

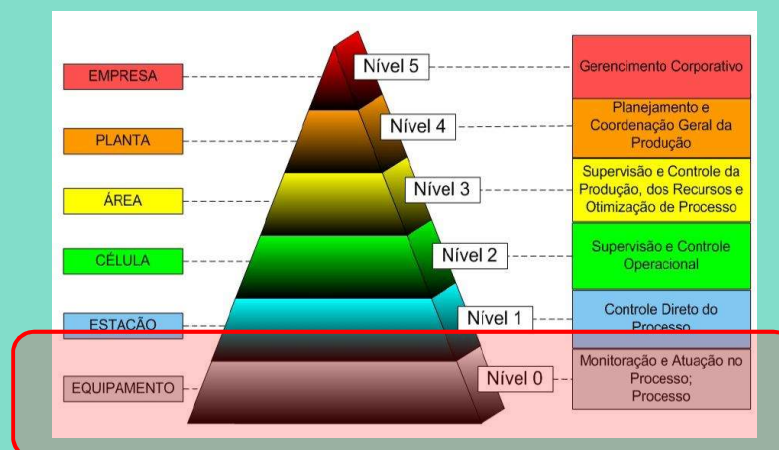


Universidade de São Paulo
Escola Politécnica
Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos

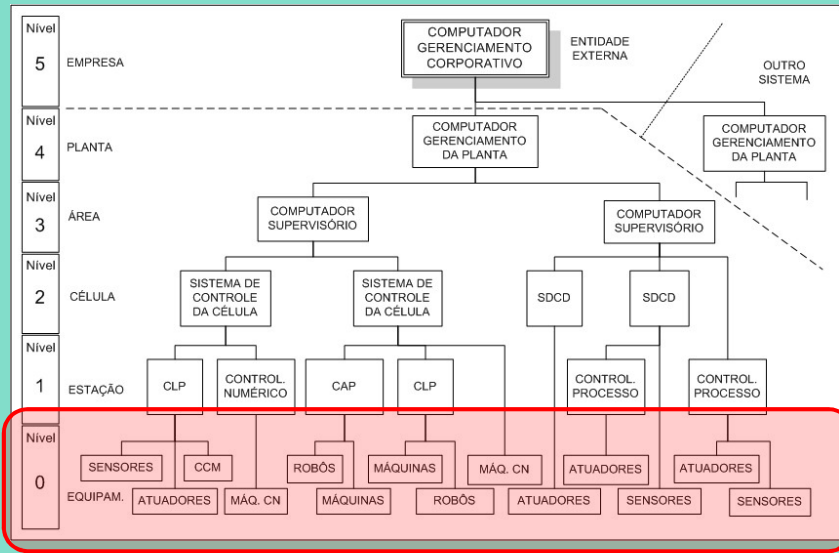
PSI 2461 ELETRÔNICA DE CONTROLE INDUSTRIAL

SENSORES DISCRETOS

Pirâmide da Automação



Pirâmide da Automação



Sensoriamento

• Introdução:

- ✓ Sensores são dispositivos amplamente utilizados na automação industrial, que transformam variáveis físicas como posição, velocidade, temperatura, nível, pH, etc, em variáveis convenientes.
- ✓ Se estas são elétricas, a informação propriamente dita pode estar associada à tensão ou à corrente; o segundo caso é mais usual, porque implica em receptor de impedância baixa e, portanto, em maior imunidade à captação de ruídos eletromagnéticos.
- ✓ Modernamente, em ambientes mais ruidosos e com distâncias maiores, é amplamente utilizada a transmissão ótica via fibras óticas.

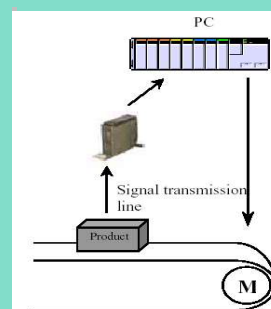
Sensoriamento

Introdução:

- ✓ Há sensores em que a amplitude do sinal elétrico de saída reproduz a amplitude do sinal de entrada; são os sensores de medição ou transdutores; fundamentais no campo do controle dinâmico dos processos (realimentação ou alimentação avante). Sua saída pode ser analógica ou digital.
- ✓ Para a automação o principal objetivo é comandar eventos, por exemplo, a chegada de um objeto a uma posição, de um nível de um líquido a um valor, etc.
- ✓ Suas saídas são então do tipo 0-1, "on"- "off", isto é, binárias. É a estes sensores que conferimos o nome de **Sensores Discretos**.

Sensores discretos

• Introdução:



Sensores discretos como sensores de controle:

- Permitem que um PLC detecte o estado de um processo,
- Esses sensores podem somente detectar estados booleanos

Considerações para especificação de um sensor

Considerações para aplicação de sensores e cartões de entrada de Controladores:

- Tensão de alimentação e forma de ligação do sensor
- NA ou NF
- Frequência do pulso
- Período do pulso
- Ripple (Oscilação)
- Tensão mínima de acionamento
- Corrente de carga
- Interferência do ambiente

Sensores

- Classificação:
 - Proximidade / posição
 - Com Contato: Mecânico
 - Sem contato: Indutivo, Capacitivo, Foto-elétricos (Ópticos), Sonar, Hall
 - Temperatura
 - Pressão
 - Vazão
 - Nível
 - Velocidade / posição

Sensores de contato mecânico

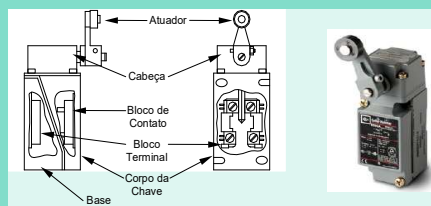
Sensores de contato mecânico

Nesses sensores, uma força entre o sensor e o objeto é necessária para efetuar a detecção do objeto.

❑ Quando um objeto entra em contato físico com o atuador, o dispositivo opera os contatos para abrir ou fechar uma conexão elétrica.

❑ Estes dispositivos têm um corpo reforçado, para suportar forças mecânicas decorrentes do contato com os objetos. Apresentam rodas e amortecedores para diminuir o desgaste do ponto de contato.

Sensor tipo chave de contato

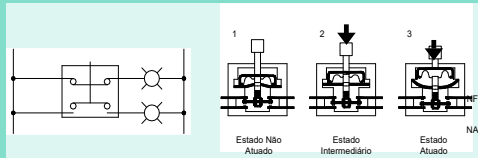


Sensores de contato mecânico

As chaves de contato apresentam diversas configurações, podendo ser agrupadas pelos seguintes critérios:

- Chaves de contato elétrico normalmente abertos (NA) ou normalmente fechados (NF);
- Contatos que após acionados podem ser momentâneos ou permanentes;
- Dois ou quatro pares de contatos elétricos;
- Atuação por pressão;
- Abertura e fechamento lento de contatos.

Tipos de contato nos sensores de contato



Sensores de contato mecânico

Chaves Manipuladas pelo Operador do Processo

- Chaves seletoras são as que incorporam uma operação e um mecanismo de chaveamento que apresenta várias posições.



Sensores de contato mecânico

Chaves Manipuladas pelo Operador do Processo

- Forma mais simples de iniciar ou interromper o funcionamento de equipamentos

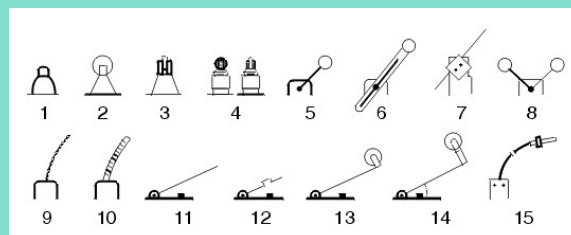


Sensores de contato mecânico

Chaves-Limite ou de Fim de Curso

- As chaves-limite ou de fim de curso são usadas para detectar a posição de objetos ou materiais.

- Os transportadores, portas, elevadores, válvulas etc. usam as chaves de fim de curso para fornecer informações sobre a posição física do equipamento.

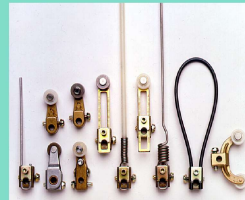


Sensores de contato mecânico

Chaves-Limite ou de Fim de Curso

- A “alma” destes dispositivos é o micro-switch, uma chave de extraordinárias qualidades e longa tradição industrial: um movimento de pequena amplitude do pino central provoca um salto irreversível de uma mola interna e o fechamento firme de contato elétrico.

- A vida média dos micro-switches é de 10 milhões de operações.



Sensores de contato mecânico

Vantagens:

1. Facilidade de uso;
2. Operação simples e visível;
3. Encapsulamento robusto e durável;
4. Pode ser selado para aumento de confiabilidade e utilização em ambientes classificados;
5. Resistência elevada às condições ambientais encontradas na indústria;
6. Repetitividade elevada;
7. Adequados pra chaveamento de cargas de alta potência (5A em 24V DC ou 10A em 120V AC tipicamente);
8. Imunidade a ruído de interferência elétrica;
9. Imunidade a ruído de interferência eletromagnético (walkie-talkies);
10. Não apresenta corrente de vazamento
11. Quedas de tensão muito baixas
12. Operação com contatos NA ou NF

Sensores de contato mecânico

Desvantagens:

1. Vida de contatos curta, quando comparado com chaves de estado sólido
2. As partes mecânicas móveis sofrem desgaste e tem uma vida útil limitada
3. Muitas das aplicações exigem formas de sensoriamento de não contato

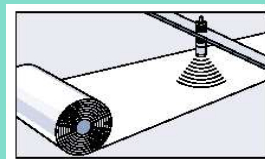
Sensores sem contato

Dispositivos construídos para detectar a presença ou passagem de materiais metálicos ou não metálicos, por proximidade ou aproximação, sem contato físico.

Esta detecção é feita pela face sensora do sensor, que ao serem acionados ativam as entradas do controlador lógico programável, para automação da planta industrial.

Operam sem contato mecânico ou desgaste.

Um exemplo encontra-se a seguir:



Sensores sem contato

Existem cinco tipos principais de sensores discretos de Proximidade:

- Sensores Indutivos: usam um campo eletromagnético para detectar a presença de objetos metálicos;
- Sensores Capacitivos: usam um campo eletrostático para detectar a presença de objetos;
- Sensores Ultra-Sônicos: usam ondas acústicas para a detecção da presença de objetos;
- Sensores Hall: Reagem a mudanças de campo magnético;
- Sensores Fotoelétricos: Reagem a mudanças na quantidade de luz recebida.

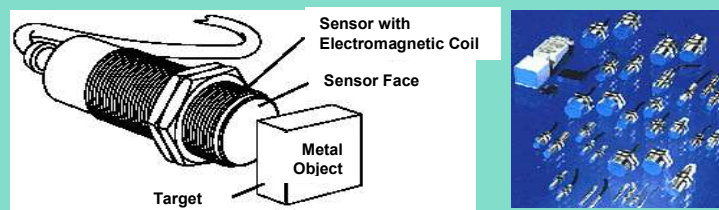
Sensores sem contato

	Família	Tipo	Princípio de Funcionamento
Sensores	Indutivos	Proximidade	Geração de Campo Eletro-Magnético em Alta Frequência
	Capacitivos	Proximidade	Geração de Campo Elétrico desenvolvido por oscilador controlado por capacitor
	Óptico	Difusão	Transmissão e recepção de luz infravermelha que pode ser refletida ou interrompida por um objeto a ser detectado
		Retroreflexivo	
		Barreira	
	Ultrasônico	Difusão	Transmissão e recepção de onda sonora que pode ser refletida ou interrompida por um objeto a ser detectado
		Reflexivo	
		Barreira	

Sensores Indutivos

Seu objetivo é detectar objetos metálicos por perto

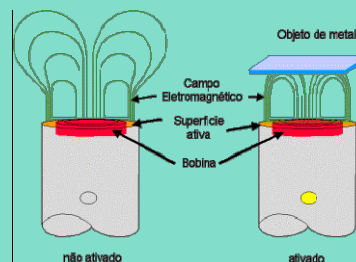
Detectam vários tipos de metais e podem detectar os objetos a alguns centímetros de distância



Sensores Indutivos

Funcionamento:

Geração de um campo eletromagnético de alta frequência, que é desenvolvido por uma bobina ressonante instalada na face sensora.



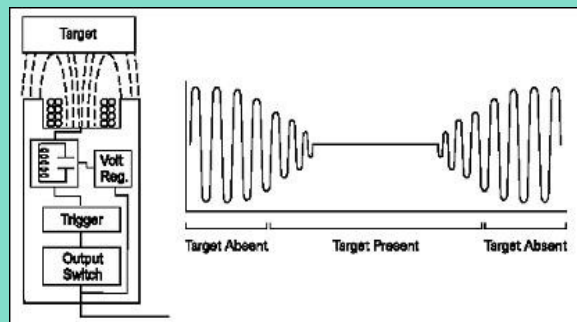
A bobina faz parte de um circuito oscilador, que em condição normal (desacionada), gera um sinal senoidal.

Quando um metal aproxima-se do campo, este por correntes de superfície, absorve a energia do campo, diminuindo a amplitude do sinal gerado no oscilador. Esta diminuição do valor original aciona o estágio de saída.

Sensores Indutivos

Funcionamento

Geração de um campo eletromagnético de alta frequência, que é desenvolvido por uma bobina ressonante instalada na face sensora.



Sensores Indutivos

Funcionamento:

Este tipo de sensor discreto consiste em quatro elementos a saber:

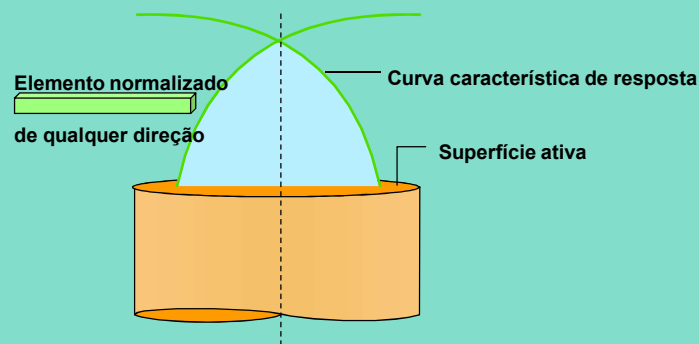
- Uma bobina;
- Um oscilador;
- Um circuito de disparo
- Um circuito de saída

O oscilador é um circuito LC sintonizado que gera uma frequência de rádio. O campo eletromagnético produzido pelo oscilador é emitido pela bobina que se encontra na parte anterior do sensor. Este circuito é realimentado para manter a oscilação.

Sensores Indutivos

Funcionamento

Os sensores de proximidade indutivos são equipamentos eletrônicos capazes de detectar a aproximação de peças, componentes, elementos de máquinas, em substituição às tradicionais chaves fim de curso.



Sensores Indutivos

Montagem

Face Sensora:

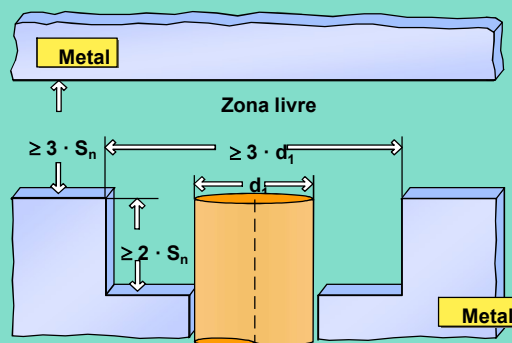
É a superfície onde emerge o campo eletromagnético

Distância Sensora (S):

É a distância em que aproximando-se o acionador da face sensora, o sensor muda o estado da saída.

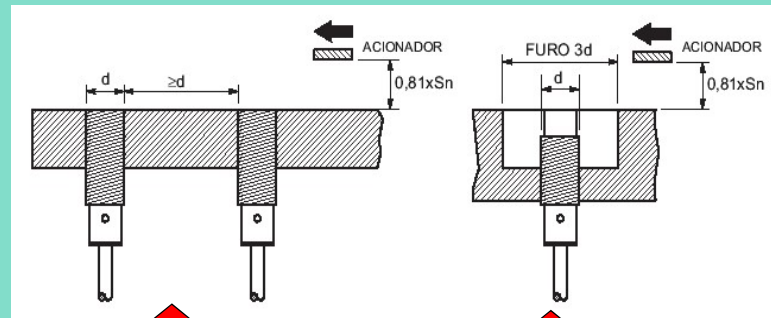
Distância Sensora Nominal (S_n): É a distância sensora teórica, a qual utiliza um alvo padrão como acionador. É o valor em que os sensores de proximidade são especificados.

Como utiliza o alvo padrão metálico, a distância sensora nominal informa também a máxima distância que o sensor pode operar.



Sensores Indutivos

Montagem



Faceados

Não Faceados

Sensores Indutivos

Montagem



Sensores Indutivos

Características Construtivas

Distância Sensora Operacional (So):

É a distância em que seguramente pode-se operar, considerando-se todas as variações de industrialização, temperatura e tensão de alimentação.

$$S_o = K \times 0,8 \times S_n$$

Influência do Atuador: Fator de Redução (K) - A distância sensora operacional varia ainda com o tipo de metal, ou seja, é especificada para o ferro ou aço e necessita ser multiplicada pelo fator de redução.

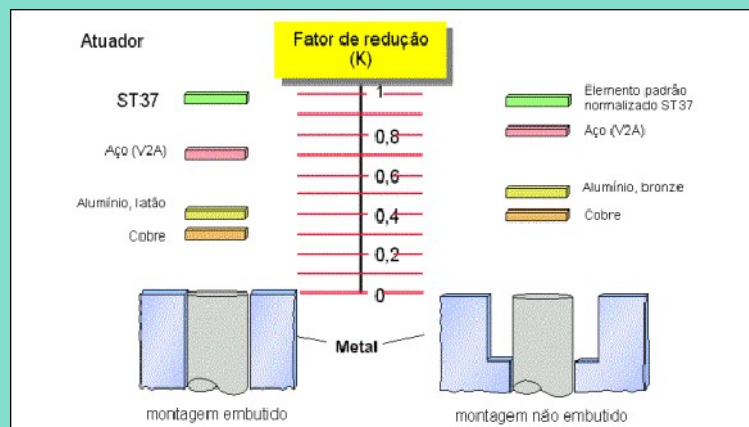
Histerese:

É a diferença entre o ponto de acionamento (quando o alvo metálico aproxima-se da face sensora) e o ponto de desacionamento (quando o alvo afasta-se do sensor).

Este valor é importante, pois garante uma diferença entre o ponto de acionamento e desacionamento, evitando que em uma possível vibração do sensor ou acionador, a saída oscile.

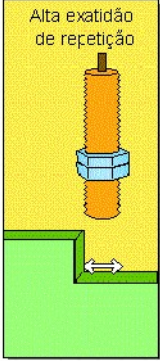
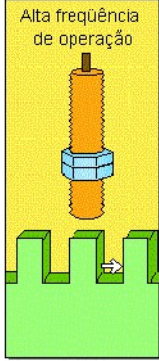
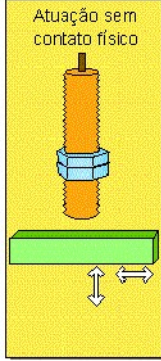
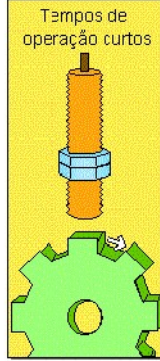
Sensores Indutivos

Características Construtivas



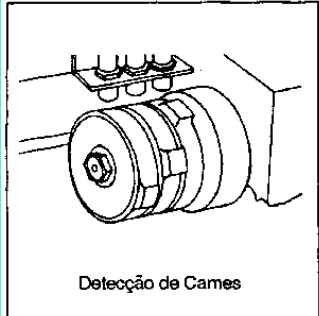
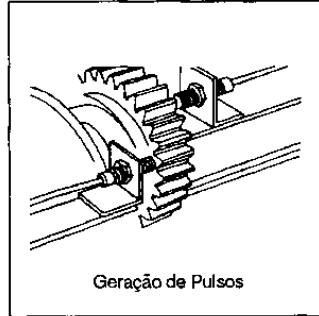

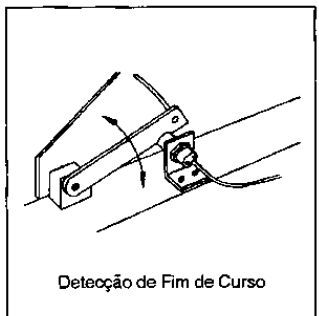
Sensores Indutivos

Aplicação

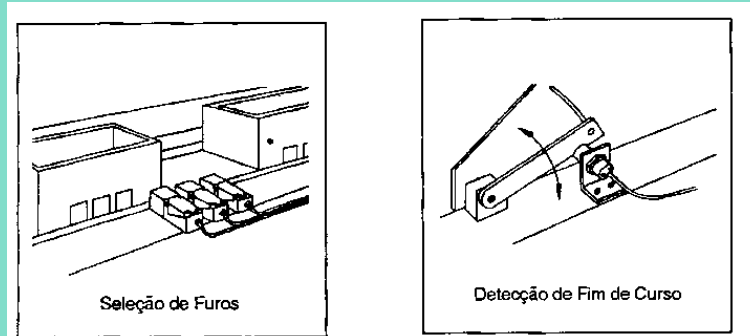
 <p>Alta exatidão de repetição</p>	 <p>Alta frequência de operação</p>	 <p>Atuação sem contato físico</p>	 <p>Tempos de operação curtos</p>
Posicionar por ex. em máquinas de produção automáticas, dispositivos de fixação	Contador por ex. em equipamentos de seleção, esteiras de transporte	Sensor de proximidade por ex. portões, grades e elevadores	Gerador de pulsos por ex. para monitoramento de repouso, e sentido de rotação

Sensores Indutivos

Aplicação

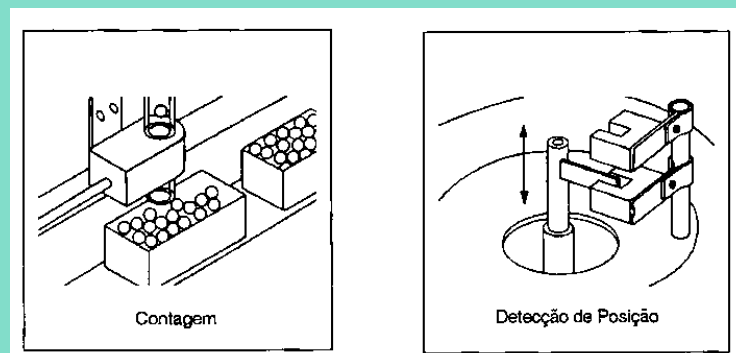
 <p>Deteção de Cames</p>	 <p>Geração de Pulsos</p>
 <p>Seleção de Furos</p>	 <p>Deteção de Fim de Curso</p>

Sensores Indutivos



Sensores Indutivos

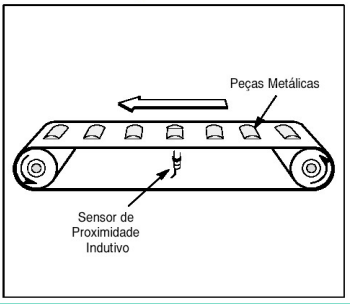
Aplicação



Sensores Indutivos

Aplicação

Esteira Transportadora




Peças Metálicas

Sensor de Proximidade Indutivo

Indústria de Petróleo — Posição de Registro

Registro Age como Alvo

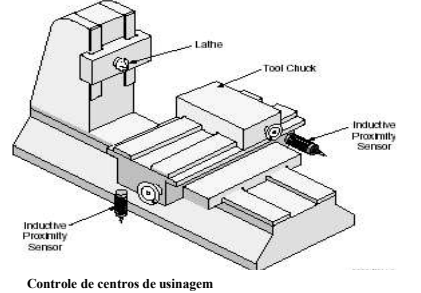


A: 871TM
B: 871TM

A: Indicador de Registro Aberto
B: Indicador de Registro Fechado

Sensores Indutivos

Aplicação



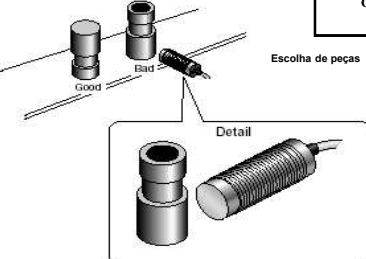
Lathe

Tool Chuck

Inductive Proximity Sensor

Inductive Proximity Sensor

Controle de centros de usinagem



Good

Bad

Escolha de peças

Detail

Sensores Indutivos

Vantagens:

1. Não são afetados pela umidade;
2. Não são afetados pela poeira ou ambientes sujos;
3. Não possuem partes móveis e não sofrem desgaste;
4. Não dependem da cor do objeto;
5. Não são magnéticos, ou seja, não necessitam que a peça a ser detectada possua um ímã;
6. São menos dependentes das superfícies que outras tecnologias
7. Substitui com vantagens as chaves fim-de-curso e micro-chaves, possuem modelos especiais com detecção radial e de sentidos de movimento;
8. Não apresentam zona cega;
9. Possuem configuração especial do tipo NAMUR (N), que são destinados a aplicações em áreas classificadas (ambientes explosivos), pois comutam baixa potência, impossibilitando a ocorrência de faiscamento por eventuais falhas no sistema.

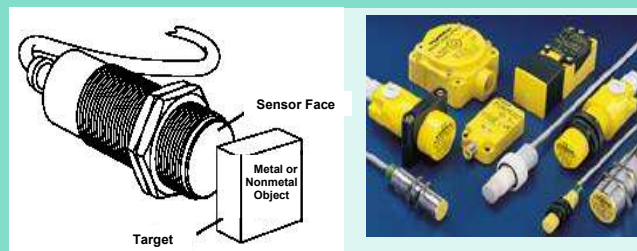
Sensores Indutivos

Desvantagens:

1. Somente podem ser usados para alvos metálicos;
2. A faixa de operação ou fundo de escala da medida é pequena (alguns mm) quando comparada com outras tecnologias;
3. Pode ser muito afetado por campos eletromagnéticos.

Sensores Capacitivos

Podem detectar objetos metálicos e não metálicos como papel, plástico, vidro, líquidos e tecidos a distâncias de até alguns centímetros



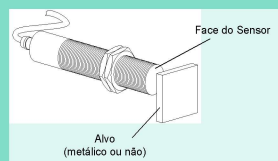
Sensores Capacitivos

Sensores capacitivos são similares aos sensores indutivos.

Sua principal diferença é que o sensor capacitivo produz um campo eletrostático em lugar de um campo eletromagnético.

Os sensores discretos capacitivos podem detectar objetos metálicos e não metálicos como papel, vidro, líquidos e tecidos, a distâncias de até alguns centímetros.

Num sensor de proximidade discreto capacitivo em geral a área das placas e sua distância são fixas, porém a constante dielétrica ao redor deste varia de acordo com o material do objeto que se encontra na proximidade do sensor.



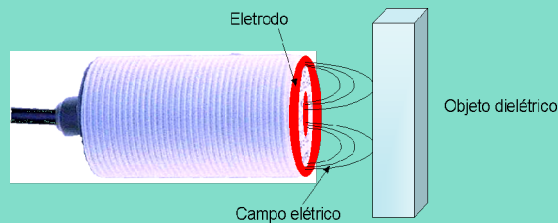
Sensores Capacitivos

Funcionamento:

Baseia-se na geração de um campo elétrico, desenvolvido por um oscilador controlado por capacitor.

O lado sensível de um sensor capacitivo é formado por dois eletrodos metálicos dispostos concentricamente que se equivalem a um capacitor.

Deteção de plásticos, madeiras, vidro, pós e líquidos



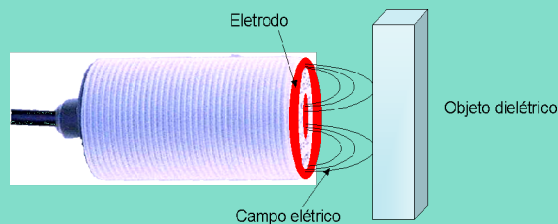
Sensores Capacitivos

Funcionamento:

As superfícies dos eletrodos são conectadas em uma ramificação de alimentação de um oscilador de alta-freqüência sintonizado de tal maneira que não oscilem quando a superfície está livre.

Quando um objeto se aproxima da face ativa do sensor, ele entra no campo elétrico sob a superfície do eletrodo e causa uma mudança na capacitância do conjunto, ocorrendo uma oscilação com uma amplitude tal que seja detectada por um circuito e convertida em um comando de chaveamento.

Deteção de plásticos, madeiras, vidro, pós e líquidos

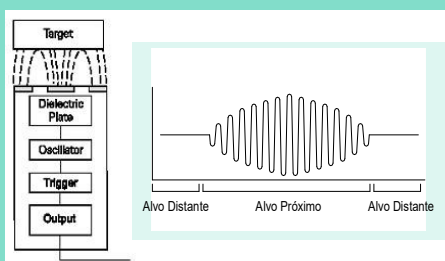


Sensores Capacitivos

Funcionamento:

A superfície sensível do dispositivo é constituída por dois eletrodos de metal concêntricos do capacitor em aberto. Quando um objeto perto da sua superfície sensível atinge o campo eletrostático dos eletrodos, modifica a capacitância do circuito oscilador, como resultado obtém-se uma oscilação.

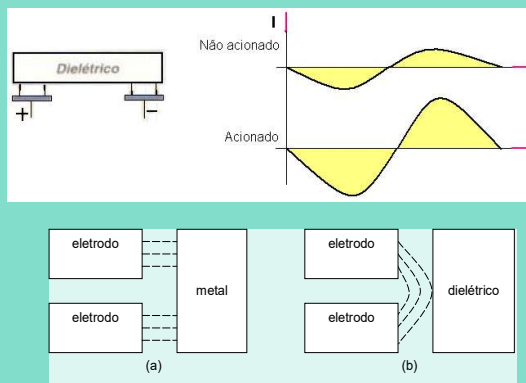
Estes sensores funcionam bem com materiais isolantes (como plásticos) com altos coeficientes dielétricos, aumentando assim a capacitância. As variações de capacitância destes sensores são extremamente pequenas da ordem dos pF.



Sensores Capacitivos

Funcionamento:

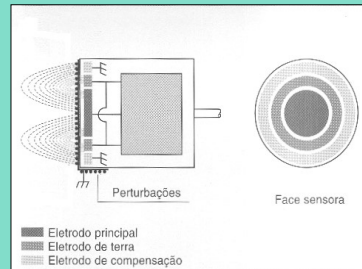
No sensor capacitivo o dielétrico é o ar, cuja constante dielétrica é 1. Quando algum objeto, que normalmente possui constante dielétrica maior que 1 é aproximado do sensor, aumenta sua capacitância



Sensores Capacitivos

Montagem e aplicação:

Sensores faceados: São modelos cilíndricos (invólucro metálico) ou retangulares (invólucro plástico). Utilizados para a detecção de materiais isolantes (madeira, plástico, papelão, vidro, etc).



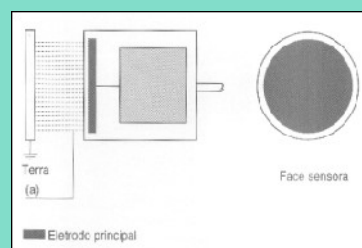
Este tipo é recomendado quando:

- As distâncias de detecção são relativamente pequenas;
- As condições de montagem necessitam que o sensor seja embutido;
- Deve-se efetuar a detecção de um material não condutor através de uma parede que não seja condutora (exemplo: detecção de vidro através de uma embalagem de papelão).

Sensores Capacitivos

Montagem e aplicação:

Sensores não-faceados: São os modelos cilíndricos (invólucro plástico), utilizados para a detecção de materiais condutores (metal, água, líquidos, etc).

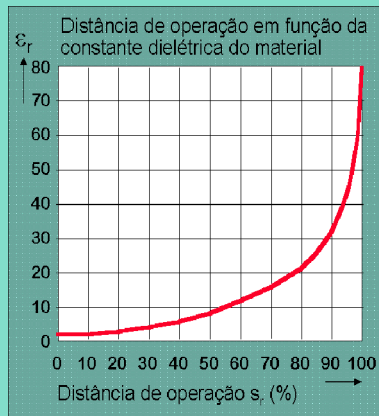


Este tipo é recomendado quando:

- A detecção de um material condutor a grandes distâncias;
- A detecção de um material condutor através de uma parede isolante;
- A detecção de um material não condutor colocado sobre ou diante de uma peça metálica aterrada.

Sensores Capacitivos

Fator de redução



Constantes dielétricas típicas

Material	ϵ_r	Material	ϵ_r
Álcool	25,8	Polipropileno	2,3
Ar	1	Poliestireno	3
Araldite	3,6	PVC	2,9
Baquelite	3,6	Porcelana	4,4
Cabos isolante	2,5	Cartão prensado	4
Celulóide	3	Cristal quartzo	3,7
Vidro	5	Areia de silício	4,5
Mica	6	Poliétileno	2,3
Mármore	8	Teflon	2
Papel parafinado	4	Aguarrás	2,2
Papel	2,3	Óleo de Trafo	2,2
Petróleo	2,2	Vácuo, ar	1
Plexiglas	3,2	Água	80
Poliamida	5	Madeira	2

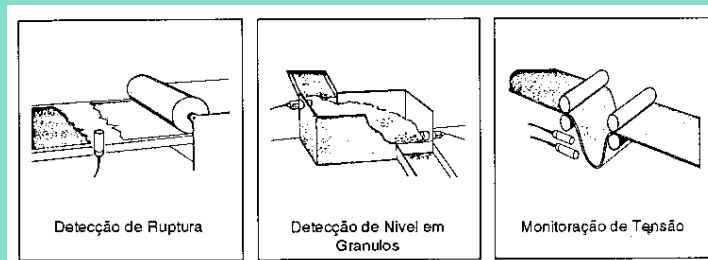
Sensores Capacitivos

Fator de redução

Material	ϵ_r	Fc	Material	ϵ_r	Fc
Ar	1	0	Mica	6...7	0,5...0,6
Álcool	24	0,85	Nylon	4...5	0,3...0,4
Araldite	4	0,36	Papel	2...4	0,2...0,3
Acetona	20	0,8	Parafina	2...2,5	0,2
Amoníaco	15...25	0,75...0,8	Plexiglass	3,2	0,3
Madeira seca	2...7	0,2...0,6	Resina de poliéster	2,8...8	0,2...0,6
Madeira úmida	10...30	0,7...0,9	Poliestireno	3	0,3
Borracha	2,5...3	0,3	Porcelana	5...7	0,4...0,5
Cimento (pó)	4	0,35	Leite em pó	3,5...4	0,3...0,4
Cereais	3...5	0,3...0,4	Areia	3...5	0,3...0,4
Água	80	1	Sal	6	0,5
Gasolina	2,2	0,2	Açúcar	3	0,3
Etileno glicol	38	0,95	Teflon	2	0,2
Farinha	2,5...3	0,2...0,3	Vaselina	2...3	0,2...0,3
Óleo	2,2	0,2	Vidro	3...10	0,3...0,7
Mármore	6...7	0,5...0,6			

Sensores Capacitivos

Aplicações



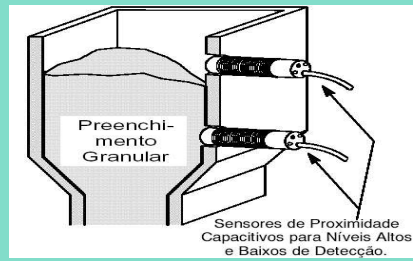
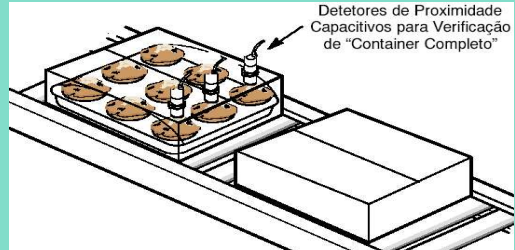
Sensores Capacitivos

Aplicações



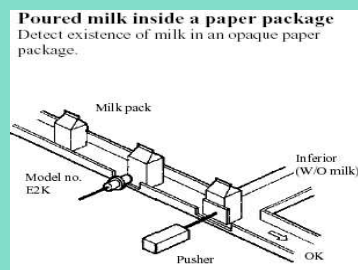
Sensores Capacitivos

Aplicações



Sensores Capacitivos

Aplicações



Sensores Capacitivos

Aplicações

1. Sensoriamento de nível de líquidos
 - a. Sensoriamento através de visores para monitoração de nível de líquidos.
 - b. Inserção através de tubos selados em tambores ou tanques para detecção de materiais químicos ou soluções aquosas.
2. Linhas de enchimento de produtos
 - a. Aplicações de engarrafamento.
 - b. Verificação de recipientes para garantir que um número determinado de produtos se encontra alojado.
 - c. Verificação de níveis de materiais, como cereais em caixas de papelão
3. Detecção de objetos plásticos
 - a. Plásticos em pacotes, como bicos em caixa de suco ou detergente
 - b. Materiais plásticos dentro de um recipiente
4. Detecção de pallets para manuseio de materiais
5. Detecção de produtos com formas irregulares

Sensores Capacitivos

Vantagens:

1. Podem detectar metais e não metais.
2. Podem detectar líquidos e sólidos.
3. Podem realizar o sensoriamento através de certos materiais (como encapsulamentos dos produtos).
4. São dispositivos de estado sólido.
5. Apresentam vida útil longa.
6. Apresentam muitas possibilidades para montagem.

Sensores Capacitivos

Desvantagens:

1. Faixa de trabalho ou fundo de escala, curto uma polegada ou menos.
2. Sua distância de sensoriamento varia de acordo com o material que está sendo monitorado.
3. Muito sensível a fatores ambientais como umidade.
4. Este método não apresenta uma boa seletividade de alvo.

Sensores Ópticos

Funcionamento:

Os sensores ópticos sempre são compostos por duas partes: o emissor luz, que pode ser a luz solar ou componentes eletro-eletrônicos, e o receptor de luz é um componente eletrônico que em conjunto à um circuito detecta a variação de luz.

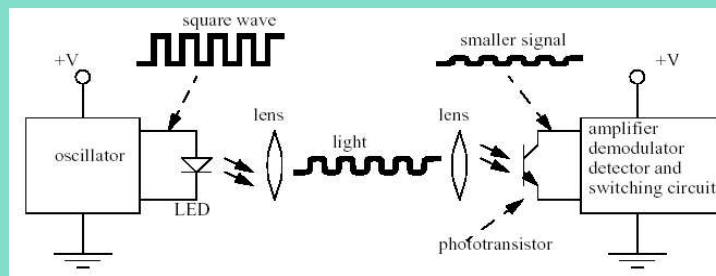
Os emissores produzem feixes de luz no espectro visível ou invisível usando LED's ou diodos LASER.

Os sensores sensíveis a luz são componentes cuja características elétricas variam em função da quantidade de luz incidente. Os elementos sensores principais e mais conhecidos são os LDR's, os fotodiodos e fototransistores.

Sensores Ópticos

Funcionamento:

O emissor e detector são posicionados de forma que o objeto a ser detectado bloqueia ou reflete o feixe luminoso quando presente na região de interesse. Um sensor óptico típico é apresentado na figura abaixo.



Sensores Ópticos

Montagem:

Baseiam-se na transmissão e recepção de luz infravermelha, que pode ser refletida ou interrompida pelo objeto a ser detectado.



Sensores difuso
(Sensores energéticos)



Sensores difuso com
supressão do fundo



Sensores reflexivo



Barreiras de luz
diretas

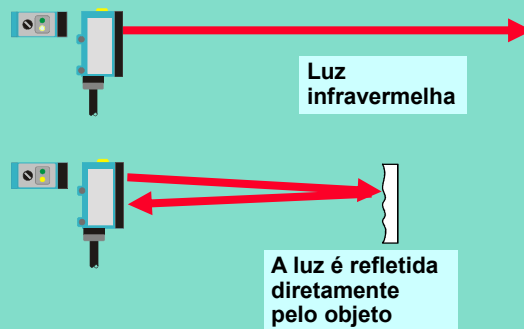


Sensor de fibra ótica
(plástico ou vidro)

Sensores Ópticos

Difusão:

O transmissor e o receptor são montados na mesma unidade, sendo que o acionamento da saída ocorre quando o objeto a ser detectado entra na região de sensibilidade e reflete para o receptor o feixe de luz emitido pelo transmissor.



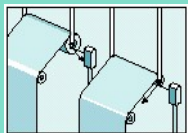
Sensores Ópticos

Difusão:

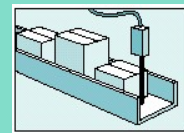
Não utilizam refletores, porém utiliza um feixe de luz focado numa certa extensão, sendo necessário ajustar a sensibilidade do dispositivo para definir a distância.

A reflexão no objeto é difusa, reduzindo a quantidade de luz que retorna, exigindo a utilização de lentes no receptor.

Apesar de ser de fácil utilização este sistema requer condições controladas e objetos com muitas cores podem gerar problemas



Energético



Supressão de Fundo

Sensores Ópticos

Difusão:

A distância sensora nominal no sistema de difusão é a máxima distância entre o sensor e o alvo padrão. A distância sensora operacional para vários modelos de fotosensor existem vários fatores que influenciam o valor da distância sensora operacional, isso é baseado pelas leis de reflexão da física.

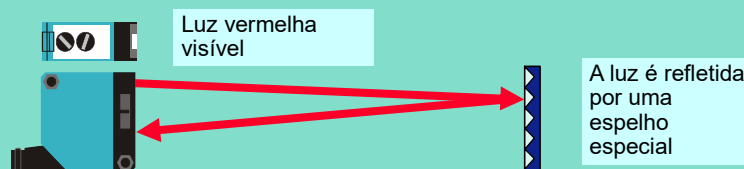
$$\text{Distância sensora} = 0.81 \times \text{Distância sensora nominal} \times F_c \times F_m$$

Cor	Fc	Material	Fm
branco	0.95 a 1.0	Metal polido	1.2 a 1.8
amarelo	0.9 a 0.95	Metal usinado	0.95 a 1.0
verde	0.8 a 0.9	Papéis	0.95 a 1.0
vermelho	0.7 a 0.8	Madeira	0.7 a 0.8
Azul claro	0.6 a 0.7	Borracha	0.4 a 0.7
violeta	0.5 a 0.6	Papelão	0.5 a 0.6
preto	0.2 a 0.5	Pano	0.5 a 0.6

Sensores Ópticos

Reflexivo:

O transmissor e o receptor são montados em uma única unidade. O feixe de luz chega ao receptor após a incidência em um espelho prismático e o acionamento da saída ocorre quando o objeto interrompe o feixe.

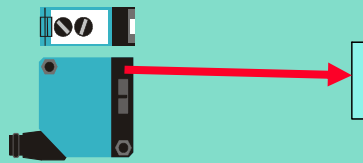


Sensores Ópticos

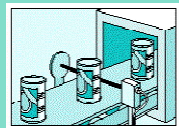
Reflexivo:

Quando um objeto interrompe o feixe luminoso estabelecido entre o emissor e detector, não existirá reflexão total e o sensor muda para seu estado ativo.

Às vezes os objetos podem refletir muito bem a luz emitida gerando um feixe que o detector pode reconhecer como válido.



A luz é refletida por um espelho especial

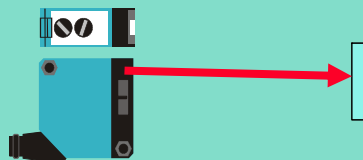


O feixe de luz é interrompido por um objeto

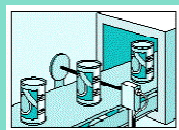
Sensores Ópticos

Reflexivo:

Utiliza-se mais o espelho prismático, porque o feixe de luz refletido para o receptor seja paralelo ao feixe transmitido pelo transmissor, devido as superfícies inclinadas a 45°, o que não acontece quando a luz é refletida diretamente por um objeto, onde a luz se espalha em vários ângulos.



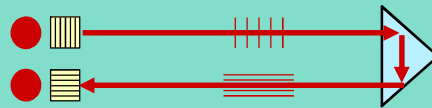
A luz é refletida por um espelho especial



O feixe de luz é interrompido por um objeto

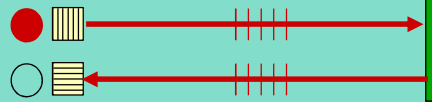
Sensores Ópticos

Reflexivo em um espelho de 3 vias:



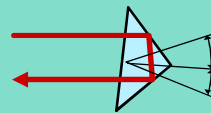
Espelho de 3 vias

A luz polarizada do transmissor é modificada e atravessa o filtro de polarização do receptor.



Refletor "normal"

A luz polarizada NAO é modificada e o receptor não pode vê-la.



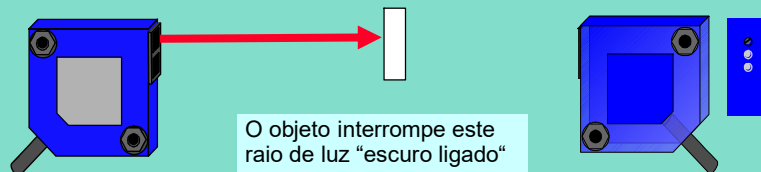
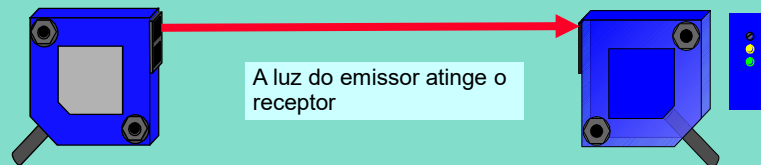
Varição possível
 $\pm 15^\circ$

Sensores Ópticos

Barreira de Luz Direta:

Emissor é posicionado junto com o detector para ficarem alinhados.

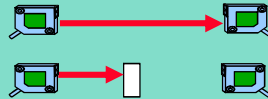
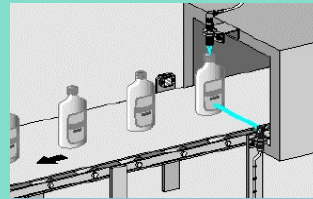
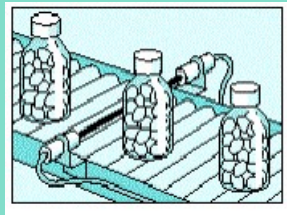
Quando o feixe de luz é interrompido por um objeto o estado lógico do sensor muda.



Sensores Ópticos

Barreira de Luz Direta:

Sendo dois corpos separados, aumentam os problemas de manutenção e alinhamento deve ser realizado periodicamente.



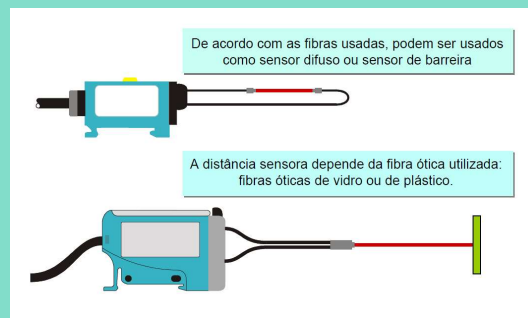
O objeto interrompe o raio de luz

Sensores Ópticos

Sensores com Fibra Ótica:

A função do cabo de fibra ótica é fazer a transmissão do sinal luminoso do sensor ao local onde se deseja a detecção do objeto.

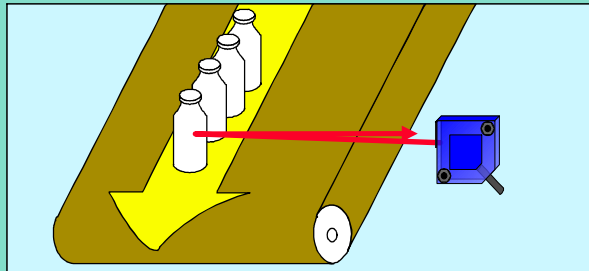
Os cabos de fibra ótica reproduzem os efeitos dos sensores por reflexão difusa, retro-reflexão ou barreira de luz..



Sensores Ópticos

Aplicação:

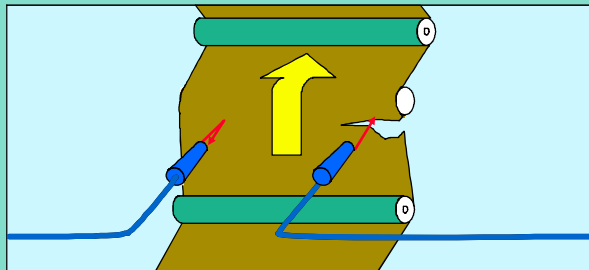
Contagem de garrafas utilizando um sensor difuso.



Sensores Ópticos

Aplicação:

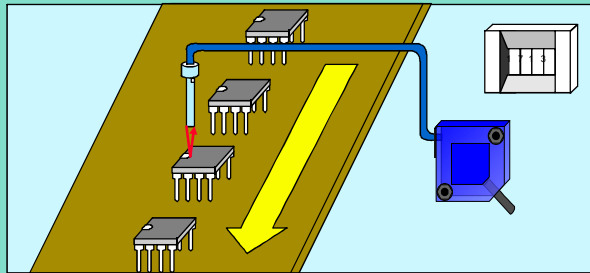
Controle de rasgos no rolo de tear usando um sensor difuso.



Sensores Ópticos

Aplicação:

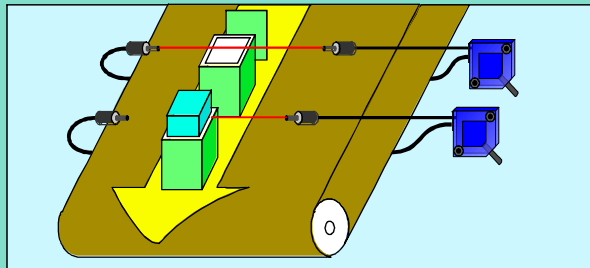
Contagem de CI's usando um sensor de fibra ótica.



Sensores Ópticos

Aplicação:

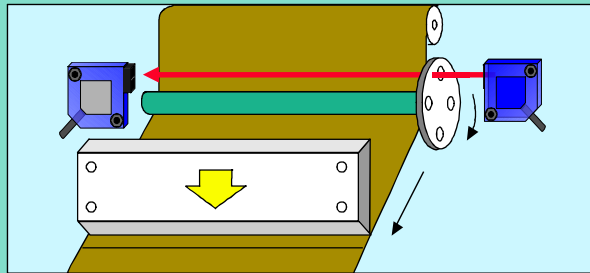
Controle de tampas usando um sensor de fibra ótica do tipo barreira.



Sensores Ópticos

Aplicação:

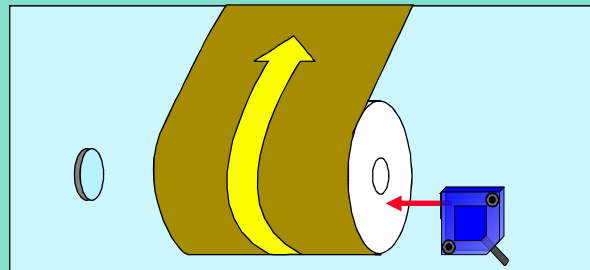
Medição do comprimento de rolo em mesa de corte com um sensor de fibra óptica de barreira.



Sensores Ópticos

Aplicação:

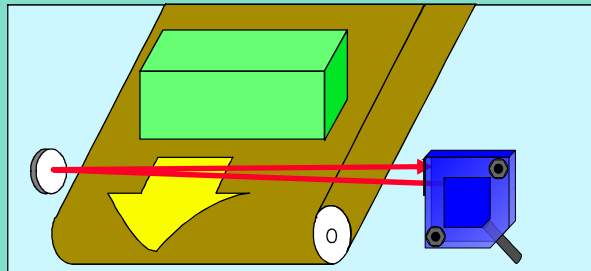
Sinalização iminente do fim do rolo usando um sensor difuso.



Sensores Ópticos

Aplicação:

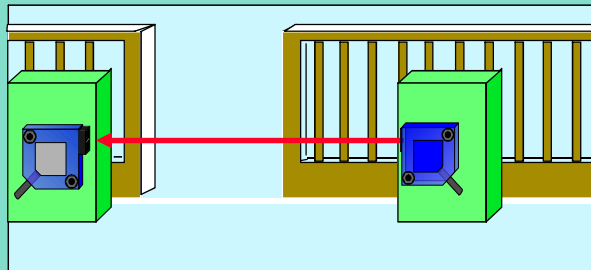
Contagem de caixas usando um sensor reflex



Sensores Ópticos

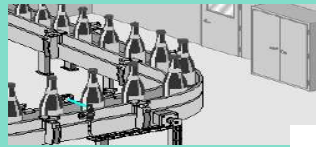
Aplicação:

Monitoramento de portão usando um sensor de barreira.



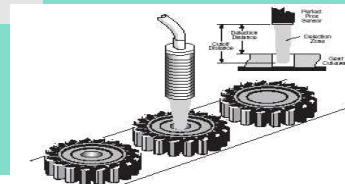
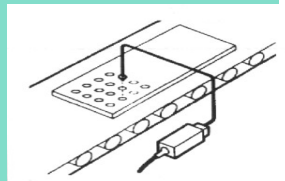
Sensores Ópticos

Aplicação:



Linhas de montagem

Verificação em lugares de difícil acesso



Monitoração de pequenos orifícios

Sensores Ópticos

Vantagens:

1. Longa distância: a detecção é realizada sem contato, assim o objeto não é afetado pela medida.
2. Sem limitação do objeto a ser detectado: a detecção é realizada pela reflexão da superfície, penetração da luz.
3. Resposta rápida.
4. Resolução elevada: o comportamento da luz é linear e os comprimentos de onda são curtos, de forma que apresentam resolução elevada. São dispositivos adequados para detecção de pequenos objetos com muita precisão.
5. Área de detecção visível: luz pode ser condensada, difundida, refratada, etc fornecendo a possibilidade de dimensionar a área de medição.
6. Fibras óticas: luz pode ser enviada ou recebida através de fibras óticas. Estas podem ser instaladas em lugares onde existe limitação de espaço ou são perigosos.
7. Não apresentam influência magnética.

Sensores Ópticos

Desvantagens:

1. São dispositivos vulneráveis a óleo e poeira fixada nas lentes.
2. Podem ser susceptíveis à luz ambiente: feixes fortes ou intensos como rústias de sol, podem causar problemas ou defeitos aos sensores.
3. Ponto de operação dos sensores óticos depende da superfície, cor, intensidade de luz e contrastes óticos dos materiais.

Sensores Ultrasônicos

Funcionamento:

O método ultra-sônico para medida de deslocamentos utiliza um circuito eletrônico que fornece um trem de pulsos para excitar um transdutor piezoelétrico.

Este gera um pulso de pressão acústica que se propaga no ar até atingir o alvo ou objeto.

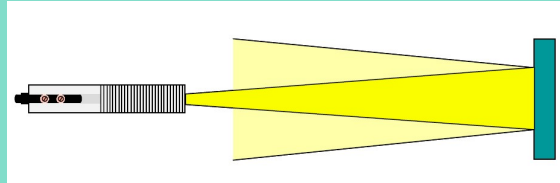
Parte da energia acústica do pulso retorna para o transdutor em forma de um eco após um certo intervalo de tempo.



Sensores Ultrasônicos

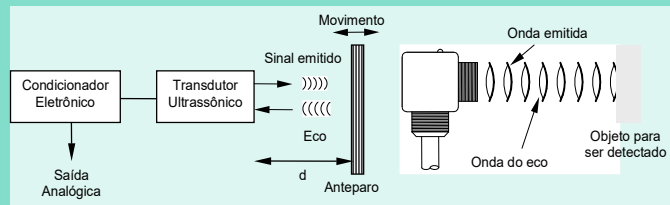
Funcionamento:

O sensor emite pulsos cíclicos ultra-sônicos que refletidos por um objeto incidem no receptor, acionando a saída do sensor.



Funcionamento:

O sensor emite pulsos cíclicos ultra-sônicos que refletidos por um objeto incidem no receptor, acionando a saída do sensor.



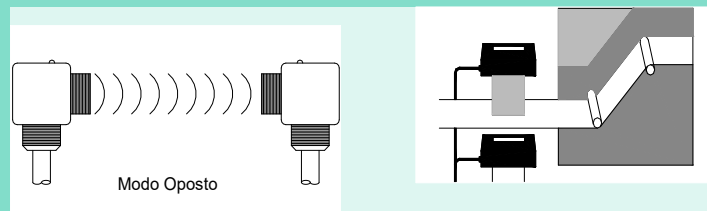
Sensores Ultrasônicos

Funcionamento:

Há dois modos básicos de operação:

Modo por oposição ou feixe transmitido: um sensor emite a onda sonora e um outro, montado do lado oposto do emissor, recebe a onda sonora;

Modo difuso ou por reflexão ou por eco: o mesmo sensor emite a onda sonora e escuta o eco refletido por um objeto.



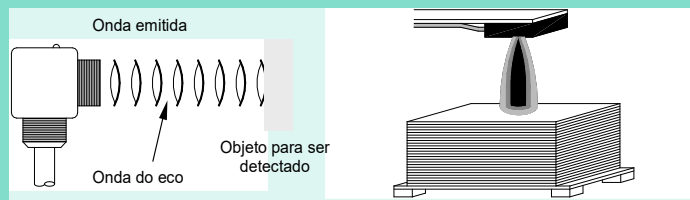
Sensores Ultrasônicos

Funcionamento:

Há dois modos básicos de operação:

Modo por oposição ou feixe transmitido: um sensor emite a onda sonora e um outro, montado do lado oposto do emissor, recebe a onda sonora;

Modo difuso ou por reflexão ou por eco: o mesmo sensor emite a onda sonora e escuta o eco refletido por um objeto.



Sensores Ultrasônicos

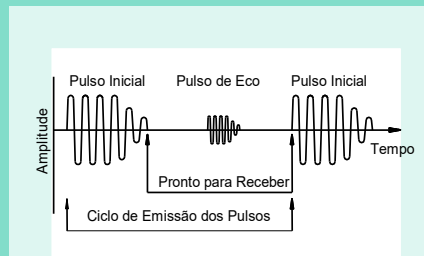
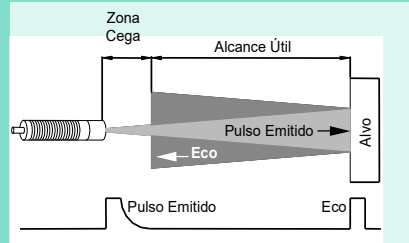
Funcionamento:

O pequeno comprimento de onda das vibrações ultra-sônicas faz com que elas se reflitam em pequenos objetos, podendo ser captadas por um sensor colocado em posição apropriada.



Sensores Ultrasônicos

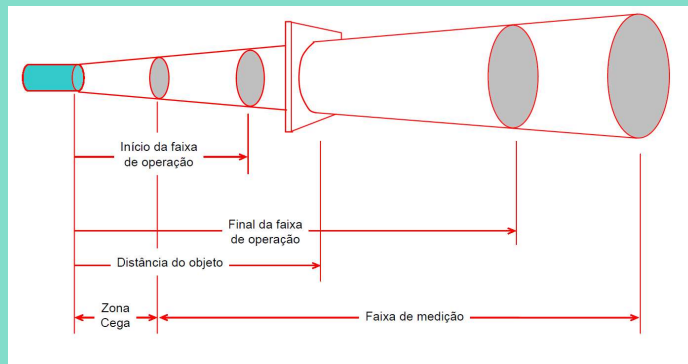
Funcionamento:



Sensores Ultrasônicos

Definição da faixa de medição:

A faixa de detecção é o alcance dentro do qual o sensor ultra-sônico detecta o alvo, sob flutuações de temperatura e tensão.



Sensores Ultrasônicos

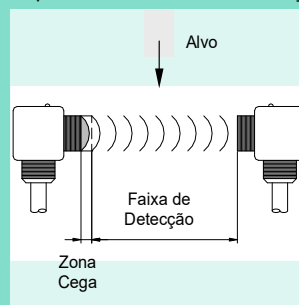
Alvo:

Certas características do alvo devem ser consideradas ao usar os sensores ultrasônicos: forma do alvo, material, temperatura, tamanho e posicionamento.

- Tecido ou espuma de borracha são difíceis de detectar

O alvo padrão para um sensor ultra-sônico de tipo difuso é estabelecido pela Comissão Eletrotécnica padrão IEC 60947-5-2.

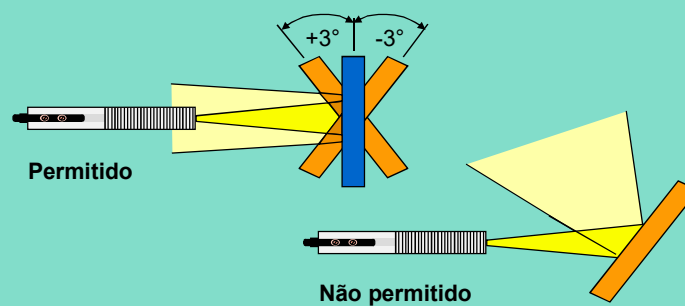
O alvo padrão é uma forma quadrada, possuindo uma espessura de 1mm e feito de metal. O tamanho do alvo é dependente da faixa de detecção.



Sensores Ultrasônicos

Alinhamento angular:

São menos afetados pela superfície dos alvos que os sensores fotoelétricos de luz difusa, porém eles requerem que a face do transdutor esteja perpendicular ao alvo, com um ângulo de incidência, dentro de ± 3 graus, quando o alvo é plano e liso. Se este ângulo atinge mais de 10 graus a detecção não será possível.

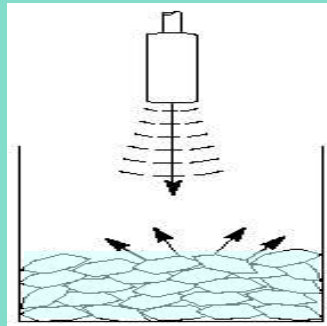


Sensores Ultrasônicos

Alinhamento angular - aplicação:

Alvos irregulares requerem menos precisão

Quando se medem superfícies de forma irregular que espalham o som, o ângulo de incidência do sensor em relação à superfície é menos crítico.



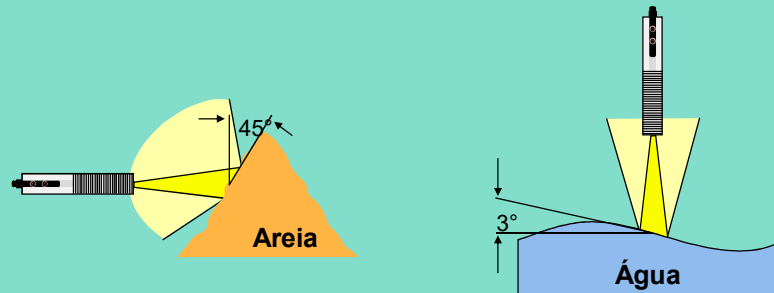
Sensores Ultrasônicos

Alinhamento angular - aplicação:

Líquidos e materiais de grão grosso

Líquidos, como a água, estão limitados também a um alinhamento angular de ≈ 3 graus.

Materiais de grão grosso, como a areia comum, podem apresentar um desvio angular de até 45 graus sem problemas, isto porque o som é refletido num ângulo maior nestes materiais.



Sensores Ultrasônicos

Tipos:

Existem dois tipos básicos de sensores ultra-sônicos a saber:

- Eletrostáticos – Utiliza-se de efeitos capacitivos para a geração do ultra-som. Apresentam fundos de escala maiores, maior banda passante, porém são muito sensíveis a parâmetros ambientais, como umidade.
- Piezoelétricos – Baseado no deslocamento de carga devido a tensões mecânicas aplicadas a cristais ou cerâmicas. São bastante resistentes e baratos.

Sensores Ultrasônicos

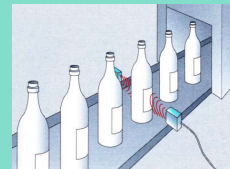
Aplicações:



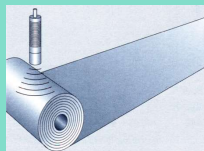
Laços de controle para prensas ou máquinas de extrusão



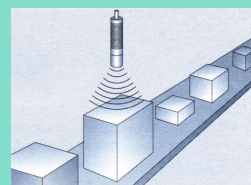
Monitoramento individual de vagas em estacionamentos



Aplicações com vidro claro ou objetos transparentes em correias transportadoras



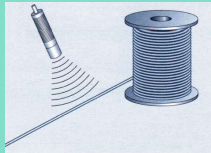
Medição do diâmetro do rolo de papéis, plástico ou produtos têxteis



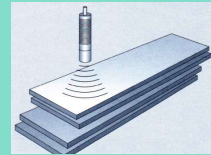
Medição de alturas e controle de qualidade em correias transportadoras

Sensores Ultra-sônicos

Aplicações:

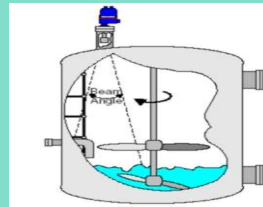
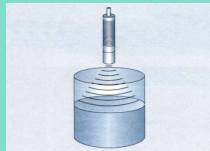


Monitoramento de rupturas de cabos e cordas



Medição de alturas de tábuas de madeira, vidro, plástico, bóias de metal, etc ...

Deteção do nível de líquidos em recipientes



Sensores Ultra-sônicos

Vantagens:

1. Para detecção de objetos à distância determinada de até 15 metros.
2. Pode ser usado como sensor de proximidade com supressão de fundo como barreira de reflexão com saída da distância de objeto de forma digital ou analógica
3. Funcionamento constante sem manutenção
4. Não depende da cor da superfície ou da refletividade óptica do objeto, pode monitorar objetos transparentes, plásticos ou metálicos sem ajustes.
5. Os sensores com saídas ON/OFF apresentam uma excelente repetitividade e precisão.
6. A resposta dos sensores de proximidade ultra-sônicos é linear com a distância, isto quer dizer que pode fornecer sinais analógicos também.
7. Devido à sua saída analógica é possível monitorar visualmente a localização do alvo, isto faz desta técnica a mais indicada para monitoração de nível e movimentos lineares.

Sensores Ultra-sônicos

Desvantagens:

1. Devem ser orientados de forma perpendicular ao alvo, especialmente para superfícies planas ou ásperas, para obter energia suficiente de eco.
2. Para medida confiável a superfície do alvo deve apresentar uma área mínima, a qual é especificada para cada sensor.
3. Apesar desta técnica ter uma imunidade muito boa em relação ao ruído de fundo, apresenta uma probabilidade de responder de forma falsa a assobios de equipamentos pneumáticos ou válvulas de segurança.
4. Nos sensores de proximidade, resposta dinâmica destes sensores é relativamente lenta, perto de 0,1s. Em muitos casos esta característica não representa uma desvantagem. Os sensores ultra-sônicos com transmissão de feixe, apresentam uma resposta dinâmica muito mais rápida da ordem de 0.002 ou 0.003 s.
5. Apresentam uma distância mínima de detecção, e, uma zona morta perto da face do sensor.

Sensores Ultra-sônicos

Desvantagens:

6. Mudanças do meio ambiente como de temperatura, umidade, turbulência do ar ou partículas no ar, afetam a resposta destes dispositivos.
7. Alvos de baixa densidade, como espumas na superfície de líquidos e tecidos, tendem a absorver a energia sonora, estes materiais dificultarão a monitoração em fundos de escala grandes. Superfícies lisas refletem a energia sonora de forma mais eficiente que superfícies ásperas, porém, o ângulo de incidência do feixe é mais crítico que a rugosidade da superfície.
8. Dispositivos ultra-sônicos não operam em vácuo ou aplicações de alta pressão

Ultra-sônicos vs Óticos

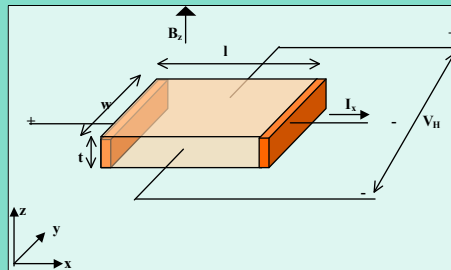
Ultrasônico	Ótico
Ponto de operação independente da superfície de materiais, cor, intensidade de luz e contrastes óticos	Ponto de operação dependente da superfície de materiais, cor, intensidade de luz e contrastes óticos
Insensível a poluição, por isso não necessita manutenção	Sensível a poluição, por isso necessita manutenção
Exatidão > 1 mm	Exatidão > 0,25 mm
Frequência 8 Hz	Frequência 1000 Hz
Sensível a turbulências atmosféricas e temperatura	Insensível a turbulências atmosféricas e temperatura

Sensores de Efeito Hall

Funcionamento:

- Um dispositivo Hall constitui-se tipicamente de uma placa pequena de metal ou semicondutor de comprimento l , espessura t e largura w .
- Quando uma corrente I_x passa pela placa, a qual está sujeita a uma densidade de fluxo magnético B_z perpendicular ao plano da placa, uma tensão Hall aparecerá nos contatos laterais, sendo R_H a constante Hall do material.

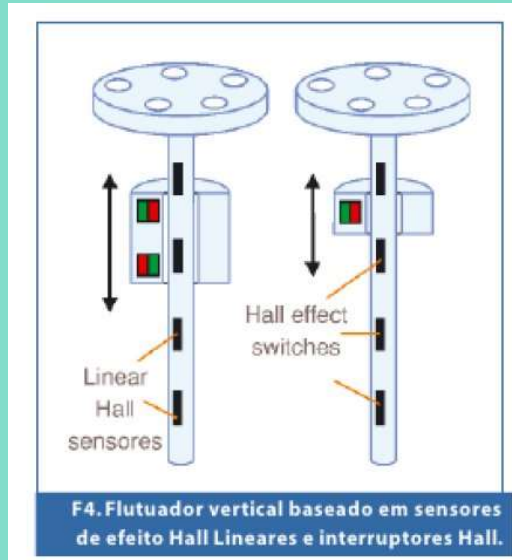
$$V_H = \frac{R_H I_x B_z}{t}$$



Sensores de Efeito Hall

Funcionamento:

- Um ímã perto do sensor fará com que o pino de saída se altere.
- Usado para sensor de presença.



Sensores

Vantagens X Desvantagens

Sensor	Vantagens	Desvantagens
Chaves de Contato	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de corrente • Imunidade à interferência • Baixo Custo • Tecnologia conhecida 	<ul style="list-style-type: none"> • Requer contato físico com o alvo • Resposta lenta • Contatos apresentam "Bounce" e vida curta • Movimento produz desgaste
Fotoelétricos	<ul style="list-style-type: none"> • Pode ser usado com qualquer material • Vida longa • Faixa grande de medição • Resposta rápida • Pode retirar o ruído ambiente • Permite o uso de fibras óticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Lentes sujeitas à contaminação • Faixa afetada pela cor e refletividade do alvo • Mudança de ponto focal pode modificar o desempenho • Objetos brilhantes podem interferir
Indutivos	<ul style="list-style-type: none"> • Resiste a ambientes severos • Muito previsível • Vida Longa • Fácil Instalação • Não depende da superfície do objeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitação de distância • Detecta principalmente materiais metálicos • Sensível a interferências eletromagnéticas

Sensores

Vantagens X Desvantagens

Capacitivos	<ul style="list-style-type: none">• Detecção através de algumas embalagens• Pode detectar materiais não metálicos• Vida longa	<ul style="list-style-type: none">• Distâncias curtas de detecção• Muito sensível a mudanças ambientais• Não é seletivo em relação ao alvo
Ultra-sônicos	<ul style="list-style-type: none">• Pode medir distâncias longas• Pode ser usado para detectar muitos materiais• Resposta linear com a distância	<ul style="list-style-type: none">• Requerem um alvo com área mínima• Apresentam distâncias mínimas de trabalho• Resolução depende da frequência• Sensível a mudanças do ambiente• Não funciona com materiais de baixa densidade
Hall	<ul style="list-style-type: none">• Vida Longa• Fácil Instalação• Resposta rápida• Baixo Custo	<ul style="list-style-type: none">• Não é seletivo em relação ao alvo• Sensível a interferências eletromagnéticas• O alvo deve ter um ímã fixado