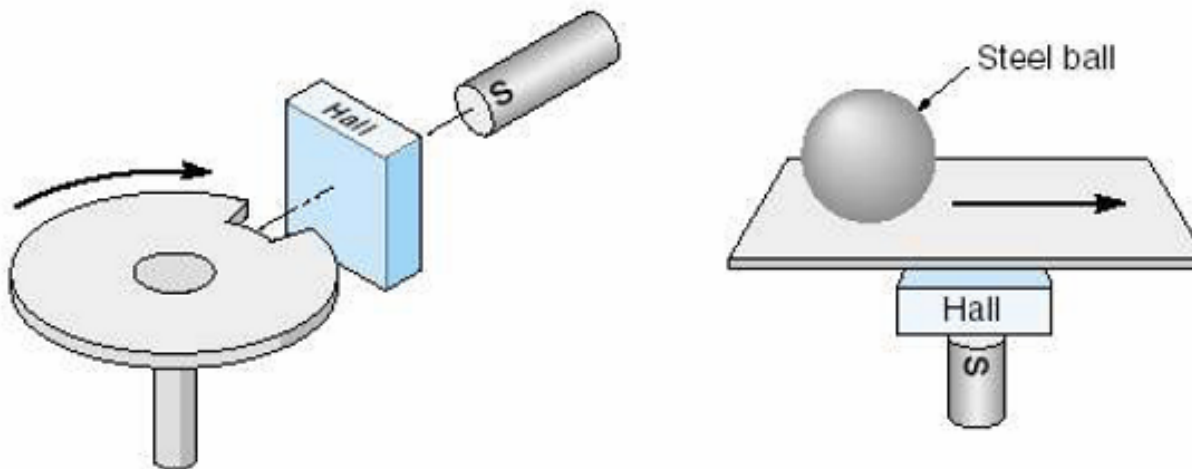
Sensores de proximidade por efeito *Hall*



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

Sensores de proximidade por efeito *Hall*

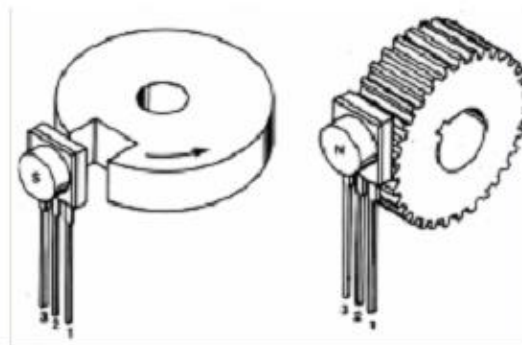
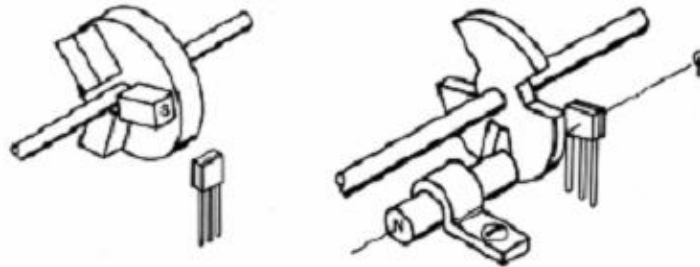


# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

## Transdutores de campo magnético

- Sensores a efeito Hall: Exemplos de aplicação



# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---

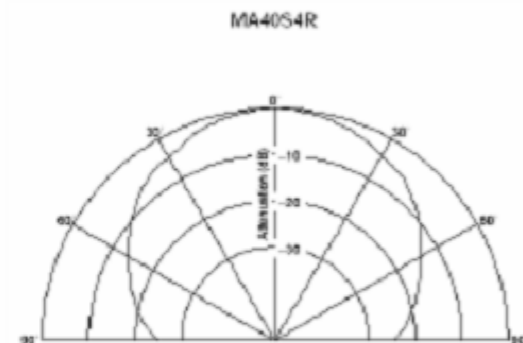
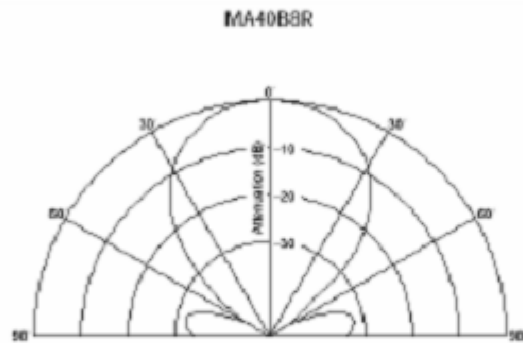
## Transdutores piezo-elétricos

- Propriedades do efeito piezo-elétrico
  - Conversão entre energias mecânica e elétrica (nos dois sentidos)
  - Aplicações: microfones, cápsulas sonoras (inclusive ultra-som)
- Propriedades do efeito piezo-resistivo
  - Conversão entre deformação mecânica e resistência elétrica
  - Aplicações: sensores de micro-força e de pressão.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Transdutores piezo-elétricos

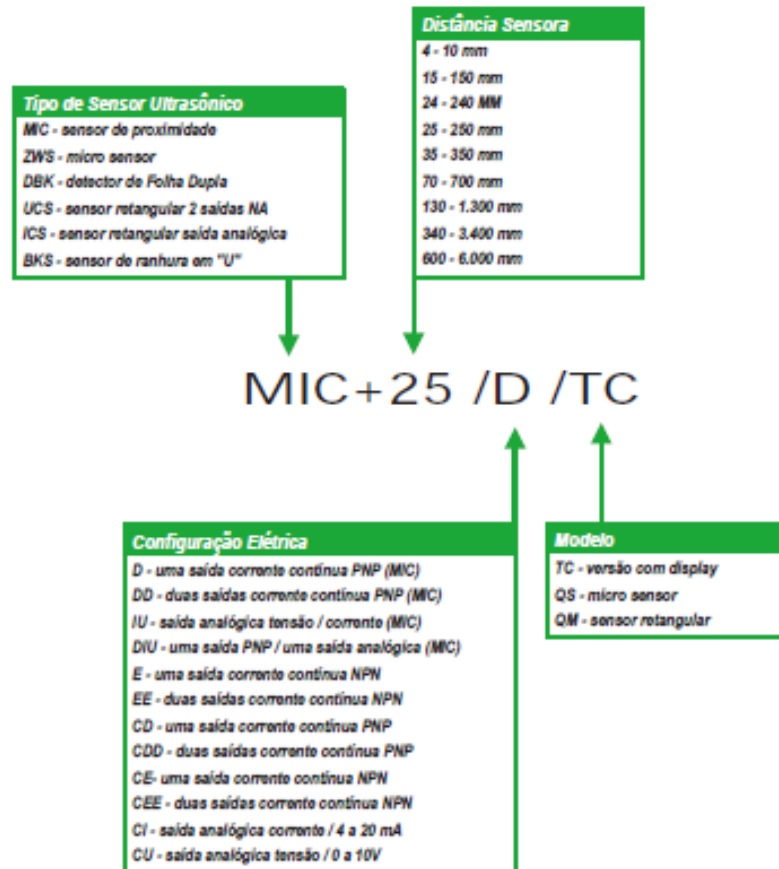
- Elemento piezo-elétrico:



Part Number	Construction	Using Method	Nominal Freq. (kHz)	Overall Sensitivity (mV/p-p)	Sensitivity (dB)	S.P.L. (dB)	Directivity (°)	Cap. (pF)	Operating Temp. Range (°C)	Detectable Range (m)	Resolution (mm)	Max. Input Voltage (Vp-p)
<b>MA40B8R</b>	Open struct.	Receiver	40	-	-63 typ. (0dB=10W/Pa)	-	50	2000	-30 to 85	0.2 to 6	9	-
<b>MA40B8S</b>	Open struct.	Transmitter	40	-	-	120 typ. (0dB=0.02mPa)	50	2000	-30 to 85	0.2 to 6	9	40 Continuous signal

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

## Sensores de Ultrassom





**M30**

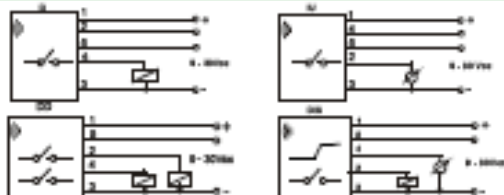
Distância 250 mm  
Corrente Contínua  
Display 3 dígitos  
Saída Digital  
e Analógica



	MIC+25/D/TC	MIC+25/DD/TC	MIC+25/IU/TC	MIC+25/DIU/TC
Tipo de saída	Digital	Digital	Análogica	Digital / Análogica
Desenho / Diagrama	1 / D	1 / DD	1 / IU	1 / DIU
Distância sensora	250 mm	250 mm	250 mm	250 mm
Distância máxima	350 mm	350 mm	350 mm	350 mm
Zona morta	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm
Frequência do transdutor	320 KHz	320 KHz	320 KHz	320 KHz
Histerese / Repetibilidade	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %
Resolução / Drift térmico	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K
Tensão de alimentação / ripple	9 a 30 Vcc / ± 10%	9 a 30 Vcc / ± 10 %	9 a 30 Vcc / ± 10 %	9 a 30 Vcc / ± 10 %
Corrente máx. de consultação	200 mA	200 mA	200 mA	200 mA (saída digital)
Corrente de consumo	≤ 80 mA	≤ 80 mA	≤ 80 mA	≤ 80 mA
Saída digital	PNP	PNP duplo	-	PNP
Saída analógica	-	-	0 a 10 V ou 4-20 mA (automático)	0 a 10V ou 4-20mA(automático)
Impedância carga analógica	--	-	250Ω a 1,2kΩ / tensão > 2kΩ	250Ω a 1,2kΩ / tensão > 2kΩ
Frequência máx / tempo resp.	11 Hz / 50 ms	11 Hz / 50 ms	50 ms	11 Hz / 50 ms
Proteção	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão
Sinalização ( leds tricolor)	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.
Programação de saída digital	NA ou NF	NA ou NF	-	NA ou NF
Programação de saída analógica	--	-	crescente / decrescente	crescente / decrescente
Modo de programação	via botões ou por software	via botões ou por software	via botões ou por software	via botões ou por software
Programação via software	Link Control ( não incluso )	Link Control ( não incluso )	Link Control ( não incluso )	Link Control ( não incluso )
Temperatura de operação	-25°C a + 70°C	-25°C a + 70°C	-25°C a + 70°C	- 25°C a + 70°C
Conexão	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos
Invólucro	latão cromado / frente PBT	latão cromado / frente PBT	latão cromado / frente PBT	latão cromado / frente PBT
Grau de proteção / Peso	IP 67 / 150 g	IP 67 / 150 g	IP 67 / 150 g	IP 67 / 150 g

Nota: Solicitar conector PL V10 para ligação dos sensores MIC

Configuração de Saída



Conector



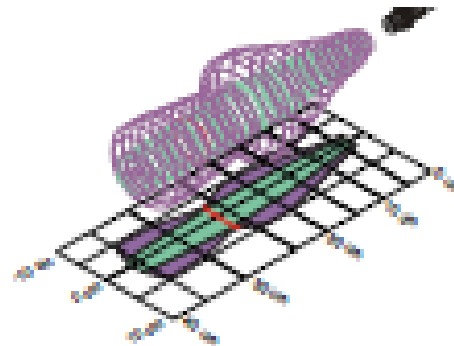
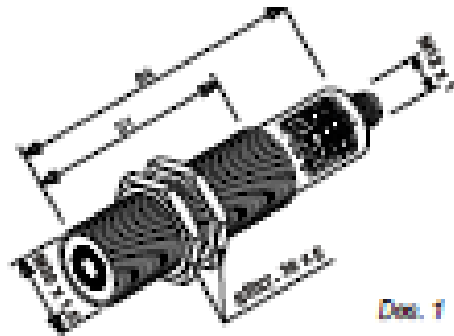
Software



Link Control - software de configuração do sensor para PC, com adaptador para porta RS 232.

# Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

---



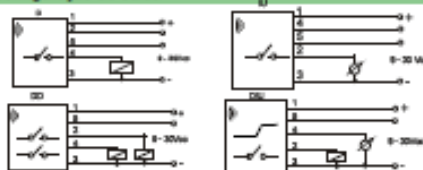
## M30

Distância 3400 mm  
Corrente Contínua  
Display 3 dígitos  
Saída Digital  
e Analógica

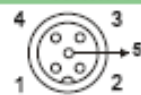


	MIC+340/D/TC	MIC+340/DD/TC	MIC+340/IU/TC	MIC+340/DIU/TC
Tipo de saída	PNP	2 x PNP	Analógica	Digital / Analógica
Desenho	4 / D	4 / DD	4 / IU	4 / DIU
Distância sensora	3400 mm	3400 mm	3400 mm	3400 mm
Distância máxima	5000 mm	5000 mm	5000 mm	5000 mm
Zona morta	350 mm	350 mm	350 mm	350 mm
Frequência do transdutor	120 KHz	120 KHz	120 KHz	120 KHz
Histerese / Repetibilidade	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %
Resolução / Diff. térmico	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K
Tensão de alimentação / ripple	9 a 30 Vcc / ± 10%	9 a 30 Vcc / ± 10%	9 a 30 Vcc / ± 10%	9 a 30 Vcc / ± 10%
Corrente máx. de consultação	200 mA	200 mA	-	200 mA (saída digital)
Corrente de consumo	≤ 80 mA	≤ 80 mA	≤ 80 mA	≤ 80 mA
Saída digital	PNP	PNP duplo	-	PNP
Saída analógica	-	-	0 a 10 V ou 4-20 mA (automático)	0 a 10V ou 4-20mA(automático)
Impedância carga analógica	-	-	250Ω a 1,2kΩ / tensão: >2kΩ	250Ω a 1,2kΩ / tensão: >2kΩ
Frequência máx. / tempo resp.	3 Hz / 180 ms	3 Hz / 180 ms	180 ms	3 Hz / 180 ms
Proteção	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão
Sinalização ( leds tricolor)	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.
Programação de saída digital	NA ou NF	NA ou NF	-	NA ou NF
Programação de saída	-	-	crescente / decrescente	crescente / decrescente
Modo de programação	via botões ou por software	via botões ou por software	via botões ou por software	via botões ou por software
Programação via software	Link Control ( não incluso )	Link Control ( não incluso )	Link Control ( não incluso )	Link Control ( não incluso )
Temperatura de operação	-25° C a + 70° C	-25° C a + 70° C	-25° C a + 70° C	-25° C a + 70° C
Conexão	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos
Invólucro	látio cromado / frente PBT	látio cromado / frente PBT	látio cromado / frente PBT	látio cromado / frente PBT
Grau de Proteção / Peso	IP 67 / 210 g	IP 67 / 210 g	IP 67 / 210 g	IP 67 / 210 g

### Configuração de Saída



### Conector V15



### Cor dos Cabos

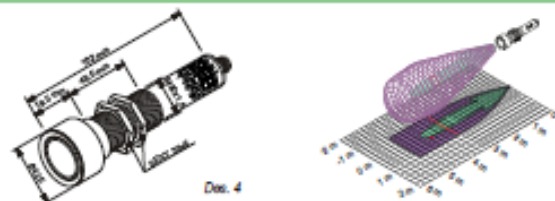
MR - marrom / AZ - azul  
PR - preto / BR - branco

### Software



Link Control - software de configuração do sensor para PC, com adaptador para porta RS 232.

### Dimensões Mecânicas



Des. 4