

Prática em Fábrica de Software III

Sensores

Prof. Alexandre Tannus

ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Definição de Sensores

- ▶ Sensores são dispositivos que detectam informações sobre o robô e do meio onde ele está imerso e as transmite para o controlador do robô.
- ▶ Sensores produzem um sinal que permite medir uma quantidade como:
 - ▶ Força, torque, temperatura, posição, velocidade, ...

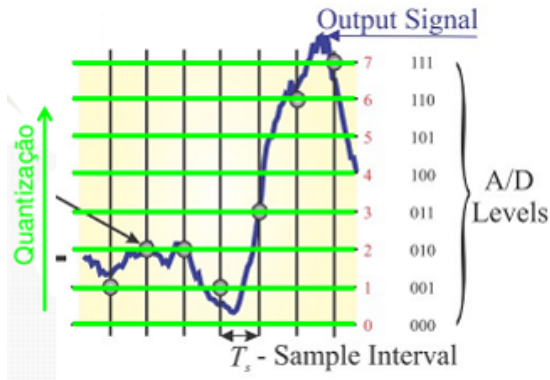
- ▶ Sensores ajudam o robô a:
 - ▶ Detectar a posição e orientação de suas diversas juntas.
 - ▶ Garantir a qualidade de produção.
 - ▶ Descobrir variações de forma e dimensão das peças produzidas.
 - ▶ Identificar obstáculos imprevistos.
 - ▶ Determinar e analisar defeitos.

Definições importantes

- ▶ Acurácia
 - ▶ Concordância entre o valor real e o valor medido
- ▶ Resolução
 - ▶ Mudança na variável medida para a qual o sensor irá responder
- ▶ Repetibilidade
 - ▶ Variação das medidas do sensor quando a mesma variável é medida várias vezes
- ▶ Range
 - ▶ Limite superior e inferior que podem ser medidos da variável

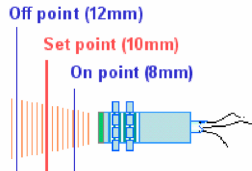
Sinal analógico x digital

- ▶ **Analógico:** amplitude pode variar em uma faixa contínua
- ▶ **Digital:** amplitude pode assumir M valores dentro de uma faixa de amplitudes



Terminologia

- ▶ Face sensora
 - ▶ Lado do sensor que detecta o objeto
- ▶ Distância
 - ▶ Espaço entre a face sensora e o objeto a ser detectado
- ▶ Histerese

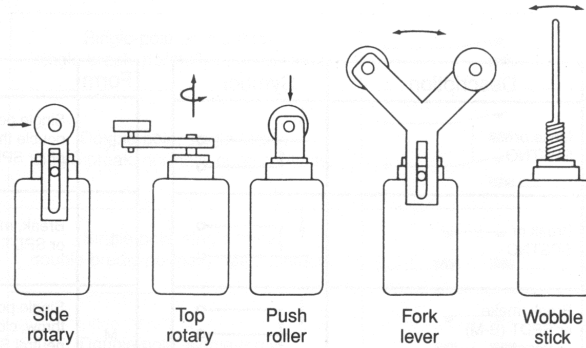


Tipos de sensores

- ▶ Mecânicos
- ▶ Magnéticos – detectam apenas magnetos
- ▶ Indutivos – apenas materiais ferromagnéticos
- ▶ Capacitivos
- ▶ Ópticos
- ▶ Ultrassônicos

Sensores Mecânicos

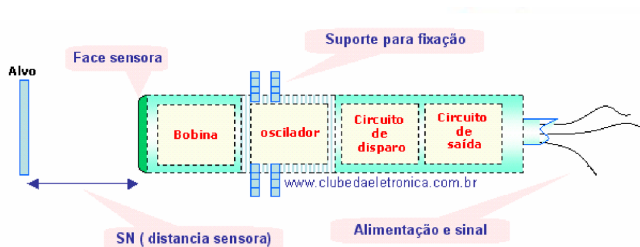
- ▶ Chaves de fim de curso
- ▶ Botoeiras



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

Sensores indutivos

- Variação na indutância gerada por uma bobina

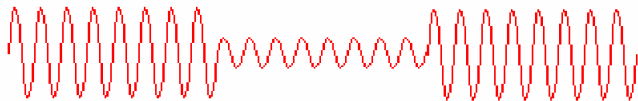


Princípio de Funcionamento

Alvo distante

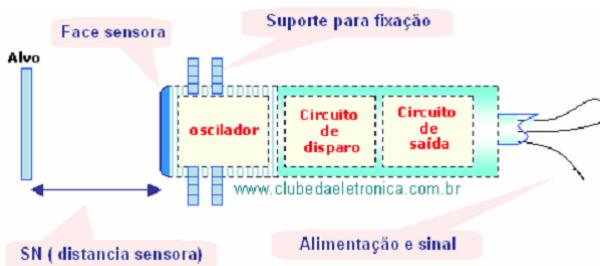
Alvo distante

Alvo próximo

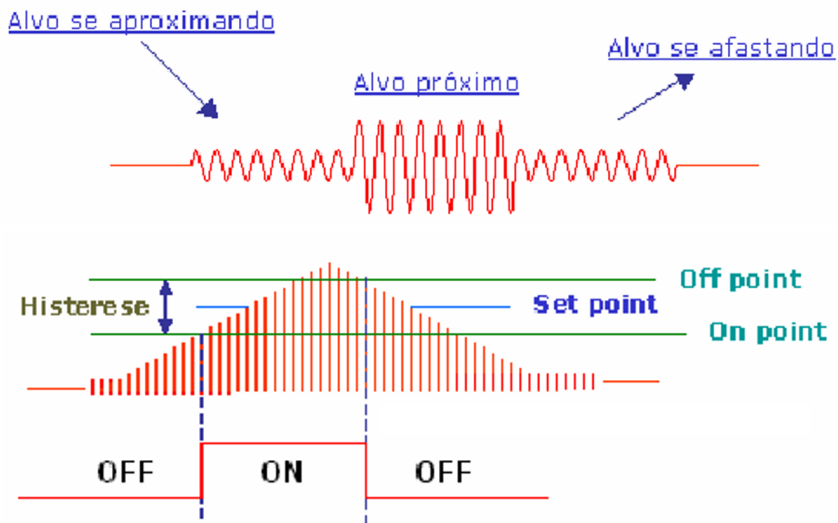


Sensores Capacitivos

- ▶ Detectam objetos metálicos e não metálicos
- ▶ Capacidade de detectar dentro de recipientes
- ▶ Verificação de níveis de fluidos e sólidos em tanques



Princípio de Funcionamento



Constante dielétrica

Material	K dielétrica	Material	K dielétrica	Material	K dielétrica
Acetona	19,5	Farinha	1,5-1,7	Poliamida	5,0
Açúcar	3,0	Freon R22 & 502 (líquido)	6,11	Poliestireno	3,0
Água	80	Gasolina	2,2	Polietileno	2,3
Aguarrás	2,2	Glicerina	47	Polipropileno	2,0-2,3
Álcool	25,8	Goma-Laca, Verniz	2,5-4,7	Porcelana	4,4-7
Amônia	15-25	Leite em Pó	3,5-4	Resina Acrílica	2,7-4,5
Anilina	6,9	Madeira, Molhada	10-30	R. de Cloreto de Polivinil	2,8-3,1
Ar	1,000264	Madeira, Seca	2-7	Resina de Poliéster	2,8-8,1
Areia	3-5	Mármore	8,0-8,5	Resina Epóxi	2,5-6
Baquelite	3,6	Mica	5,7-6,7	Resina de Estireno	2,3-3,4
Benzina	2,3	Nitrobenzina	36	Resina Fenólica	4-12
Borracha	2,5-35	Nylon	4-5	Resina Melamínica	4,7-10,2
Calcário de Concha	1,2	Óleo de Soja	2,9-3,5	Resina de Uréia	5-8
Celulóide	3,0	Óleo de Transformadores	2,2	Sal	6,0
Cereal	3-5	Papel	1,6-2,6	Soluções Aquosas	50-80
Cinza de Incêndio	1,5-1,7	Papel Saturado de Óleo	4,0	Teflon	2,0
Cloro líquido	2,0	Parafina	1,9-2,5	Tetracloro de Carbono	2,2
Dióxido de Carbono	1,000985	Perspex	3,2-3,5	Tolueno	2,3
Ebonite	2,7-2,9	Petróleo	2,0-2,2	Vaselina	2,2-2,9
Enxofre	3,4	Placa Prensada	2-5	Verniz Siliconado	2,8-3,3
Etanol	24	Pó de cimento	4,0	Vidro	3,7-10
Etilenoglicol	38,7	Poliacetil	3,6-3,7	Vidro de Quartzo	3,7

Sensores óticos

- ▶ Emissão e recepção de feixes de luz
- ▶ Maior distância sensora



Sensores óticos

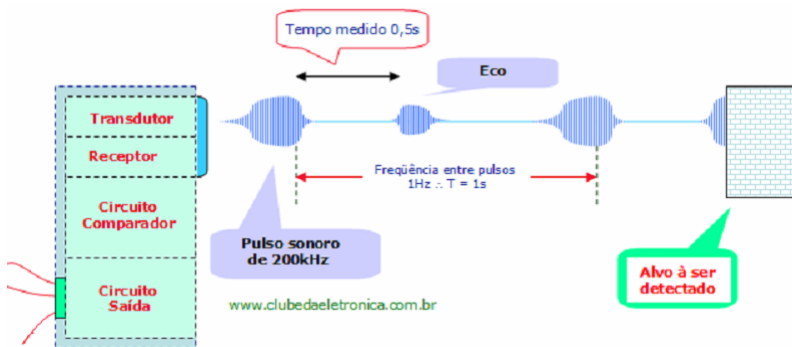
- ▶ Background
- ▶ Zona Morta
- ▶ Interferências do meio
- ▶ Fator de correção

Cor	Fator de correção
Branco	0,95 a 1,00
Amarelo	0,90 a 0,95
Verde	0,80 a 0,90
Vermelho	0,70 a 0,80
Azul claro	0,60 a 0,70
Violeta	0,50 a 0,60
Preto	0,20 a 0,50

Material	Fator de correção
Metal polido	1,20 a 1,80
Metal usinado	0,95 a 1,00
Papéis	0,95 a 1,00
Madeira	0,70 a 0,80
Borracha	0,40 a 0,70
Papelão	0,50 a 0,60
Pano	0,50 a 0,60

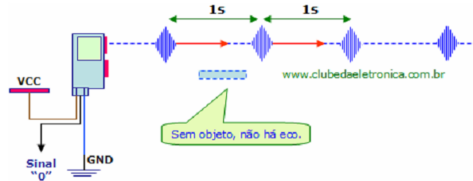
Sensores ultrassônicos

- Emissão e recepção de ondas sonoras

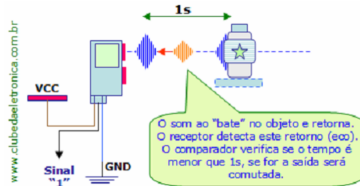


Princípio de funcionamento

Sem objeto



Com objeto



Sensores segundo a função

- ▶ Manipulação
 - ▶ Que interagem com o meio ambiente do robô.
 - ▶ Ex: sensores de Força.
- ▶ Aquisição
 - ▶ Que permitem ao robô perceber seu próprio estado.
 - ▶ Ex: encoders.

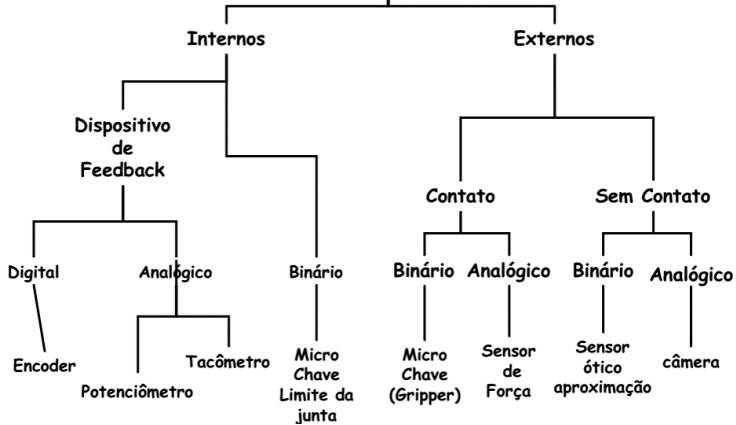
Sensores segundo a localização

- ▶ Internos
 - ▶ Encoders.
- ▶ Externos
 - ▶ Swiches, táteis, proximidade e fotoelétricos.
- ▶ *Interlocked*
 - ▶ Usados para proteger o robô.
 - ▶ Travam o robô até que certa condição se torne válida (pressão de fluido, temperatura alta, etc)

Sensores segundo a ativação

- ▶ Contato
 - ▶ Existe um contato físico para a ativação
 - ▶ Ex.: switches
- ▶ Sem contato
 - ▶ Não existe um contato físico para a ativação
 - ▶ Ex.: visão, ultrassom, radiação

Sensores em robôs



Classificação - Aplicação

- ▶ Proximidade
- ▶ Posição / Velocidade
- ▶ Força / pressão
- ▶ Vibração / Aceleração
- ▶ Tato

Sensores de Proximidade

- ▶ On / Off – presença ou ausência de objeto
- ▶ Tipos
 - ▶ Chave mecânica
 - ▶ Ótico
 - ▶ Ultrassônico
 - ▶ Indutivo
 - ▶ Capacitivo

- ▶ É necessário, em geral, pelo menos duas funções de segurança:
 - ① Desligar ou poder desabilitar quando uma pessoa entra na área de perigo.
 - ② Evitar ligar ou habilitação de força quando uma pessoa está na zona de perigo.

Cortinas de luz

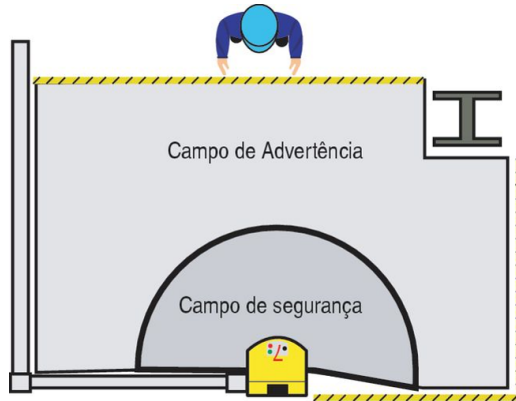
- ▶ As cortinas de luz de segurança são sensores de presença fotoelétrico projetados especificamente para proteger o pessoal de lesões relacionadas com o movimento da máquina perigosa.
- ▶ Também conhecido como:
 - ▶ AOPDs (dispositivos de proteção individual optoeletrônicos ativos)
 - ▶ ESPE (equipamentos de proteção individual eletrosensíveis)



- ▶ Os leitores de segurança a laser usam um espelho rotativo que criam um plano de detecção.
- ▶ A localização do objeto é determinado pelo ângulo de rotação do espelho e pelo “tempo de vôo” de um feixe de laser.
 - ▶ Ao tomar a medida da distância e da localização do objeto, o scanner a laser determina a posição exata do objeto.

- ▶ Os scanners a laser criam duas zonas
 - ① uma zona de alerta: fornece um sinal de que não desliga o perigo e informa às pessoas que elas estão se aproximando da zona de segurança
 - ② uma zona de segurança: quando um objeto entra, faz o scanner a laser emitir uma ordem de parada; as saídas dos controladores se desligam.

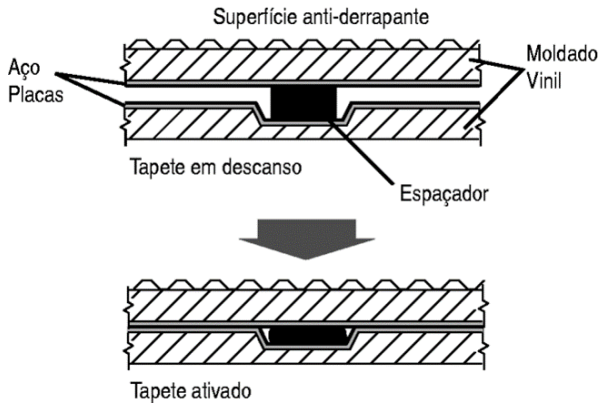
Scanners a laser



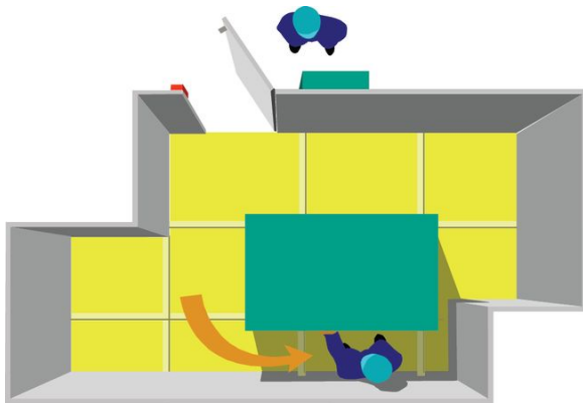
Tapetes de segurança sensíveis a pressão

- ▶ Usados para a vigilância de uma área em torno de uma máquina
- ▶ Uma matriz de tapetes interligados é definido em torno da área de risco e a pressão aplicada ao tapete (por exemplo, passos de um operador) fará com que a unidade controladora do tapete desligue a alimentação do perigo.

Tapetes de Segurança



Tapetes de Segurança



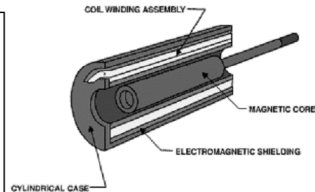
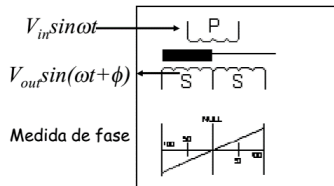
- ▶ Sensores de velocidade
 - ▶ Potenciômetro
 - ▶ LVDT
 - ▶ Encoder
- ▶ Sensores de aceleração
 - ▶ Tacômetro

Potenciômetro

- ▶ Resistor variável
- ▶ Vantagens
 - ▶ Simples
 - ▶ Barato
- ▶ Desvantagens
 - ▶ Pouco exato
 - ▶ Baixa resolução

LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*)

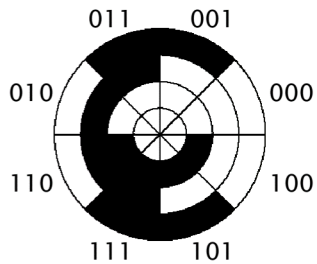
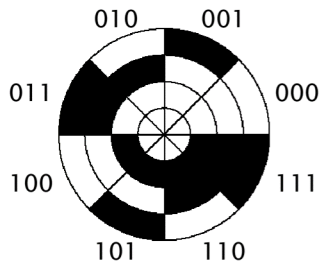
- ▶ Um LVDT consiste de um núcleo magnético que move dentro de um cilindro
- ▶ A luva do cilindro contém uma bobina primária com uma tensão oscilante aplicada
- ▶ A luva também contém dois secundários que detectam esta tensão com a magnitude igual ao deslocamento
- ▶ LVDTs são muito precisos (centésimo de milímetro)



- ▶ *Encoders* são sensores digitais usados para dar *feedback* de posição para atuadores
- ▶ Consiste de um disco de vidro ou plástico que gira entre uma fonte de luz (LED) e um par de fotodetectores
- ▶ O disco é marcado com setores ou riscos que bloqueiam a passagem da luz, produzindo pulsos conforme gira



Codificação



- ▶ Sensor de posição absoluta
 - ▶ Um estator composto por dois enrolamentos, A e B.
 - ▶ O enrolamento A está posicionado a 90 graus do enrolamento B.
 - ▶ O rotor é composto por um terceiro enrolamento, C, que é energizado com uma onda senoidal.
 - ▶ O sinal em C induz sinais em A e B, que variam com a posição angular de C.
 - ▶ A voltagem induzida em A está em quadratura com a de B.
 - ▶ Cada posição do rotor produz valores diferentes em A e B.

Resolvers

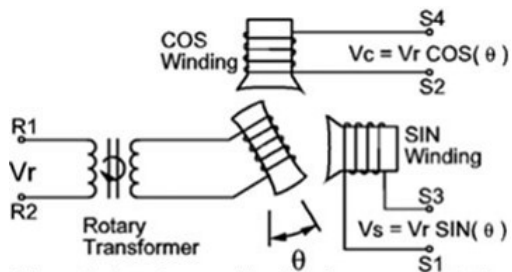


Figure 1: A resolver consists of a reference coil (rotor) and a pair of orthogonally positioned stator coils. As the energized reference coil turns, it induces voltages in the stator coils that can be processed to yield angular position.

Resolvers



Tacômetro

- ▶ Medida de velocidade de rotação utilizando um gerador DC
- ▶ Essencialmente é um motor girando ao contrário
- ▶ Normalmente utiliza-se conectados diretamente ao motor para se ter *feedback*



