

SENSORES INDUSTRIAIS

Prof. Jeferson L. Curzel
2010/02

Tópicos

1. Chaves fim de curso
2. Sensores de proximidade indutivos
3. Sensores de proximidade capacitivos
4. Sensores fotoelétricos
5. Seleção de sensores
6. Alimentação, Saídas e Fiação

O que é um sensor?

- Um sensor é um dispositivo para detecção e sinalização de uma condição de mudança:
 - presença ou ausência de um objeto ou material (detecção discreta).
 - uma quantidade mensurável como uma mudança na distância, tamanho ou cor (detecção analógica).
- Esta informação, ou a saída do sensor, é a base para a monitoração e o controle de um processo de produção.



Com Contato x Sem Contato

- **Sensores com contato** são dispositivos eletromecânicos que detectam mudança através de contato físico direto com o objeto alvo.
- Características:
 - geralmente não requerem alimentação;
 - podem manusear correntes maiores;
 - são geralmente mais fáceis de entender e diagnosticar.
- Exemplos: *Encoders*, chaves fim de curso e chaves de segurança.
- Os *encoders* convertem o movimento da máquina em sinais e dados.
- As chaves fim de curso são usadas quando o objeto alvo pode ter contato físico.
- As chaves de segurança incorporam atuação resistente a adulteração e contatos de ação de abertura direta para uso como proteções de máquina e paradas de emergência.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Com Contato x Sem Contato

- **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 ultrassônicos são tecnologias sem contato.
- Os sensores sem contato podem também estar suscetíveis à energia irradiada por outros dispositivos ou processos.

Um Exemplo Prático

- Linha de Pintura:

Um sensor **com contato** pode ser utilizado para contar cada porta assim que ela entra na área de pintura, para determinar quantas portas foram enviadas para a área.

Conforme as portas são enviadas para a área de secagem, um sensor **sem contato** conta quantas deixaram a área de pintura e quantas se moveram para a área de secagem.

A mudança para um sensor sem contato é feita para que não haja nenhuma possibilidade de afetar as superfícies recém pintadas.



Detecção Discreta x Analógica

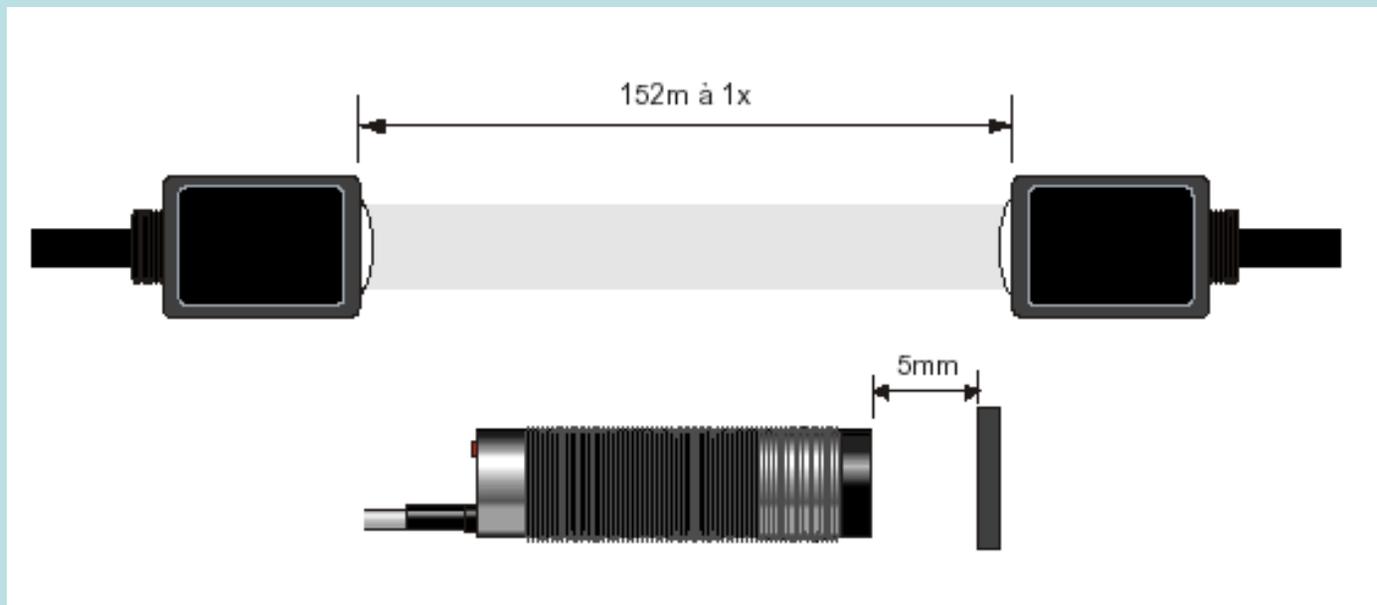
- A detecção discreta responde a pergunta, "O alvo está lá?" o sensor produz um sinal (digital) Ligado/Desligado (ON/OFF) como saída, baseado na presença ou ausência do alvo.
- A detecção analógica responde as perguntas "Onde está?" ou "Quanto está lá?" fornecendo uma resposta de saída contínua. A saída é proporcional ao efeito do alvo no sensor, ou em relação a sua posição dentro da faixa de detecção ou a força relativa do sinal que ele retorna ao sensor.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Características/Especificações

- **Distância Sensora Nominal:** é a distância de operação nominal para a qual um sensor é projetado. Esta especificação é atingida usando-se um critério padronizado sob condições médias.

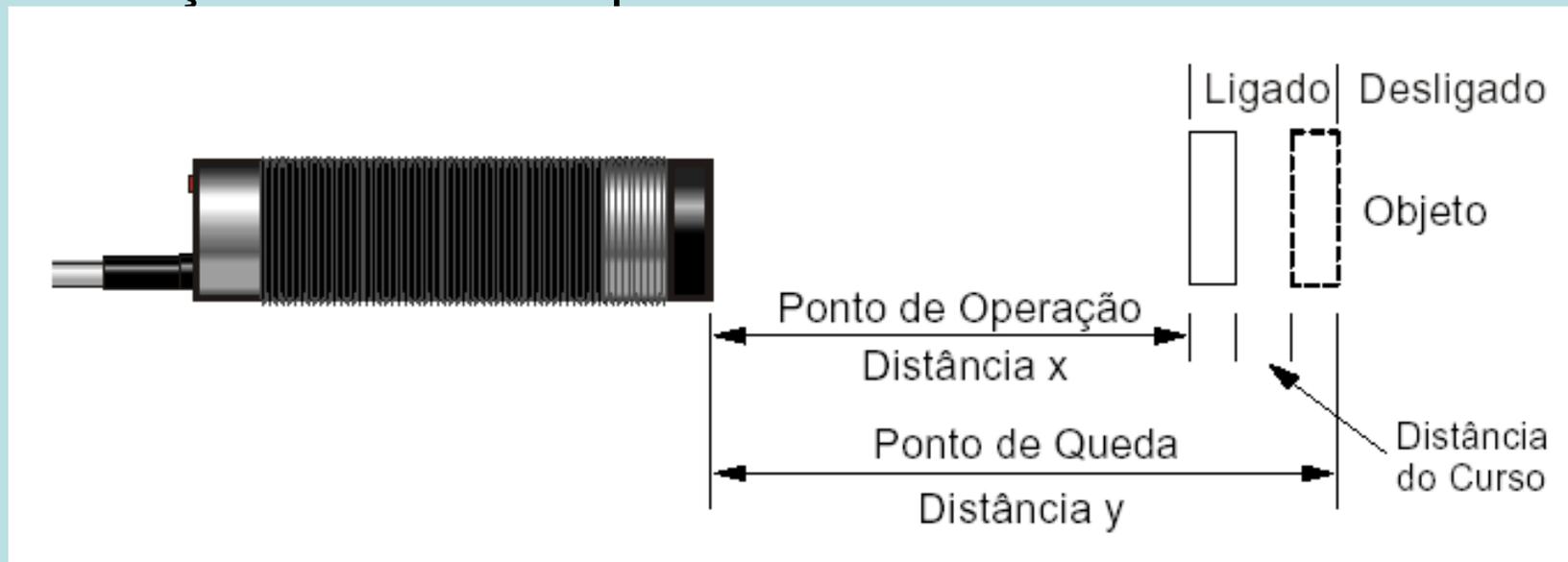




INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Características/Especificações

- **Histerese:** é a diferença entre os pontos de operação (ligado) e a liberação (desligado) quando o alvo distancia-se da face sensora.
- Sem histerese, um sensor de proximidade irá ligar e desligar continuamente, oscilando enquanto houver vibração excessiva aplicada ao alvo ou sensor.

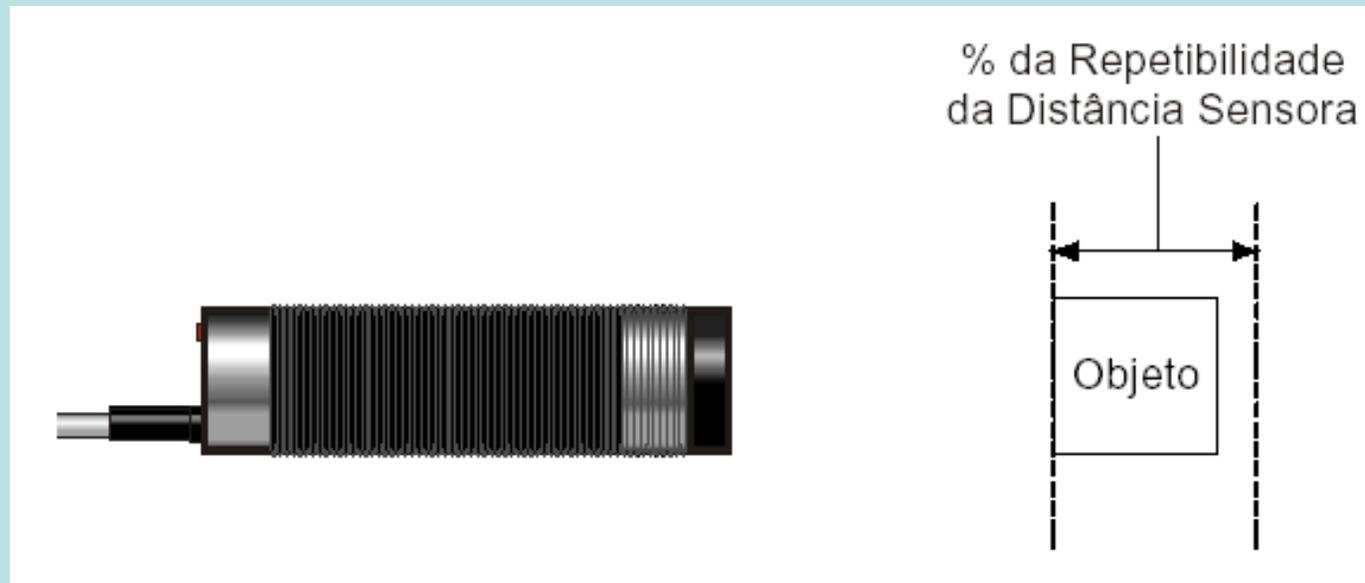




INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Características/Especificações

- **Repetibilidade:** é a habilidade do sensor de detectar o mesmo objeto à mesma distância, todas as vezes. Expresso como um percentual da distância sensora nominal, esse número é baseado em uma temperatura ambiente constante e tensão da fonte.

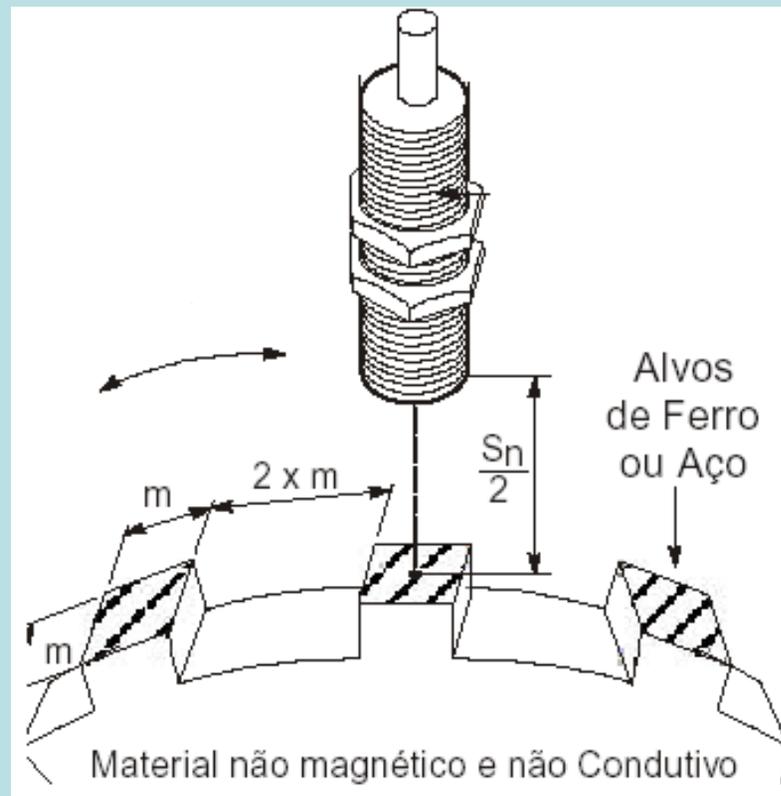




INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Características/Especificações

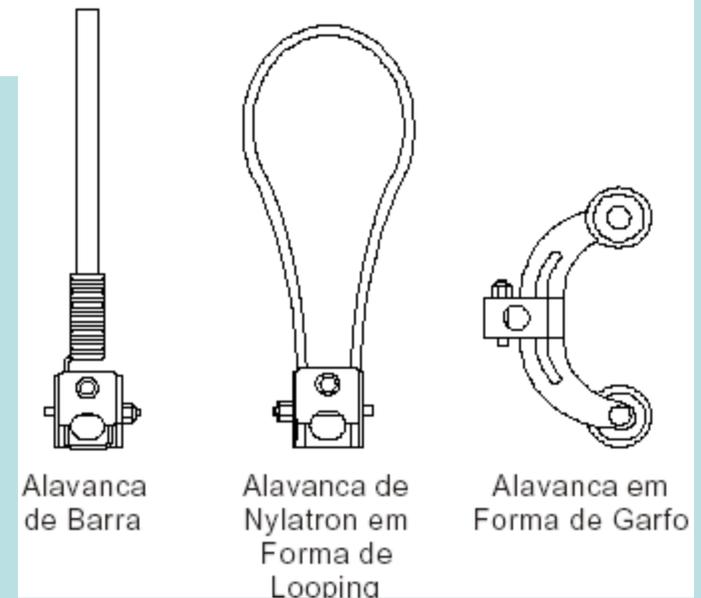
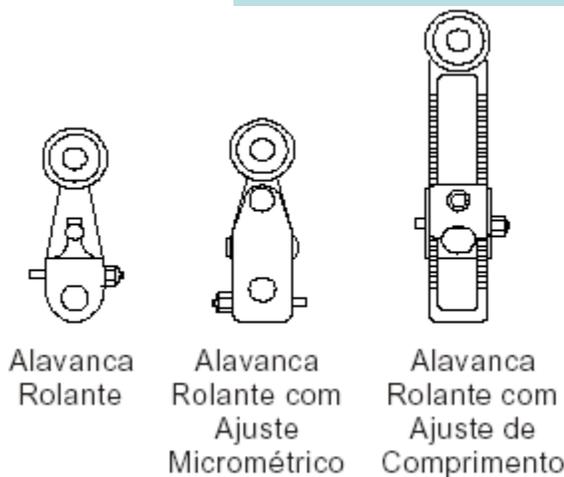
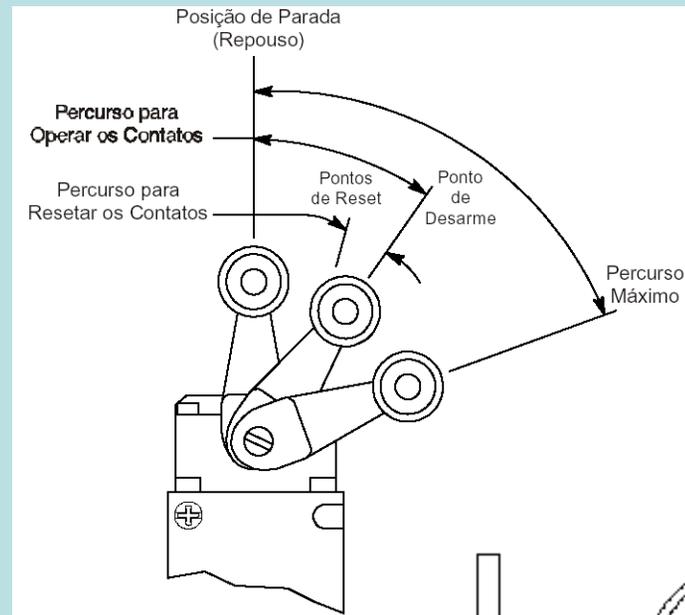
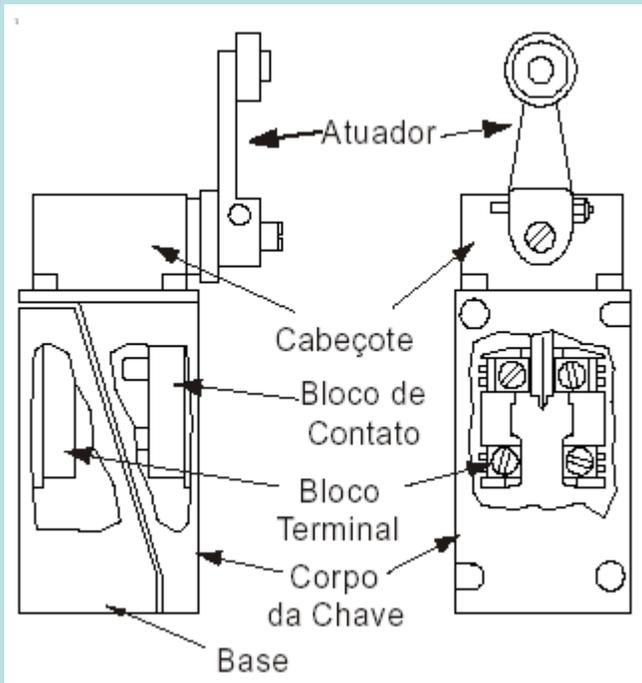
- **Frequência de comutação:** é o número de operações de comutação por segundo alcançável sob condições padronizadas. Em termos gerais, é a velocidade relativa do sensor.



1. Chaves Fim de Curso

- Uma chave fim de curso é um dispositivo eletromecânico que consiste de um atuador mecanicamente conectado a um conjunto de contatos.
- Quando um objeto entra em contato com o atuador, o dispositivo faz com que os contatos façam ou desfaçam uma conexão elétrica.
- As chaves fim de curso são utilizadas numa variedade de aplicações e ambientes devido à robustez, fácil instalação e confiabilidade de operação.
- Podem determinar a presença ou ausência, passagem, posicionamento e término do curso de um objeto, por isso o nome de "chave fim de curso".

1. Chaves Fim de Curso



Vantagens e Desvantagens da Chave Fim de Curso

- As **vantagens mecânicas** das chaves fim de curso são:
- Fácil utilização
- Operação visível simples
- Invólucro duradouro
- Boa vedação para operação de segurança
- Alta resistência para diferentes condições de ambiente encontradas nos segmentos industriais
- Alta repetibilidade

Vantagens e Desvantagens da Chave Fim de Curso

- As **vantagens elétricas** das chaves fim de curso são:
- Adequação para comutação de cargas de potência mais elevada que outras tecnologias sensoras (típico 5 A à 24Vcc ou 10 A à 120Vca versus menos de 1A para sensores de proximidade ou fotoelétricos)
- Imunidade à interferência de ruídos elétricos
- Imunidade à interferência de rádio frequência (*walkie-talkies*)
- Ausência de fuga de corrente
- Queda mínima da tensão
- Operação simples normalmente aberta e/ou normalmente fechada

Vantagens e Desvantagens da Chave Fim de Curso

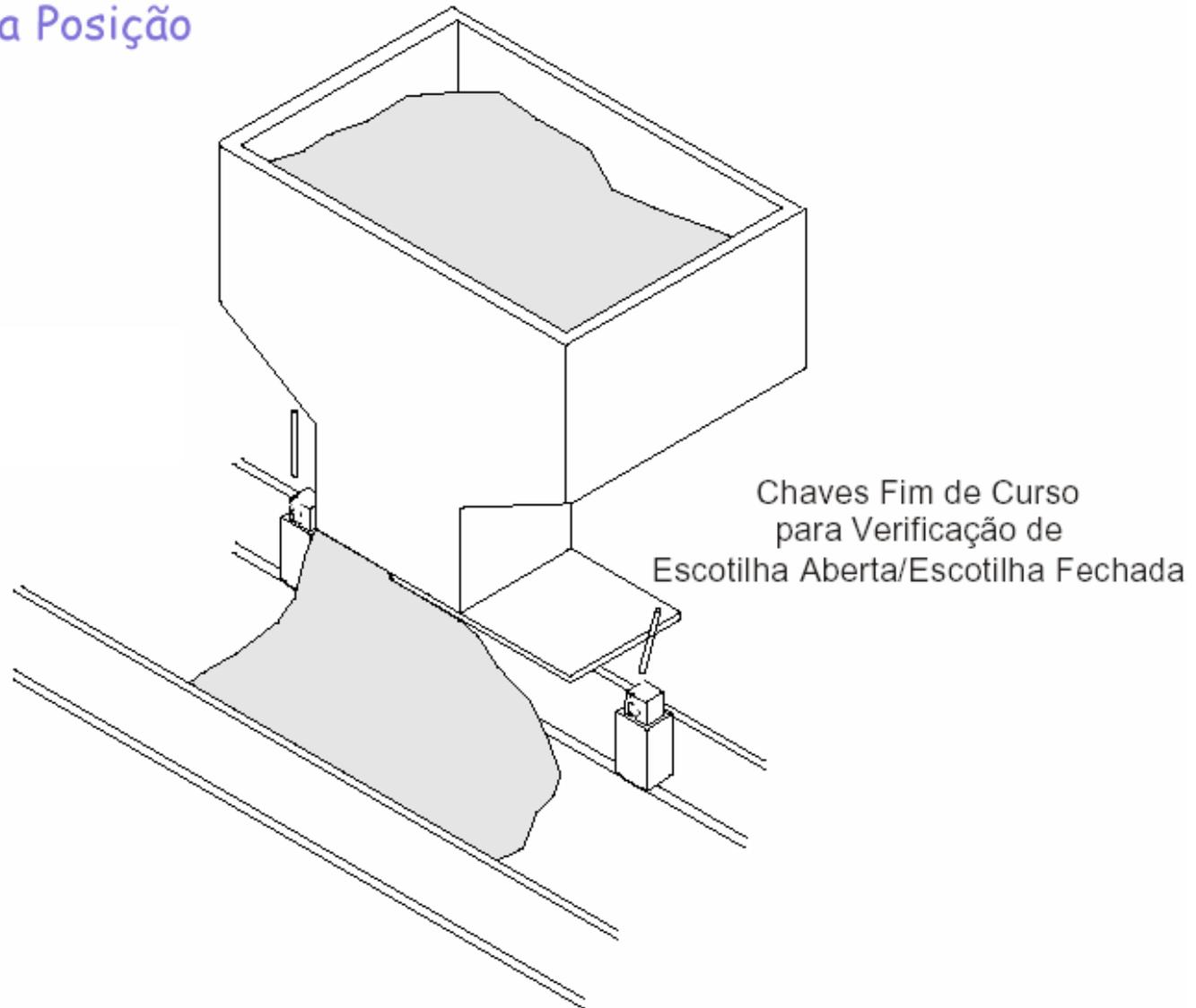
- Desvantagens: As desvantagens das chaves fim de curso são:
- Vida de contato mais curta do que as tecnologias de estado sólido
- Peças mecânicas móveis podem apresentar desgaste
- Nem todas as aplicações podem usar detecção por contato

Aplicações Típicas

- Sistemas transportadores
- Máquinas de transferência
- Tornos automáticos
- Máquinas de fresa e perfuração
- Furadeiras e fresadoras
- Equipamento de produção de alta velocidade

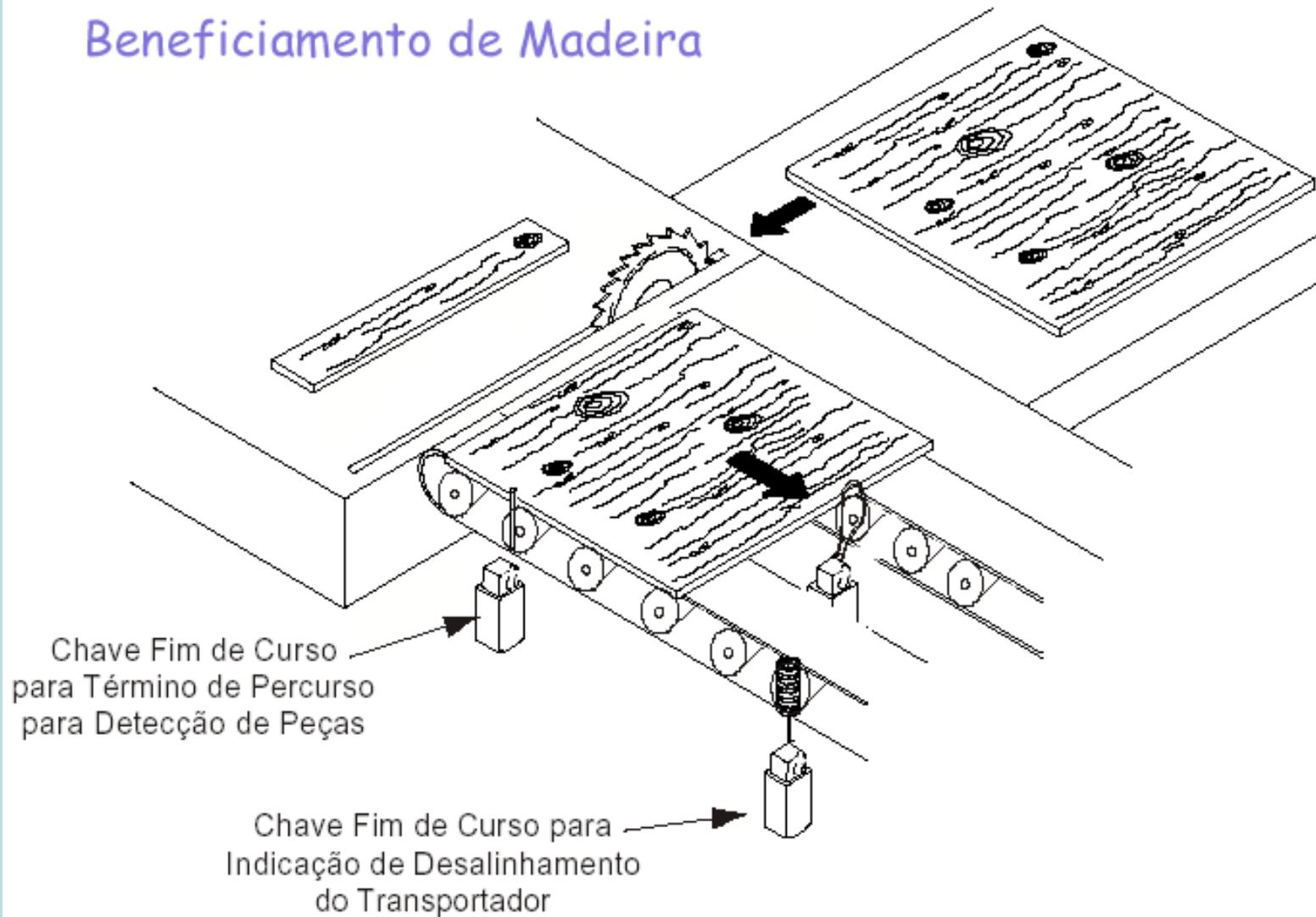
Aplicações

Verificação da Posição



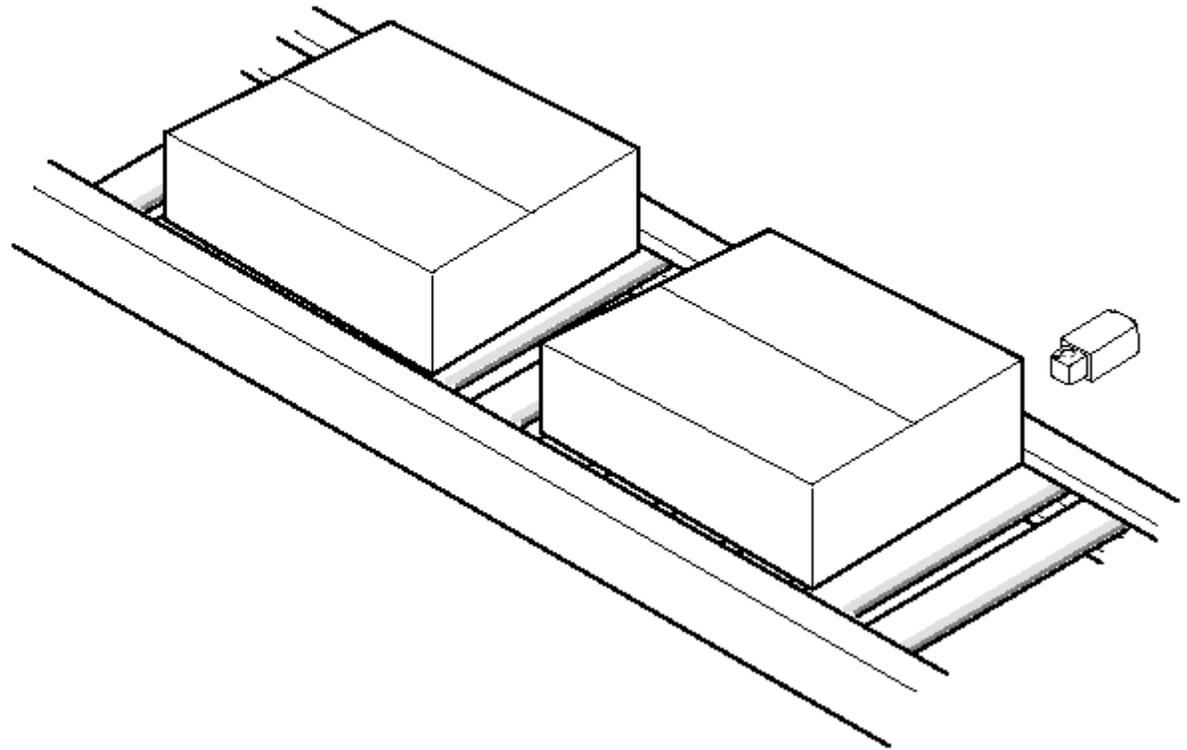
Aplicações

Beneficiamento de Madeira



Aplicações

Contagem e Detecção de Peças

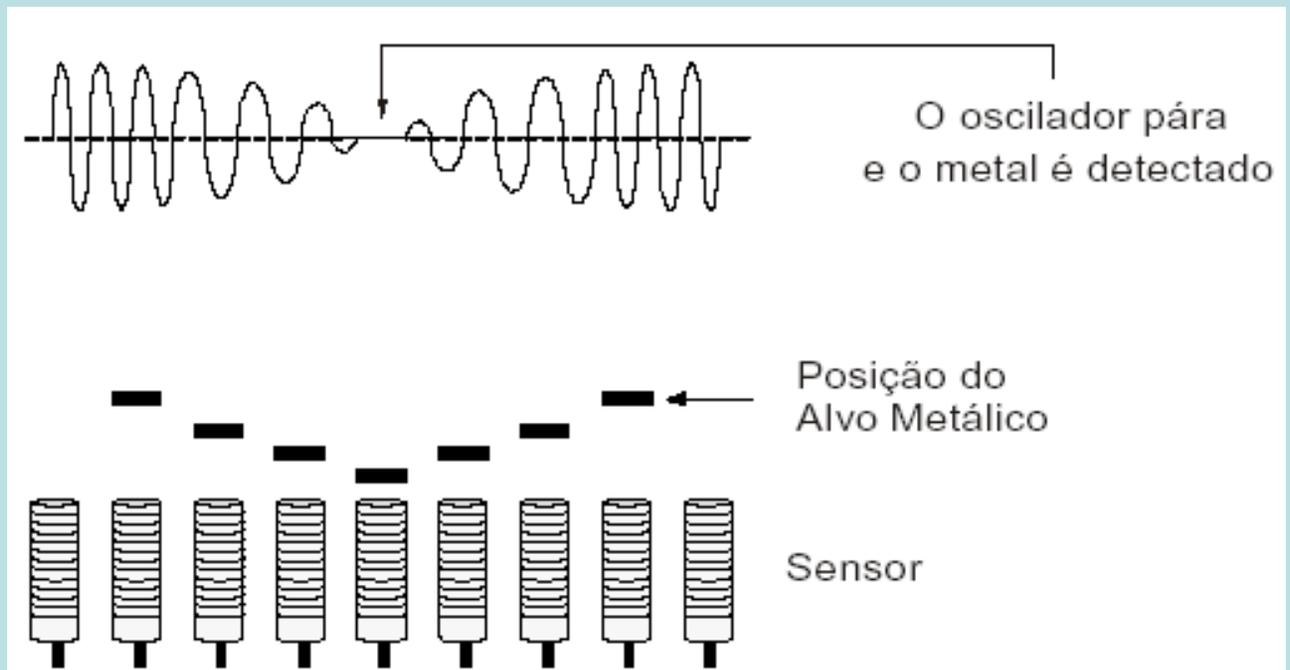


2. Sensores Indutivos

- Os sensores de proximidade indutivos são dispositivos de estado sólido projetados para detectarem objetos metálicos.
- **Características:**
 - não estão sujeitos à avaria ou desgaste mecânicos.
 - não são afetados pelo acúmulo de contaminantes tais como: pó, graxa, óleo ou fuligem, na face sensora.
 - detectam tanto os metais ferrosos (que contêm ferro) quanto os não-ferrosos.
 - seu princípio de funcionamento baseia-se na geração de um campo eletromagnético.

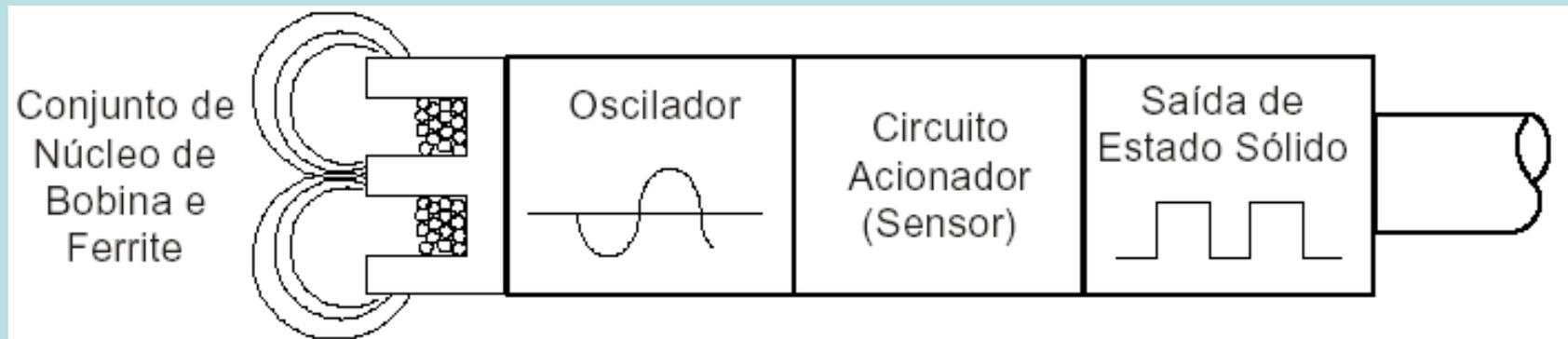
2. Sensores Indutivos

- Quando um objeto metálico penetra nesse campo, correntes de superfície são induzidas no objeto metálico, o que resulta na perda de energia no circuito do oscilador e, conseqüentemente, há uma redução na amplitude de oscilação. O circuito acionador detecta essa alteração e gera um sinal para comutar a saída em LIGAR ou DESLIGAR. Quando o objeto se afasta da área do campo eletromagnético, o oscilador se regenera e o sensor retorna ao seu estado normal.



2. Sensores Indutivos

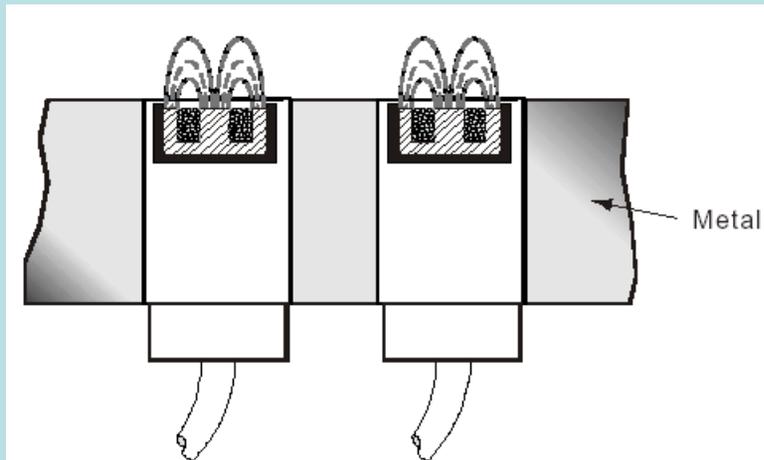
- Estrutura do Sensor de Proximidade Indutivo:
 - Conjunto de Núcleo de Bobina e Ferrite
 - Oscilador
 - Circuito acionador
 - Circuito de saída



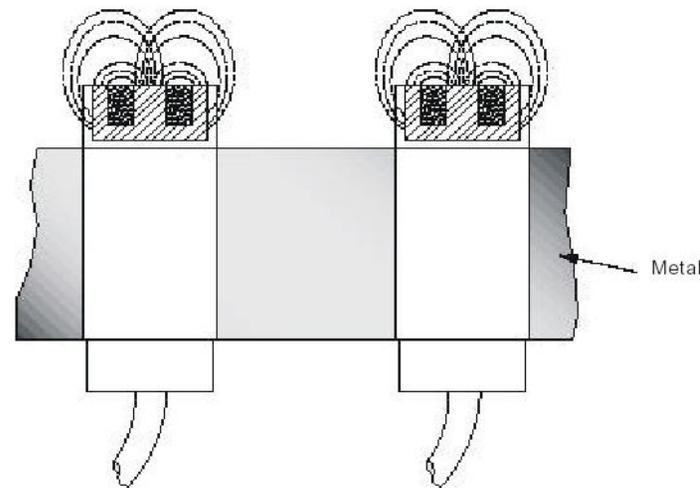
2. Sensores Indutivos

- Montagem do Sensor de Proximidade Indutivo:

- Embutidos:

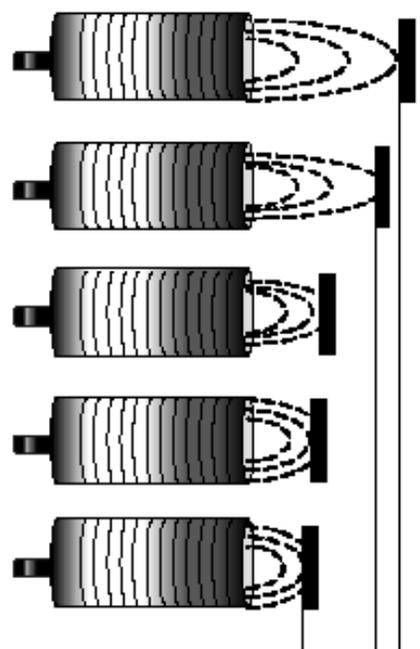


- Aparentes:



2. Sensores Indutivos

- Fatores de correção:



Aço doce	≈	1,0 x Distância Operacional Nominal
Aço inoxidável	≈	0,9 x Distância Operacional Nominal
Bronze	≈	0,5 x Distância Operacional Nominal
Alumínio	≈	0,45 x Distância Operacional Nominal
Cobre	≈	0,4 x Distância Operacional Nominal

Distância Operacional Máxima
(Ponto Detectado)



Vantagens e Desvantagens da Proximidade Indutiva

- **Vantagens:**

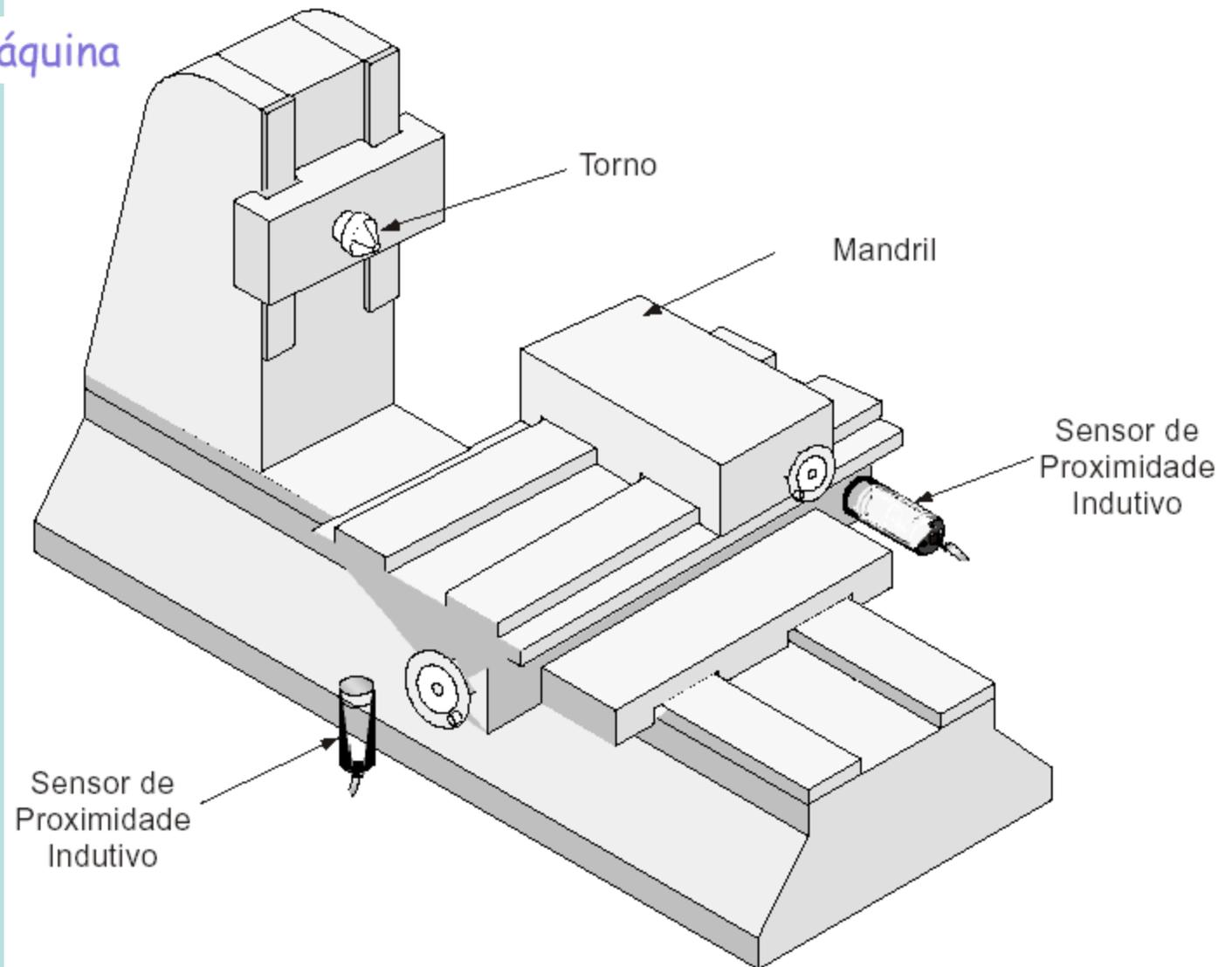
1. Não são afetados pela umidade
2. Não são afetados pelos ambientes com poeira/sujeira
3. Sem partes móveis/sem desgaste mecânico
4. Não dependem de cor
5. Menor superfície dependente do que outras tecnologias sensoras
6. Sem zona cega

- **Desvantagens:**

1. Detectam somente a presença de alvos metálicos
2. A amplitude operacional é menor do que em outras tecnologias sensoras
3. Podem ser afetados por campos eletromagnéticos fortes

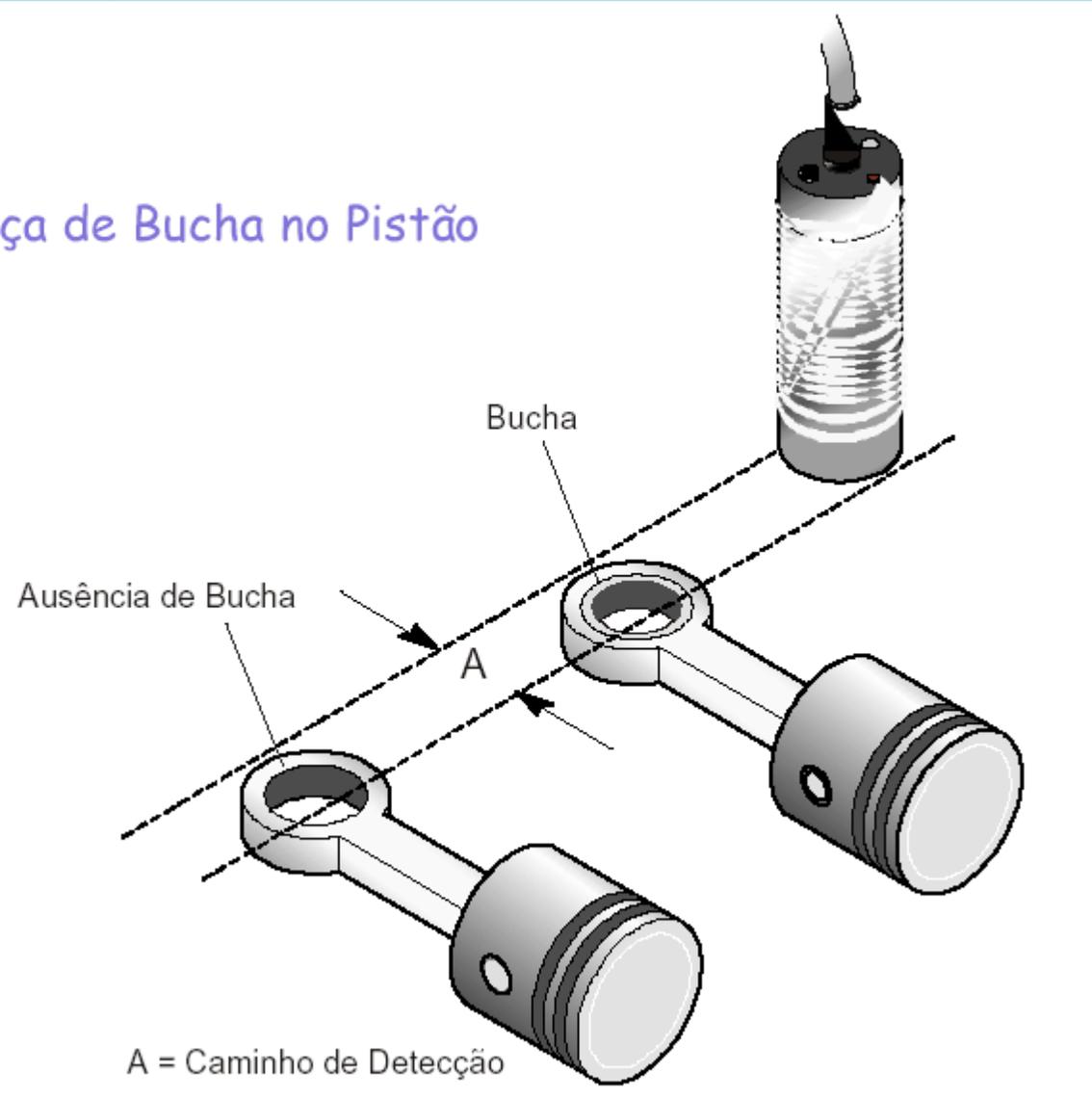
Aplicações Típicas

Ferramentas da Máquina



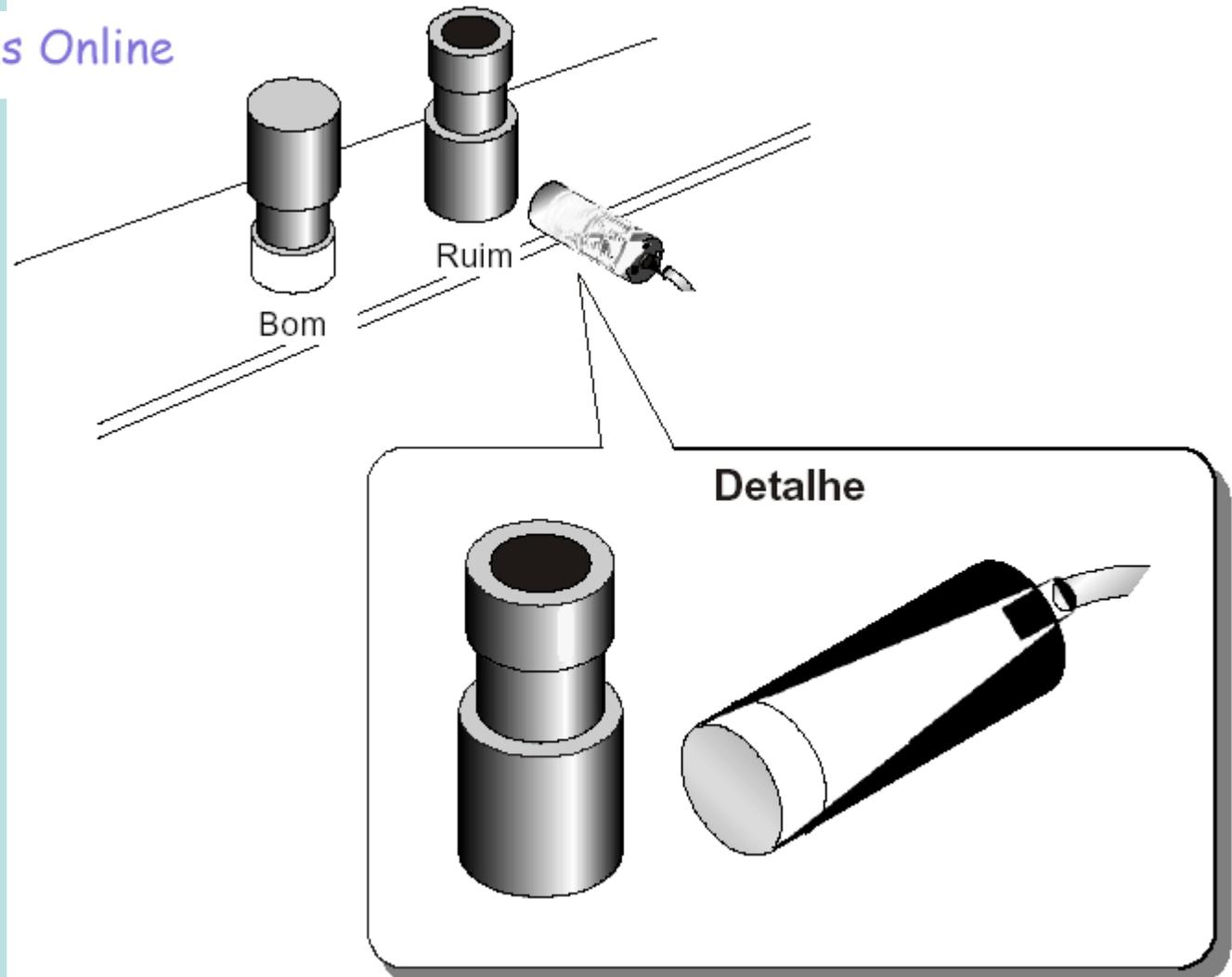
Aplicações Típicas

Detecção da Presença de Bucha no Pistão



Aplicações Típicas

Classificação das Peças Online

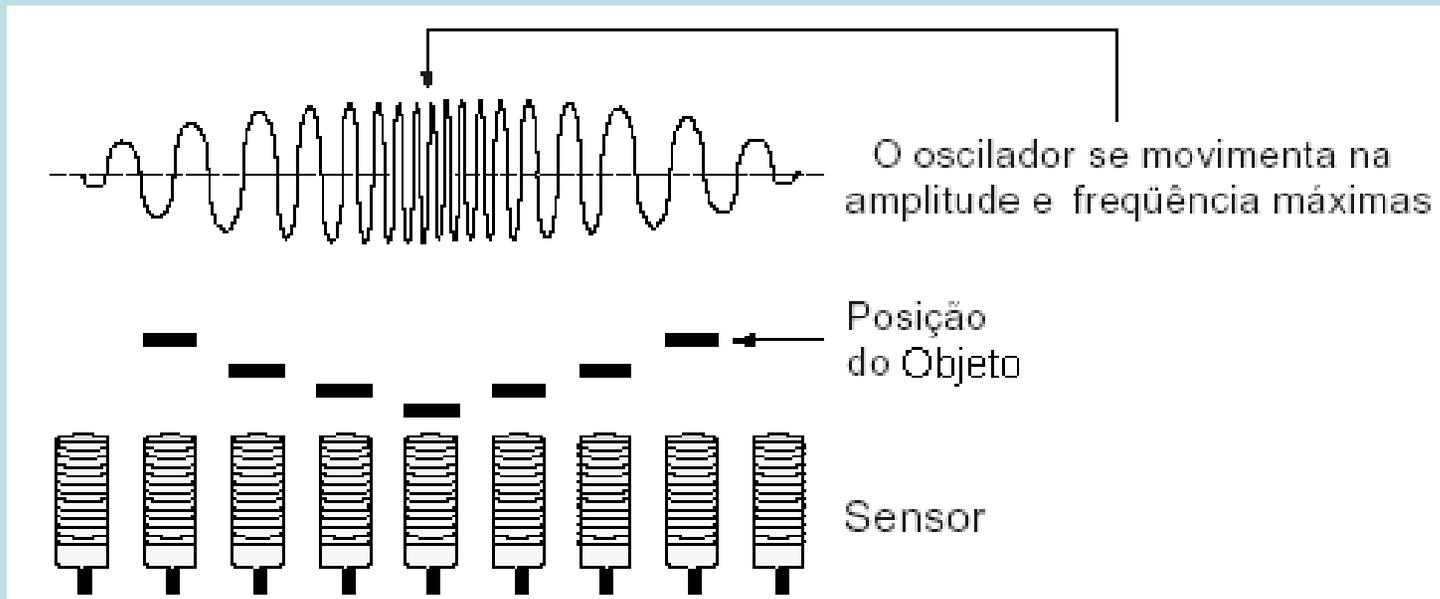


3. Sensores Capacitivos

- Detecção capacitiva é uma tecnologia própria para detectar não metais, sólidos e líquidos. Pode detectar metais, porém o custo é mais elevado que o indutivo.
- **Características:**
- Os sensores de proximidade capacitivos são semelhantes aos sensores de proximidade indutivos em tamanho, forma e conceito. Entretanto, enquanto os sensores indutivos usam campos magnéticos indutivos para detectar objetos, os sensores de proximidade capacitivos reagem às alterações do campo eletrostático.

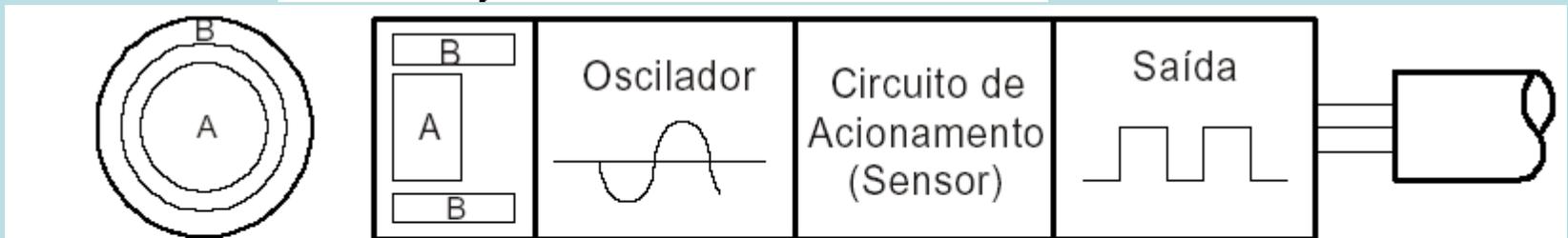
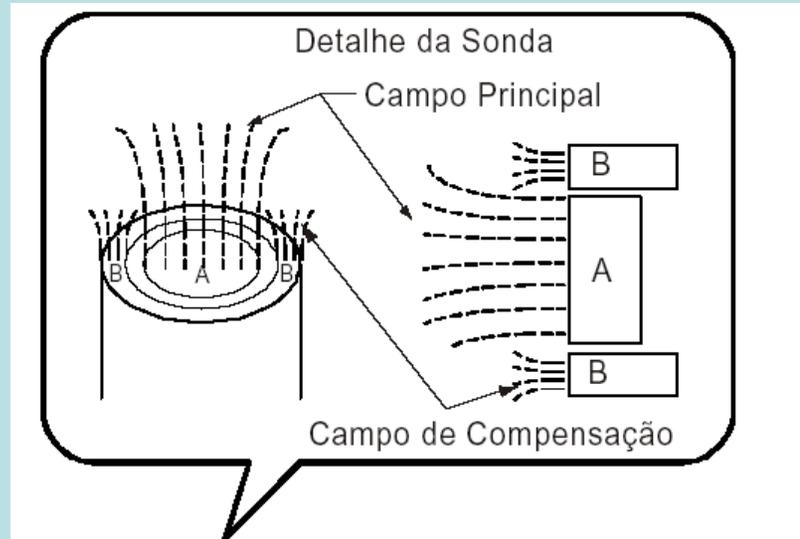
3. Sensores Capacitivos

- Na face sensora há uma placa de capacitor. No momento em que a alimentação é aplicada ao sensor, um campo eletrostático é gerado e reage às alterações de capacitância. Quando o objeto está fora do campo eletrostático, o oscilador fica desativado. À medida que o objeto se aproxima, a capacitância varia e quando alcança um limite determinado, o oscilador é ativado, acionando o circuito de saída para comutar os estados entre LIGADO (ON) e DESLIGADO (OFF).



3. Sensores Capacitivos

- Estrutura:



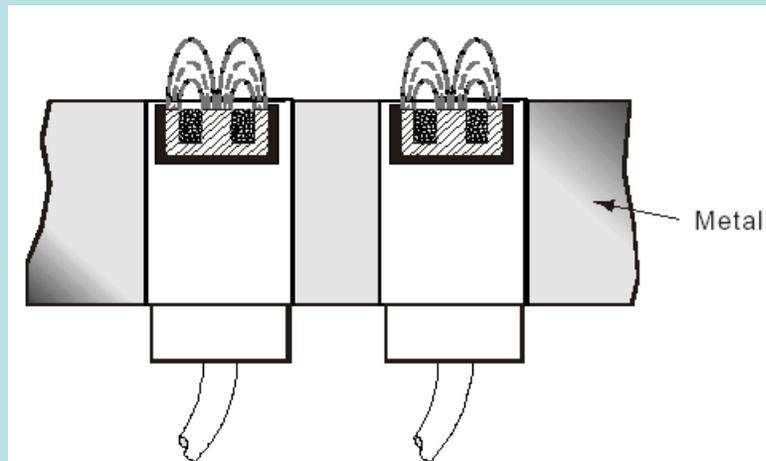
Vista Frontal

A = Detecta Eletrodos
B = Compensador de Eletrodos
(Sensores Não Blindados)

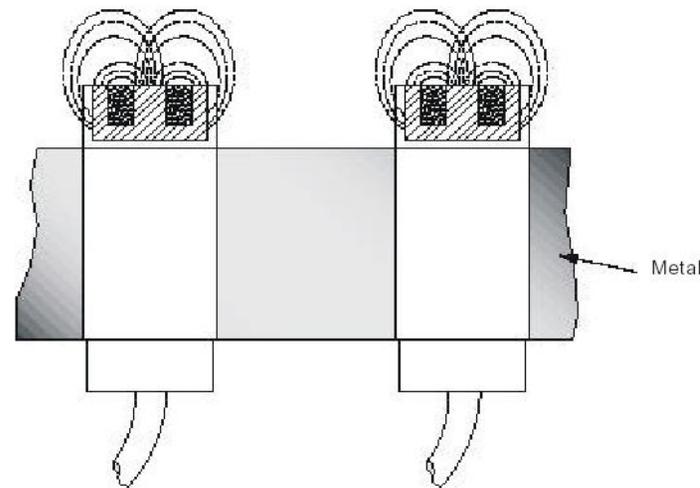
3. Sensores Capacitivos

- Montagem do Sensor Capacitivo:

- Embutidos:



- Aparentes:



3. Sensores Capacitivos

- Constante Dielétrica: Quanto maior o valor da constante dielétrica de um material, mais fácil ele é detectado.

Material	Constante	Material	Constante
Acetona	19,5	Perspex	3,2-3,5
Resina Acrilica	2,7-4.5	Petróleo	2,0-2,2
Ar	1,000264	Resina de Fenol	4-12
Álcool	25,8	Poliacetal	3,6-3,7
Amônia	15-25	Poliamida	5,0
Anilina	6,9	Resina de Poliester	2,8-8,1
Soluções Aquosas	50-80	Polietileno	2,3
Baquelite	3,6	Polipropileno	2,0-2,3
Benzina	2,3	Polistireno	3,0
Dióxido de Carbono	1,000985	Resina de Cloreto de Polivinil	2,8-3,1

Vantagens e Desvantagens da Proximidade Capacitiva

- **Vantagens:**

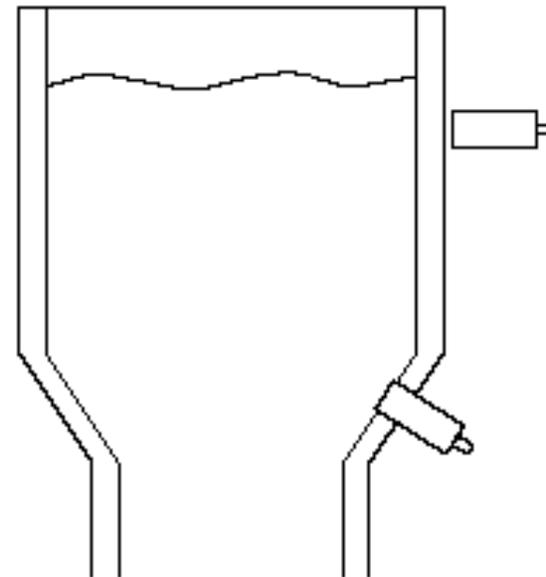
1. Detectam metais e não metais, líquidos e sólidos
2. Podem "ver através" de certos materiais (caixas de produto)
3. Estado sólido, vida útil longa
4. Diversas configurações de montagem

- **Desvantagens:**

1. Distância sensora curta (1 polegada ou menos) varia amplamente de acordo com o material a ser detectado
2. Muito sensível aos fatores ambientais - umidade em climas litorâneos podem afetar o resultado da detecção
3. Nem um pouco seletivo em relação ao alvo - o controle do que se aproxima do sensor é essencial

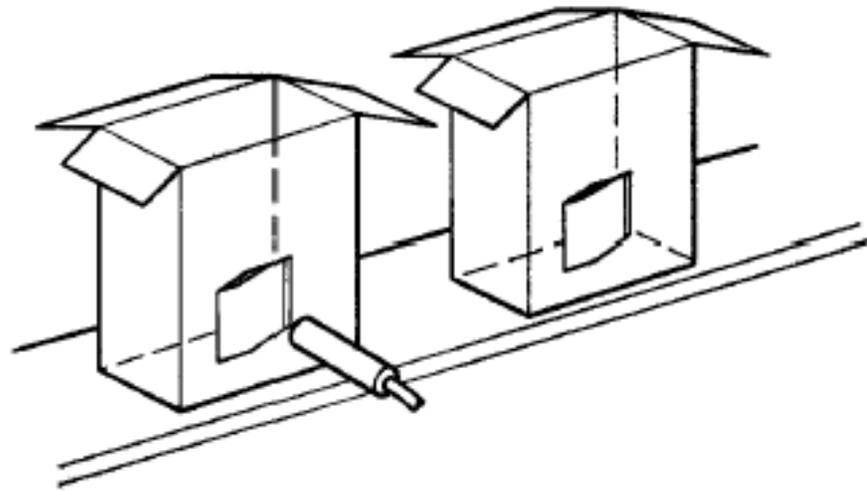
Aplicações

Detecção de Nível em um Tanque
Pode ser tanto pela Janela quanto
Embutido no Material.



Aplicações

Detecção de Produto Através da Embalagem

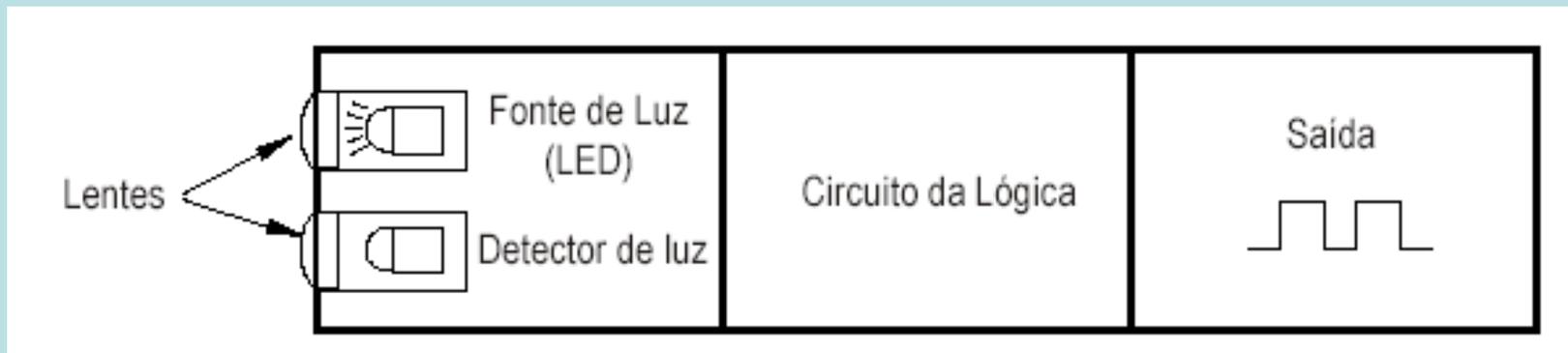


4. Sensores Fotoelétricos

- **Princípio de Funcionamento:**
- Todos os sensores fotoelétricos operam detectando uma mudança na quantidade de luz recebida por um detector de luz. A mudança na luz permite que o sensor detecte a presença ou a ausência do objeto, bem como seu tamanho, sua forma, sua capacidade refletora, opacidade, transparência ou cor.
- **Tipos:**
 - a) Tipo Barreira
 - b) Tipo Retro Refletido (com espelho prismático)
 - c) Tipo Difuso
 - d) Com Fibra ótica (objetos pequenos e alta temperatura)

4. Sensores Fotoelétricos

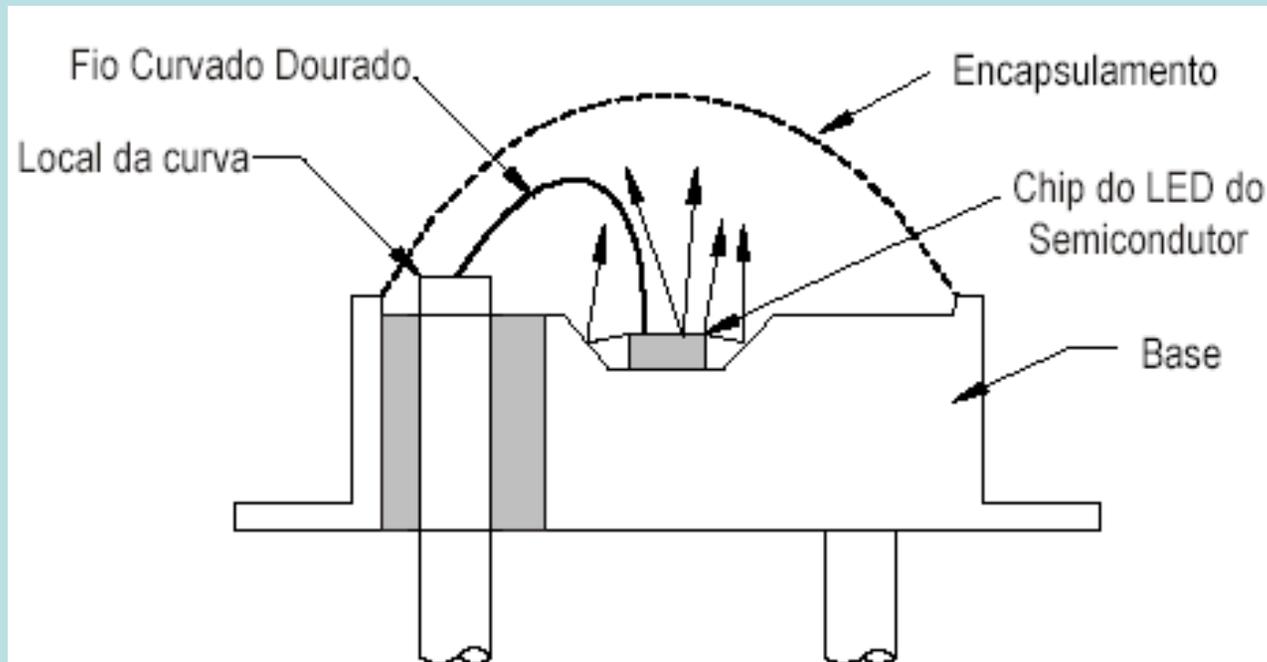
- **Estrutura:**
- Um sensor fotoelétrico consiste em 5 componentes básicos:
 - Fonte de luz
 - Detector de luz
 - Lentes
 - Circuito lógico
 - Saída



4. Sensores Fotoelétricos

- Fonte de luz

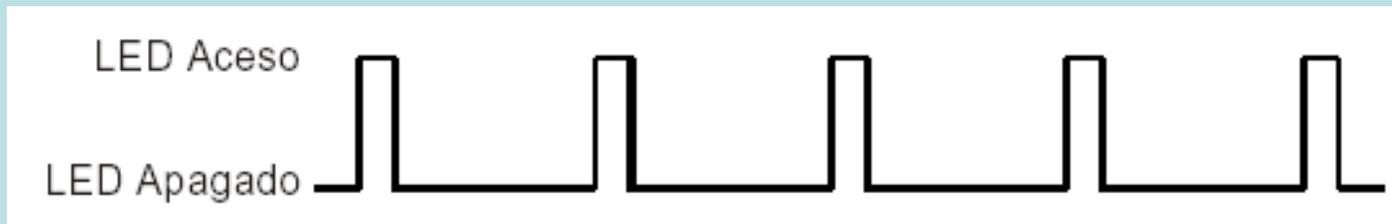
- LED Infravermelho: Um LED é um semicondutor de estado sólido que emite luz quando uma corrente é aplicada. Os LEDs são designados para emitir comprimentos específicos de onda, ou cores, de luz . Os LEDs infravermelhos, vermelhos visíveis, verdes e azuis são utilizados como fonte de luz na maior parte dos sensores fotoelétricos.



4. Sensores Fotoelétricos

- Modulação:

- Uma das maiores vantagens da fonte de luz do LED é sua habilidade de ligar e desligar rapidamente. Isso permite a pulsação e modulação da fonte de luz.

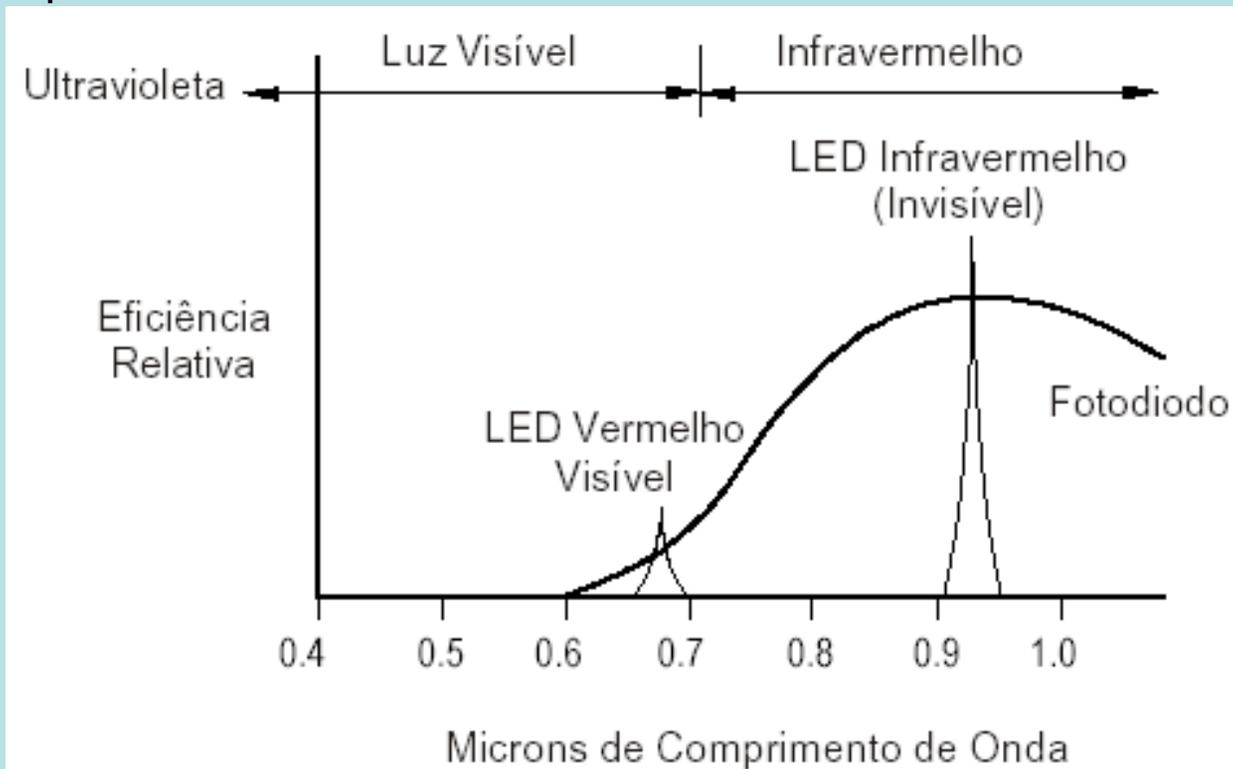


- Funções da Modulação:

- Filtrar a luz natural (contínua)
- Filtrar a luz artificial (60 Hz)
- Aumentar a potência do LED (ciclo de trabalho menor que 5%)

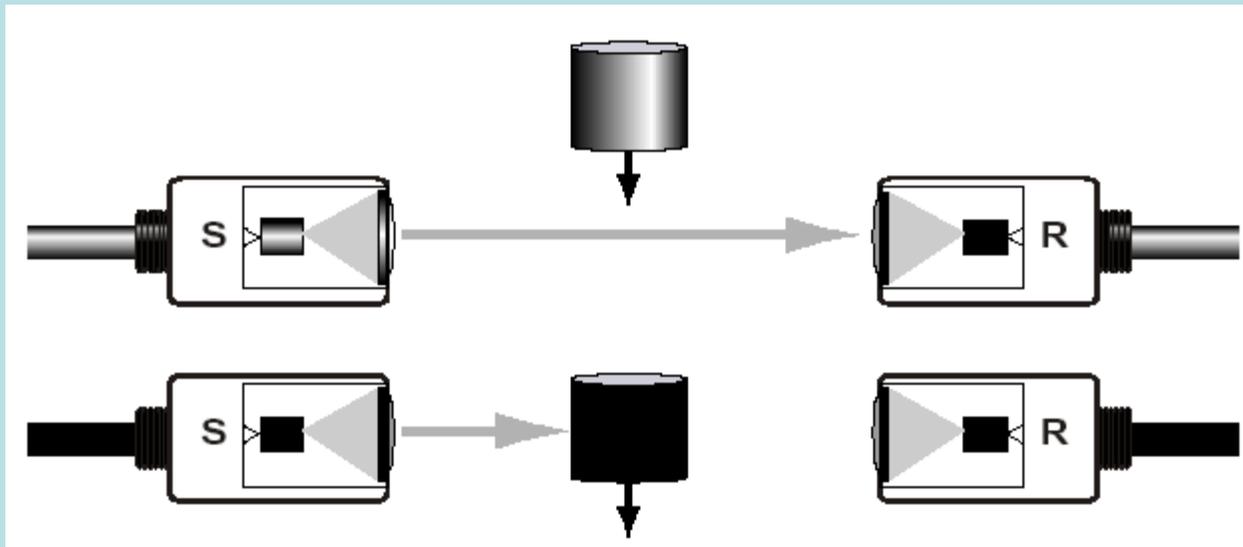
4. Sensores Fotoelétricos

- Detector de luz
 - Fototransistor: É um componente de estado sólido que fornece uma mudança na corrente conduzida dependendo da quantidade de luz detectada. Os detectores de luz são mais sensíveis a certos comprimentos de onda de luz.



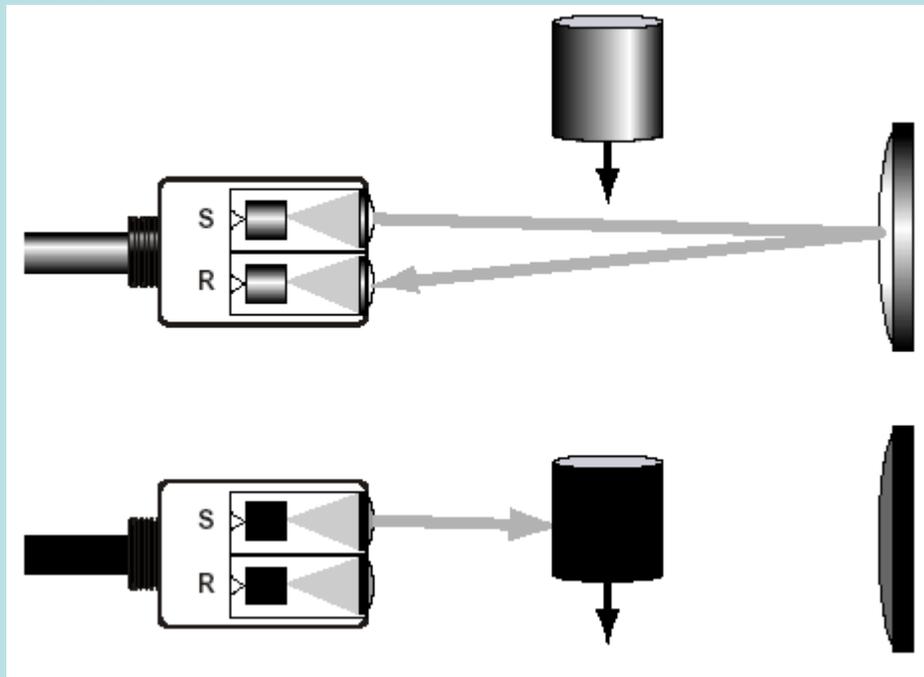
4. Sensores Fotoelétricos

- a) Barreira (Feixe transmitido)
 - Neste modo de detecção, o emissor e o receptor de luz estão em invólucros separados. As duas unidades estão posicionadas em lados opostos de forma que a luz do emissor brilhe diretamente sobre o receptor. O feixe entre o receptor e a fonte de luz deve ser interrompido para a detecção do objeto.



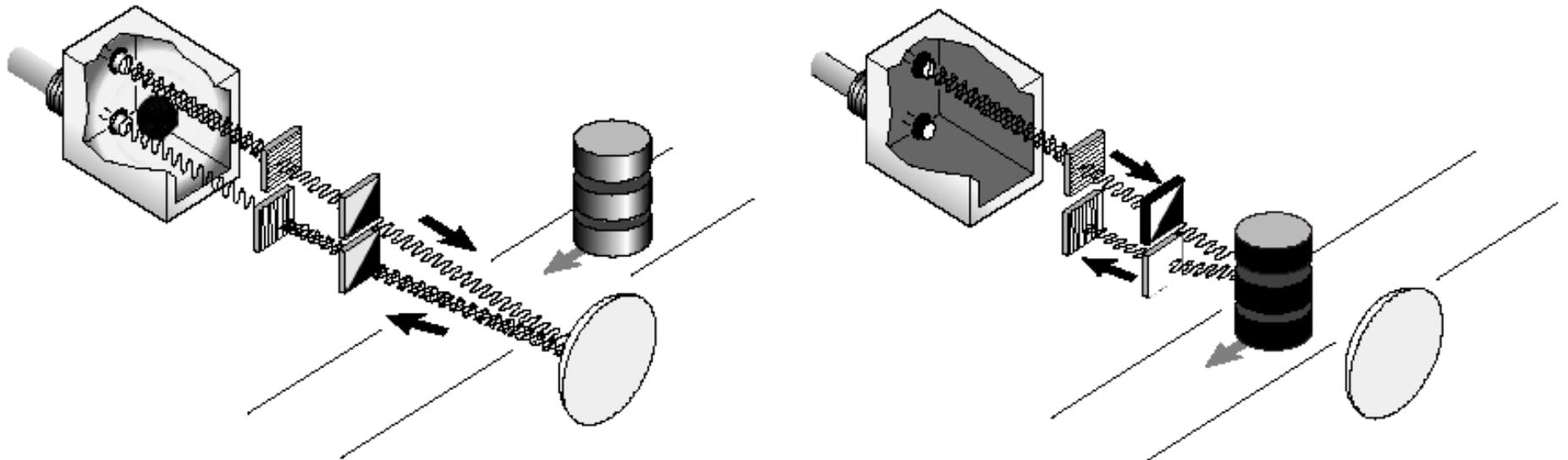
4. Sensores Fotoelétricos

- b) Retrorefletido
 - Um sensor retrorefletido contém tanto o emissor quanto o receptor em um invólucro. O feixe de luz do emissor é propagado do refletor (ou de material refletivo especial) e detectado pelo receptor. O objeto é detectado quando intercepta esse feixe de luz.



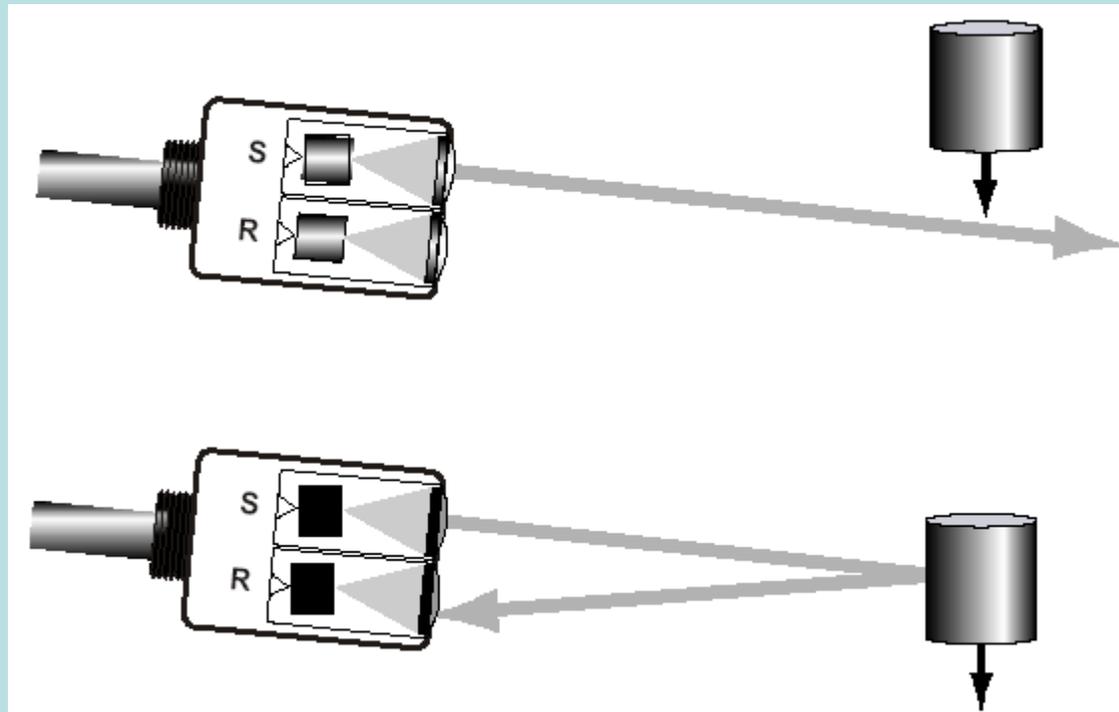
4. Sensores Fotoelétricos

- b) Retrorefletido Polarizado
 - Os sensores retrorefletidos polarizados contêm filtros polarizadores em frente do emissor e do receptor que orientam a luz em um único plano. Esses filtros são perpendiculares ou ficam posicionados 90° fora de fase entre si.



4. Sensores Fotoelétricos

- c) Difuso
 - Neste tipo é detectado um reflexo diretamente a partir do objeto. A superfície do objeto espalha a luz em todos os ângulos; uma pequena parte é refletida em direção ao receptor. Esse modo de detecção é denominado detecção difusa.



4. Sensores Fotoelétricos

- Os objetos difusos do "mundo real" são geralmente considerados menos refletivos, conforme mostrado na tabela.

Objeto	Reflexo Relativo Típico
Fita retrorefletiva	2000
Alumínio polido (perpendicular)	500
Papel branco (referência)	100
Papel para digitação branco	90
Papelão	40
Caixa empacotada (caixa de cereais)	30
Madeira de corte	20
Papel preto	10
Neoprene	5
Borracha de pneu	4
Feltro preto	2

4. Sensores Fotoelétricos

- d) Fibra Ótica: Os cabos de fibra ótica podem ser montados em locais que seriam inacessíveis para sensores fotoelétricos. Eles podem ser usados onde há alta temperatura ambiente e em aplicações onde há vibração .Os cabos de fibra ótica podem também ser usados para detectar objetos pequenos.
- Os cabos de fibra ótica podem ser configurados para operar em todos os modos de detecção: feixe transmitido, retrorefletido e nos vários modos difusos. Podem ser de Plástico ou de Vidro.

Cabos de Fibra Ótica
Individuais



Dois cabos individuais são usados para a detecção de feixe transmitido.

Cabo de Fibra Ótica
Bifurcado

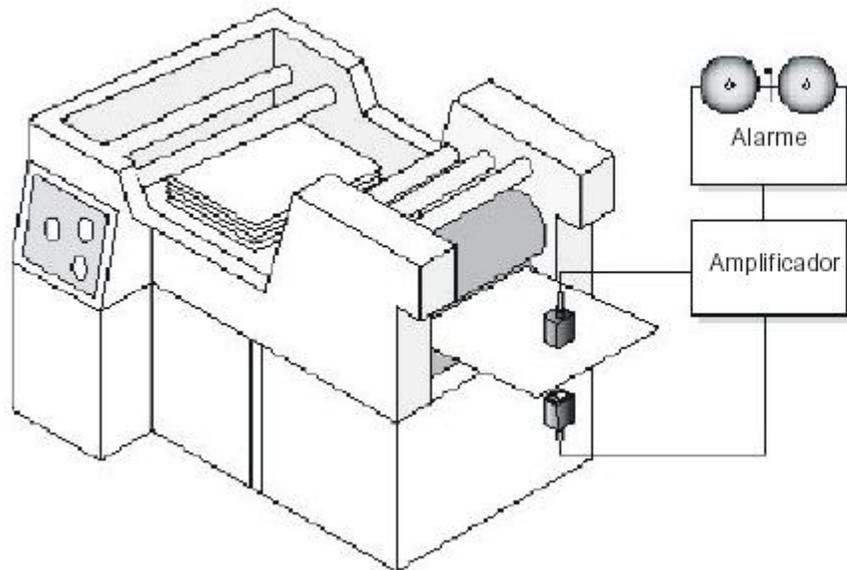


Cabos de fibra ótica bifurcados são usados para os modos de detecção difusa ou retrorefletido.

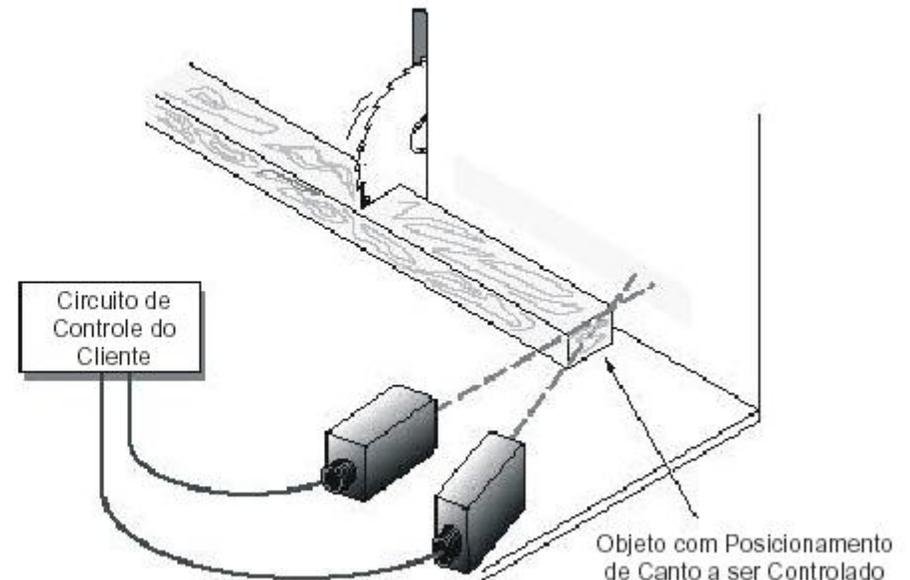
Aplicações

- Tipo Barreira (Feixe Transmitido)

Detecção de Folha Dupla



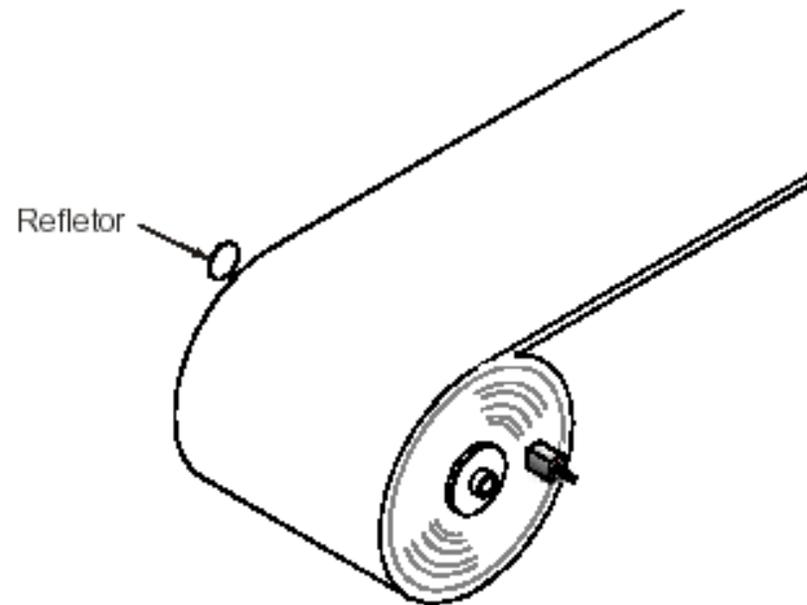
Detecção de Canto Convergente Mecanicamente



Aplicações

- Tipo Retrorefletido

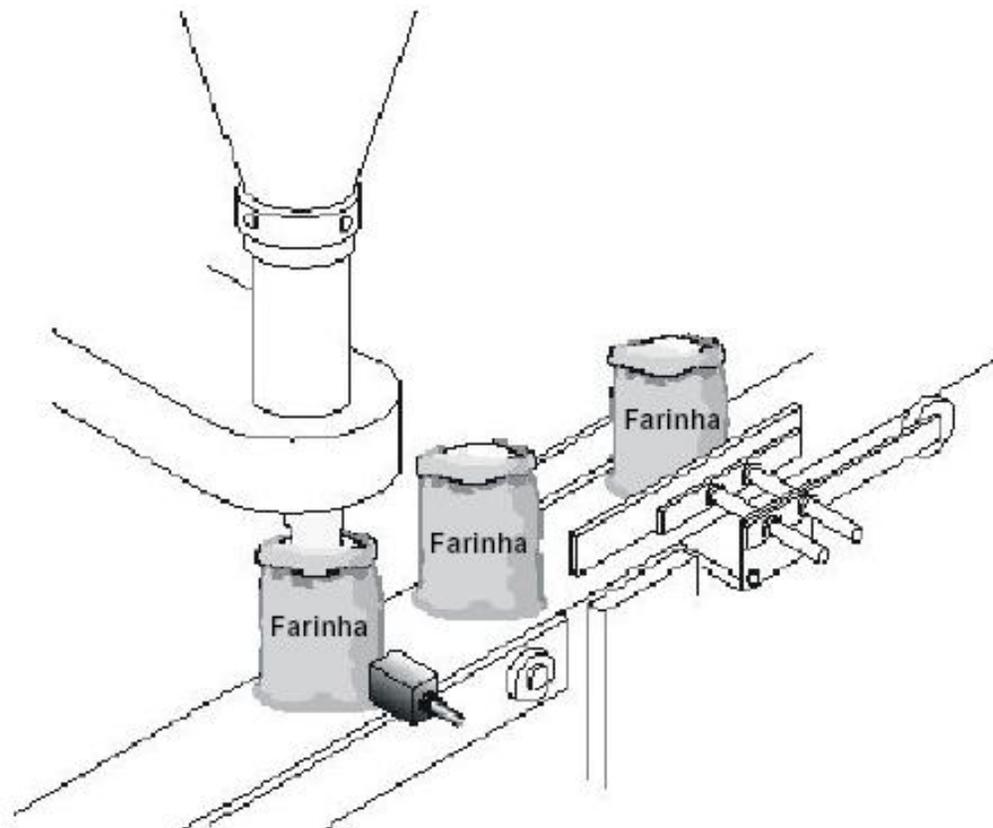
Detecção de Resíduo de Rolo



Aplicações

- Tipo Difuso

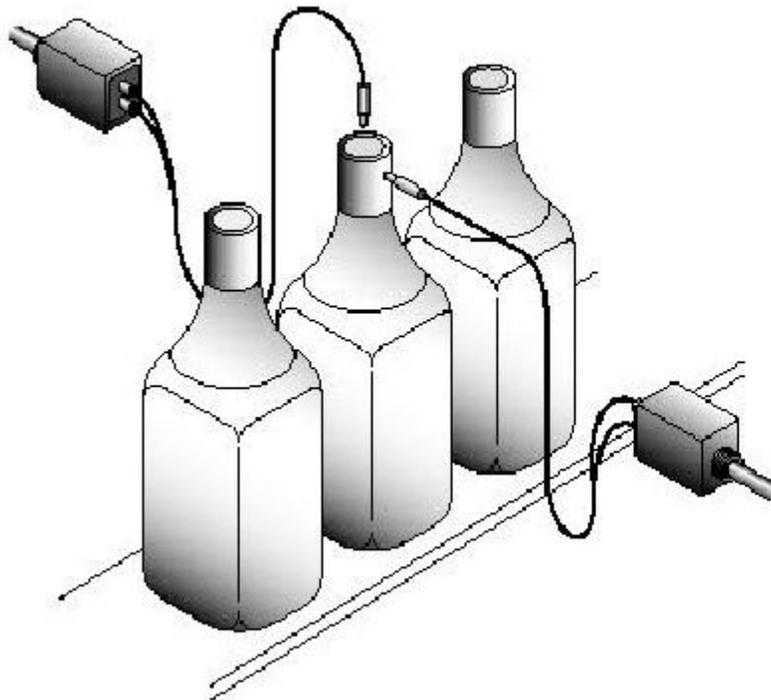
Detecção de Embalagem



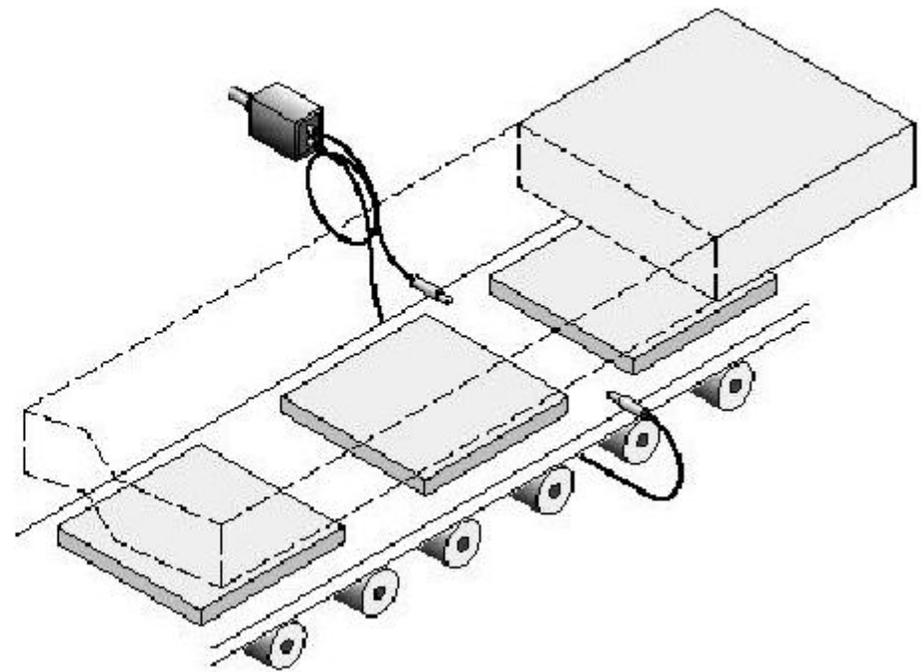
Aplicações

- Fibra Ótica

Detecção de Rolha com Cabo Bifurcado de Fibra Ótica

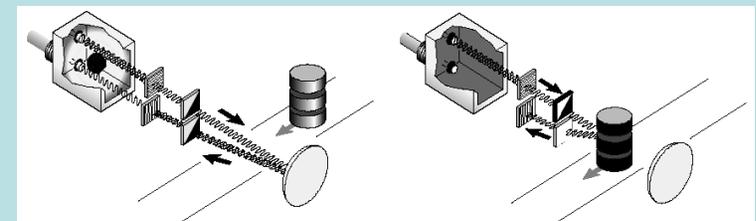
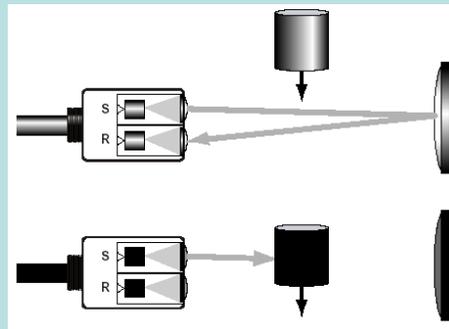
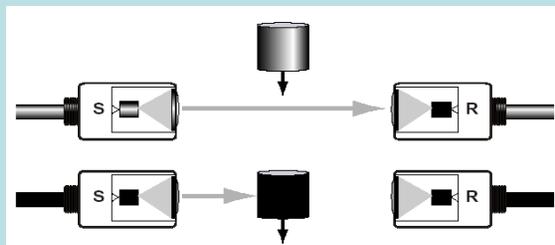


Detecção de Peça de Trabalho com Cabos Individuais



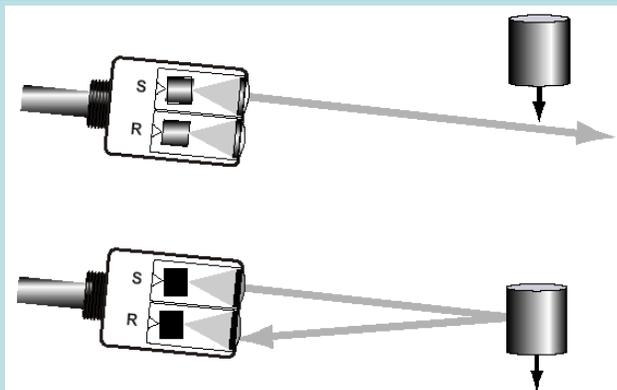
Vantagens e Precauções dos Modos de Detecção Fotoelétrica

Modo de Detecção	Aplicações	Vantagens	Precauções
Feixe Transmitido	Detecção geral Contagem de peças	Alta margem para ambientes contaminados Distâncias sensoras mais longas Não é afetado por reflexos de uma segunda superfície Provavelmente mais confiável quando há objetos altamente refletivos	Mais caro porque é necessário fonte de luz e receptor separados, custo com fiação mais elevado Alinhamento é importante Evite detectar objetos de material transparente
Retrorefletido	Detecção geral	Distâncias sensoras moderadas Mais barato do que feixe transmitido devido à fiação mais simples Alinhamento fácil	Margem menor do que do feixe transmitido Pode detectar reflexos dos objetos brilhantes (use o polarizado como substituto)
Retrorefletido Polarizado	Detecção geral de objetos brilhantes	Ignora os reflexos da primeira superfície Utiliza feixes vermelhos visíveis para facilitar o alinhamento	Distância sensora menor do que do retrorefletido padrão Possibilidade de detecção dos reflexos da segunda superfície



Vantagens e Precauções dos Modos de Detecção Fotoelétrica

Modo de Detecção	Aplicações	Vantagens	Precauções
Difusão Padrão	Aplicações em que ambos os lados do objeto não podem ser acessados	Acesso somente a um dos lados do objeto Não há necessidade de refletor Facilidade de alinhamento	Pode ser que seja de difícil aplicação, se o fundo do objeto for suficientemente refletivo e próximo ao objeto
Fibra óptica	Permite detecção fotoelétrica em áreas onde o sensor não pode ser montado devido às considerações sobre tamanho ou ambiente	Cabos de fibra óptica de vidro estão disponíveis para aplicações de alta temperatura ambiental Resistente a choques e vibrações Cabos de plástico de fibra óptica podem ser utilizados nas áreas em que o movimento contínuo é necessário Inserção em espaço limitado Imunidade a ruídos Instalação em áreas corrosivas	Mais caro do que sensores ópticos Distância sensora curta



Cabos de Fibra Óptica Individuais



Dois cabos individuais são usados para a detecção de feixe transmitido.

Cabo de Fibra Óptica Bifurcado



Cabos de fibra óptica bifurcados são usados para os modos de detecção difusa ou retrorefletido.

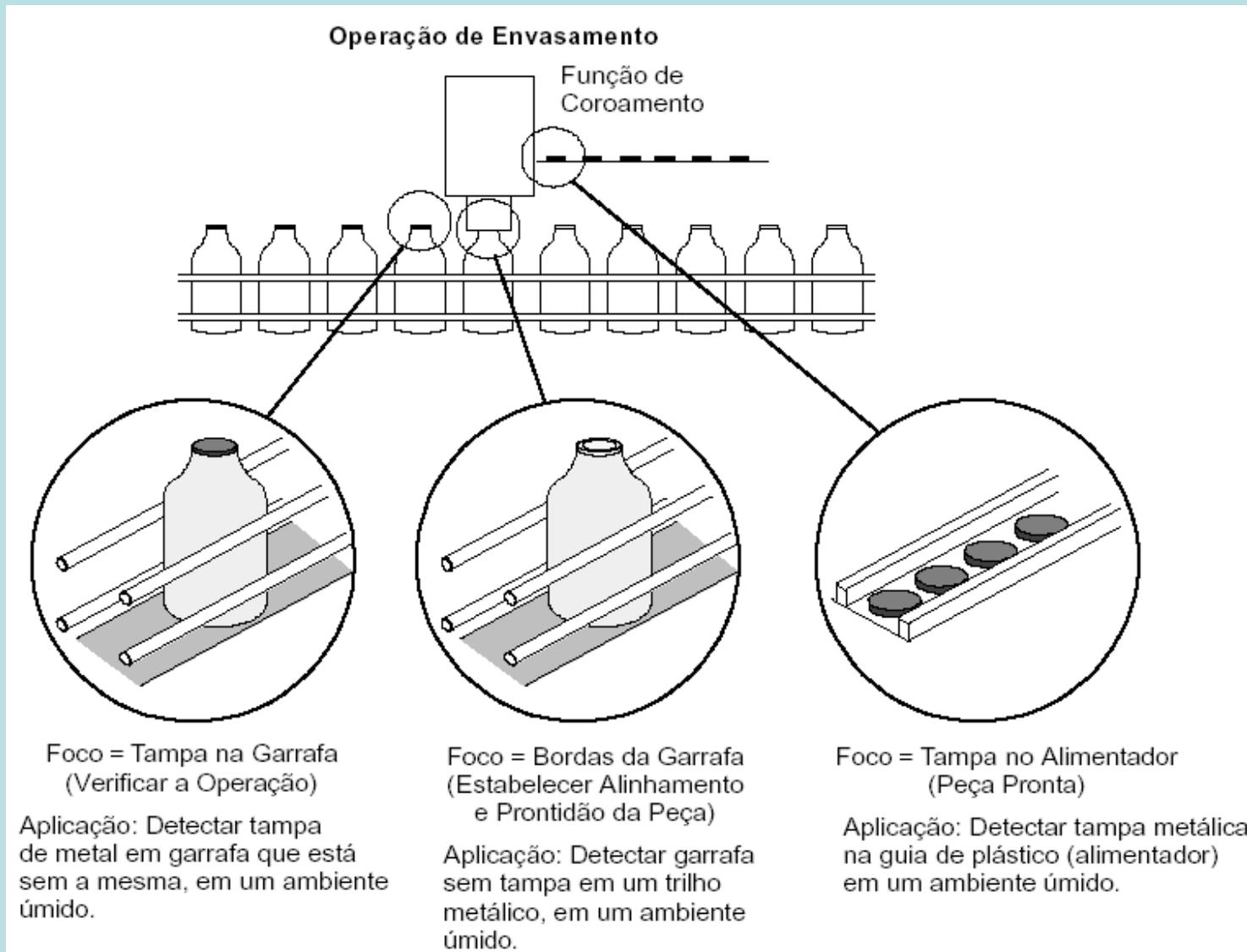
5. Seleção de Sensores

- Dentro de cada sistema há muitas operações ou processos: fabricação, montagem, embalagem, pintura, manuseio de material.
- Cada um pode ser dividido em eventos menores como contagem, indexação, ejeção, pulverização, preenchimento e transporte.
- Um sensor pode ser valioso para detectar as condições de mudança associadas com uma ação ou evento.

5. Seleção de Sensores

- Determine onde um sensor pode ser necessário, identifique o que o sistema faz ou o que você quer que ele faça.
 - É necessário contar produtos? Classificar? Verificar a qualidade? Determinar a direção das peças?
 - Identifique a Área de Foco: focalize uma área onde a ação esteja ocorrendo.
 - Verificação da peça
 - Verificação do mecanismo

Exemplo: Envasamento



Defina a Aplicação

- Você identificou uma aplicação que pode ser beneficiada através da implementação de um sensor para detectar uma condição de mudança. Tendo isto em mente, você deve agora determinar:
 - alimentação disponível;
 - requerimentos de Saída/Carga;
 - características do alvo;
 - condições ambientais.

Identifique as Fontes de Alimentação

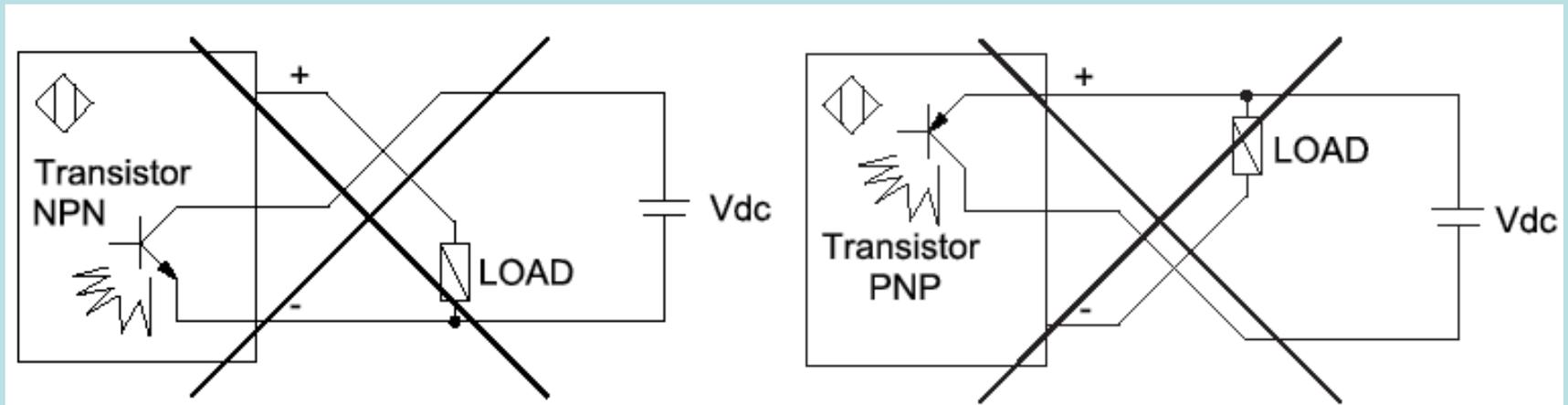
- Baseado na tensão comumente disponível em campo, os sensores são geralmente designados para se enquadrar em uma das quatro faixas de tensão:
 - 10-30 Vcc
 - 20-130 Vca
 - 90-250 Vca
 - 20-250 Vca/Vcc

Identifique os Requerimentos de Carga

- Que dispositivo o sensor vai controlar diretamente e quais são as suas características?
 - Os componentes elétricos em série entre a saída do sensor e alimentação ou aterramento constituem o que é denominado como **carga de saída** do sensor. Verifique a **corrente máxima** de saída do sensor.
- O sensor precisa condicionar a saída a fim de que seja útil para o dispositivo com o qual ela faz interface?
 - Se o evento que estamos detectando é extremamente rápido, pode ser necessário para o sensor ou um circuito de condicionamento fornecer um pulso de saída mais longo que a duração do evento, ou que o dispositivo de controle (CLP) possa fazer a leitura deste sinal através de uma “entrada rápida”.

Corrente de Chaveamento

- Esta é uma das características mais importantes dos sensores de corrente contínua, pois determina a **máxima corrente** que pode ser comutada pelo transistor de saída sem danificá-lo.



Determine as Propriedades Físicas

- Para qualquer função de detecção, você deve identificar o item que você quer detectar (alvo); isto pode ser um objeto inteiro ou uma característica desse objeto. Você deve também determinar as variáveis associadas ao alvo - presença, posição, direção, e como essas variáveis afetam o processo.
- Considerações sobre o Alvo:
 - **Propriedades do Alvo** - tamanho, material, cor, opacidade etc. - determinarão o uso de uma tecnologia específica e definirão limitações dentro dessa tecnologia.
 - Por exemplo, sensores indutivos somente detectarão alvos metálicos. Entretanto, o tamanho e o material do alvo afetam a faixa e a velocidade de detecção.

Identifique as Influências Ambientais

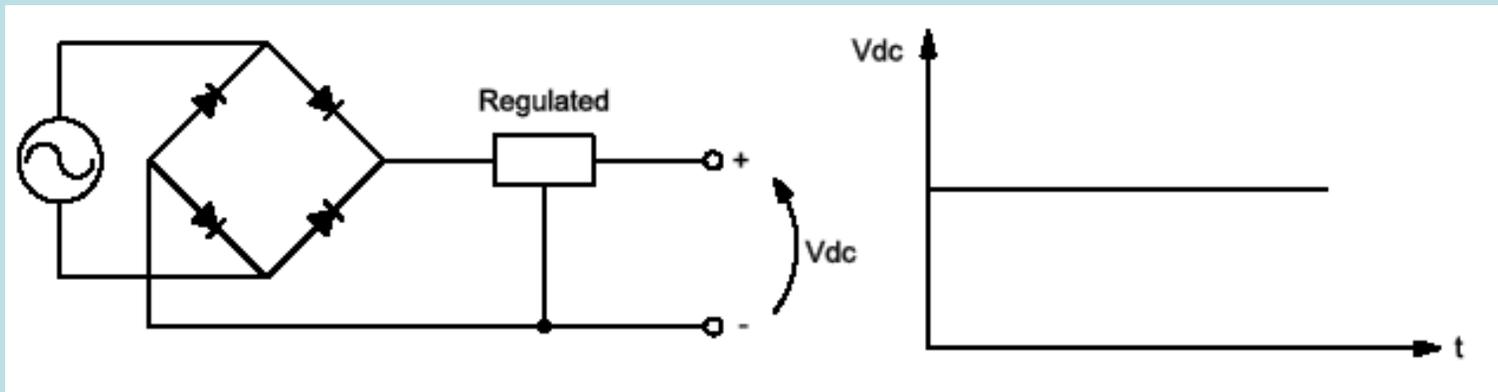
- Finalmente, devemos considerar condições ambientais e seus efeitos;
- assegurar que os arredores não contêm fatores que afetam a tecnologia é um grande aspecto de confiabilidade da aplicação.
- Por exemplo, para detectar mudanças nas cores, devemos utilizar luz.
 - Um sensor que utiliza luz para detectar mudanças (um sensor fotoelétrico) nas cores do nosso alvo pode ter problemas para visualizar o alvo se os arredores estiverem muito opacos para transmitir a luz ou se o fundo refletir mais luz que o alvo.

6. Alimentação, Saídas e Fiação

- **Alimentação:**
 - 10-30 Vcc
 - 20-130 Vca
 - 90-250 Vca
 - 20-250 Vca/Vcc
- **Saídas:**
 - Eletromecânica ou Estado Sólido
 - NA/NF
- **Fiação:**
 - 2 ou 3 fios (4 fios)

Alimentação

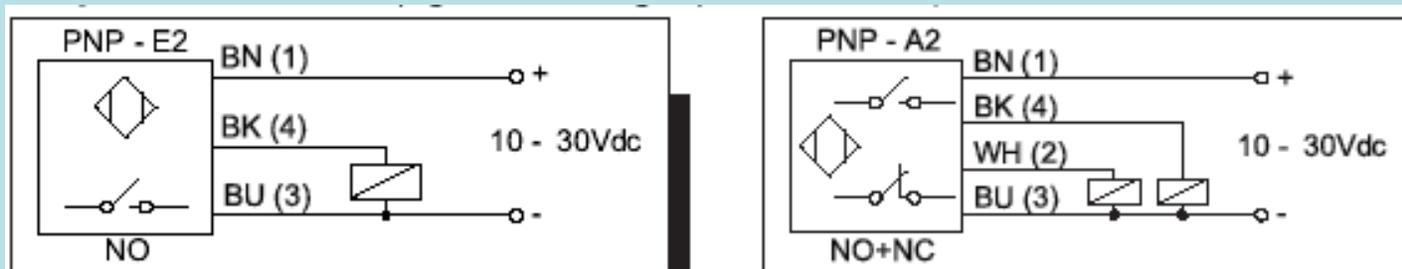
- Os sensores CA e as chaves podem receber alimentação diretamente da rede ou de uma fonte filtrada;
- Os sensores CC necessitam de uma fonte separada para isolar a parte CC do sinal CA. Entretanto, com tensões tipicamente inferiores a 30V, a CC é considerada mais segura que a CA.



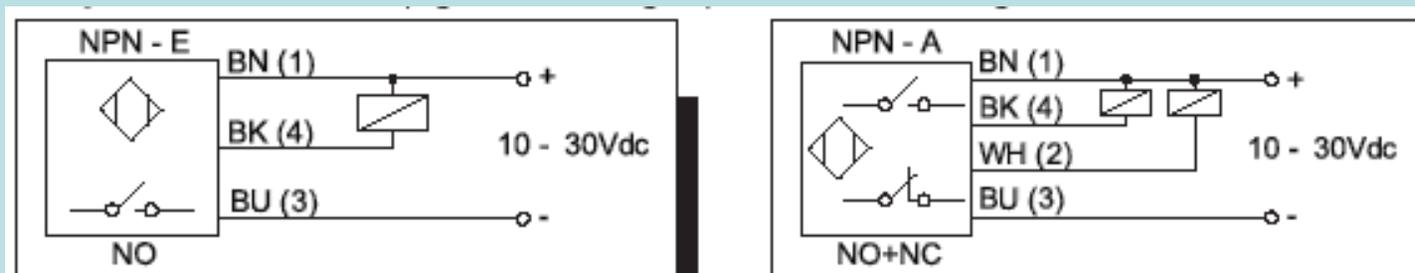
Alimentação

Os sensores CC estão disponíveis nas versões de corrente:

Source (PNP) fornecem alimentação para a carga que deve se referir ao aterramento ou à fonte negativa da fonte de alimentação.



Sink (NPN) fornecem aterramento para a carga que deve se referir à tensão positiva que compartilha o mesmo aterramento.



Alimentação

- O consumo típico de alimentação para cada tipo de sensor:
 - Fotoelétrico 35mA
 - Ultra-sônico 70mA
 - Indutivo 15mA
 - Capacitivo 15mA

Saídas

- Eletromecânica:
 - Relé
 - Chave
- Estado Sólido ou Eletrônico:
 - Transistor
 - Triac
- O tipo de saída escolhido dependerá da interface da sua aplicação e os tipos de saída disponíveis para os sensores com os quais você está trabalhando.

Saídas

- **Eletromecânica:**

- Um relé eletromecânico (ou "contato seco") é atuado pela energização da fiação de uma bobina a qual atrai magneticamente uma armadura para abrir e fechar um circuito fisicamente.
- Um relé com contato aberto em estado de repouso (ou desenergizado) é considerado **Normalmente Aberto (N.A.)**,
- Um relé com um contato fechado em estado de repouso é considerado **Normalmente Fechado (N.F.)**

Saídas

- Eletromecânicas:**

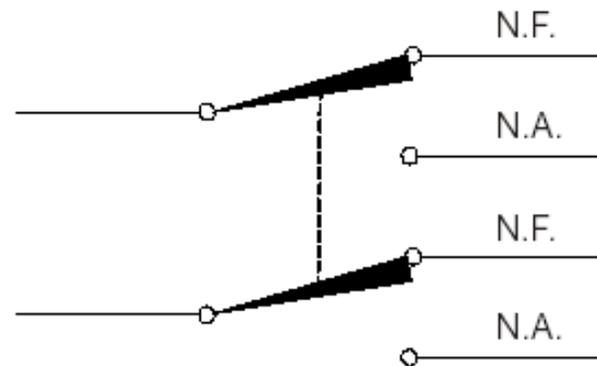
Chave de pólo único de
uma posição



Chave de pólo único de
duas posições



Chave bipolar de duas posições



Saídas

- **Estado Sólido:**

As saídas de estado sólido devem ser consideradas para as aplicações que requerem chaveamento freqüente ou de baixa tensão em baixas correntes.

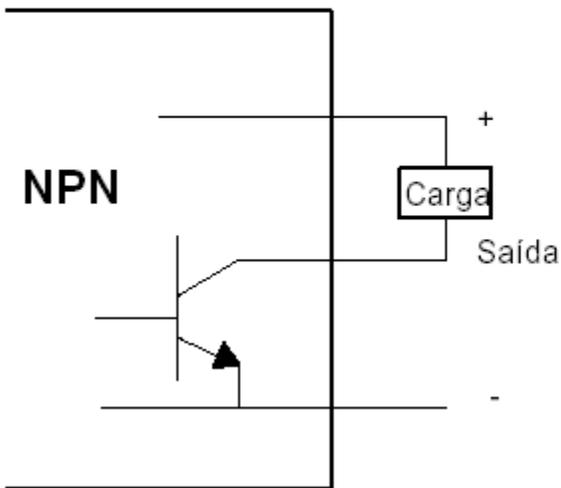
Uma chave de estado sólido é puramente eletrônica - não possui partes móveis.

- Os **transistores** são geralmente dispositivos de saída de estado sólido para sensores **CC** de baixa tensão.
- Um **TRIAC** é um dispositivo de saída de estado sólido projetado, apenas, para comutação **CA**;

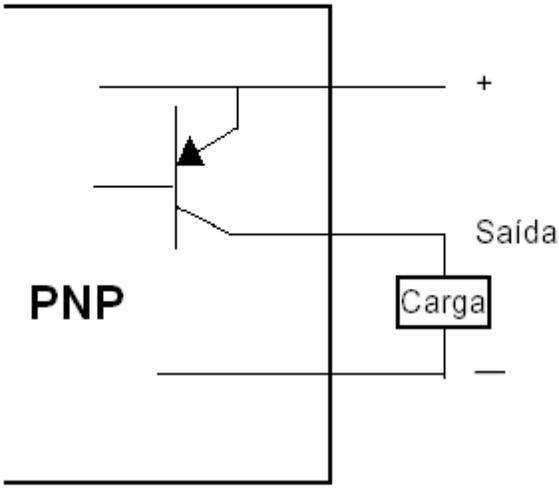
Saídas

- Estado Sólido:

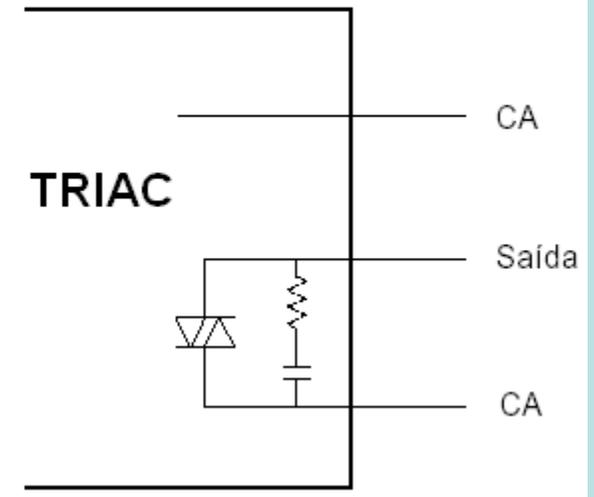
Chaveamento do Negativo para a carga



Chaveamento do Positivo para a carga



Chaveamento da Tensão CA



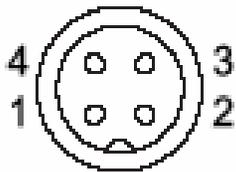
Fiação

- Os sensores podem ser divididos de acordo com suas configurações de fiação.
- As mais comuns são 2 fios e 3 fios.
- Os dispositivos de 2 fios são projetados para conexão em série com a carga.
- Em uma configuração de 3 fios, dois dos três condutores fornecem alimentação enquanto que o terceiro comuta a carga.
- Ambos os tipos podem ser conectados de forma estratégica, com configurações em série ou em paralelo, para conservar as entradas ou desempenhar a lógica.

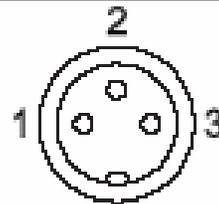
Fiação

- Cores dos Fios e Conectores

Conector V1:



Conector V8:

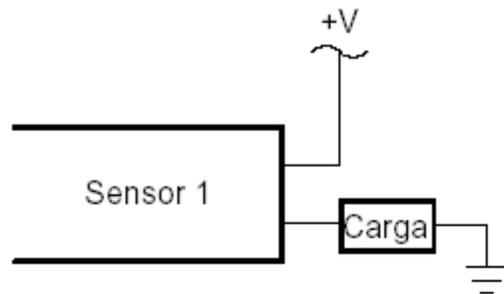


Cabo:
MR-marrom
AZ-azul
PR-preto
BR-branco

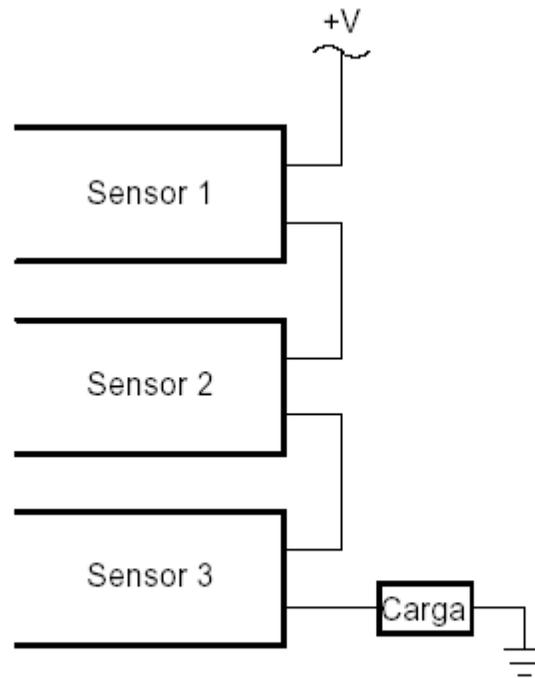
- | | | | |
|---|--------|---|----------|
| 1 | Marrom | = | Positivo |
| 3 | Azul | = | Negativo |
| 4 | Preto | = | Sinal NA |
| 2 | Branco | = | Sinal NF |

Fiação

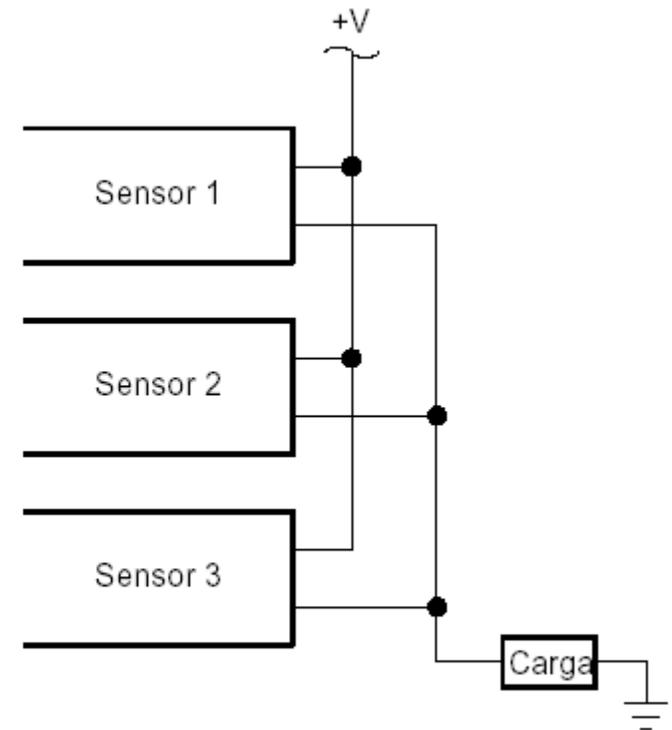
- Os dispositivos de 2 fios são projetados para conexão em série com a carga.



Conexão dos
Sensores de 2 fios



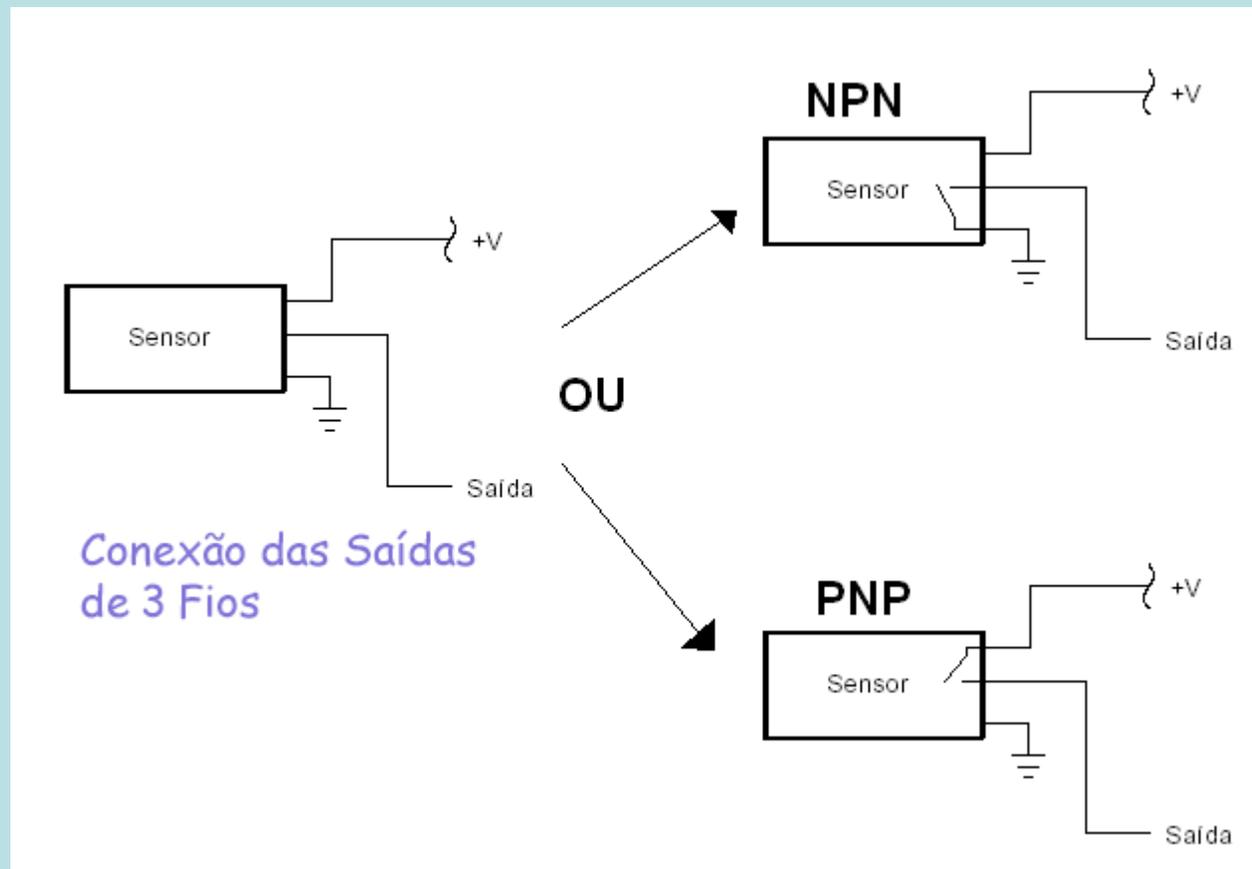
Conexão em Série de
Saídas de 2 Fios



Conexão em Paralelo de
Saídas de 2 Fios

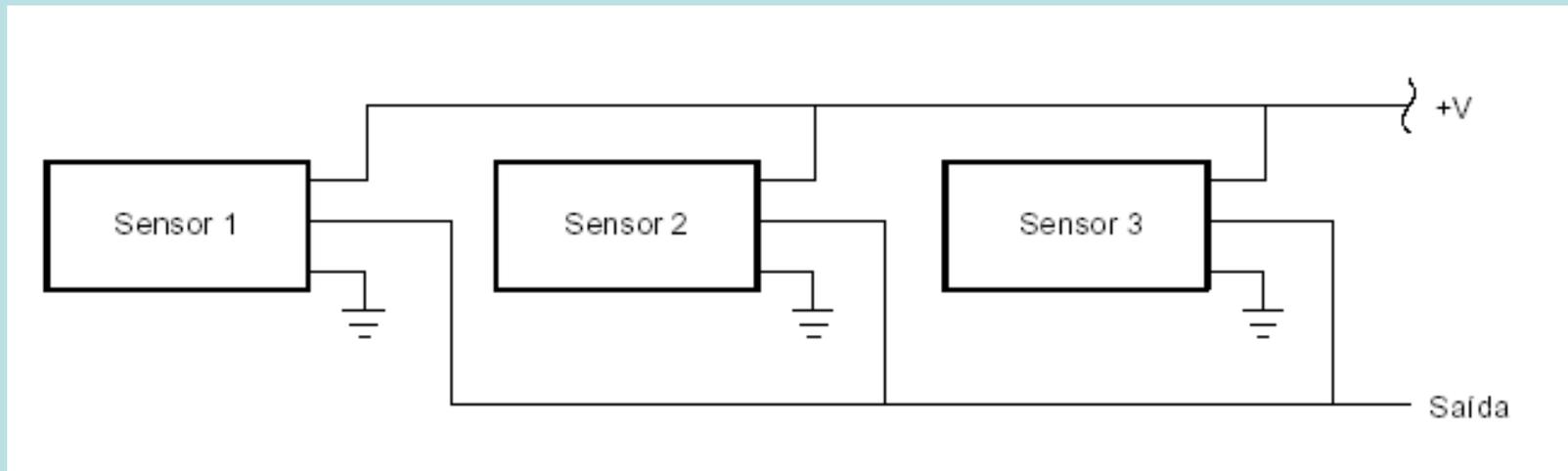
Fiação

- Conexão dos dispositivos de 3 fios com a carga:



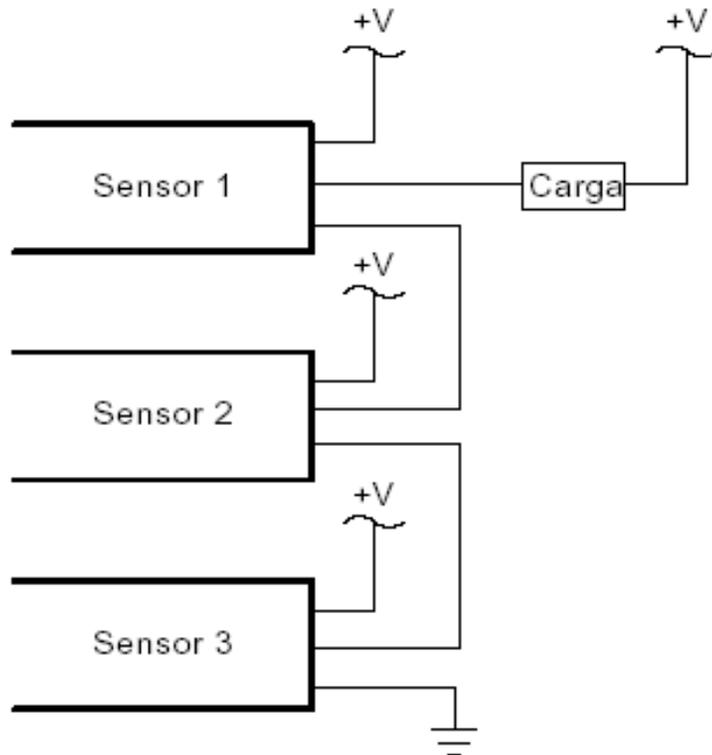
Fiação

- Conexão paralelo dos dispositivos de 3 fios com a carga:

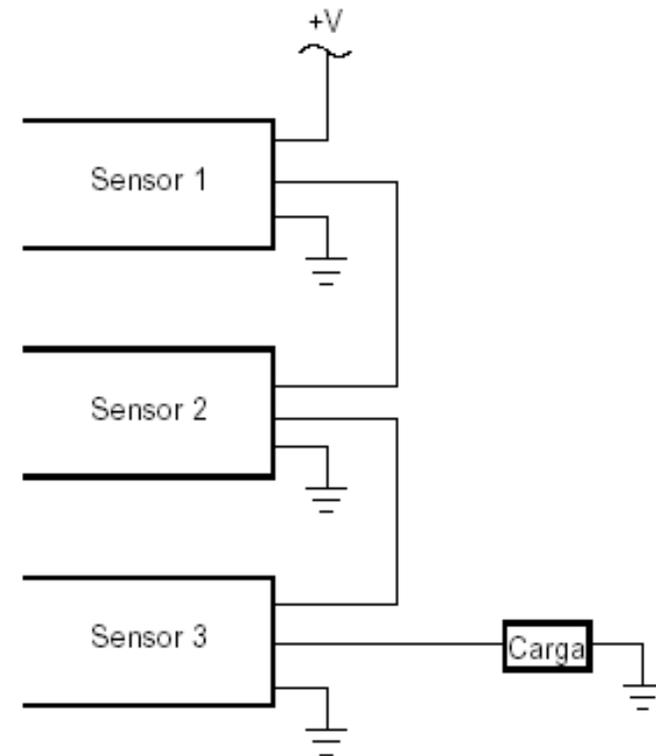


Fiação

- Conexão série dos dispositivos de 3 fios com a carga:



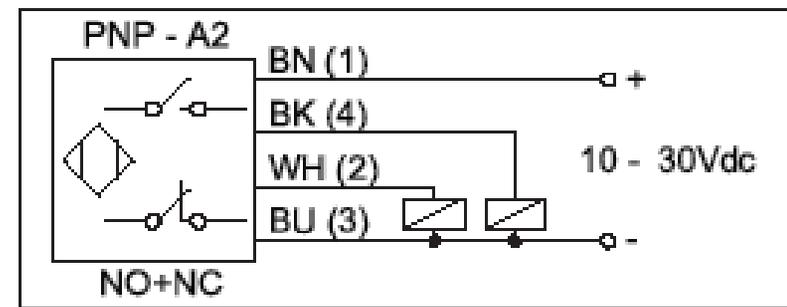
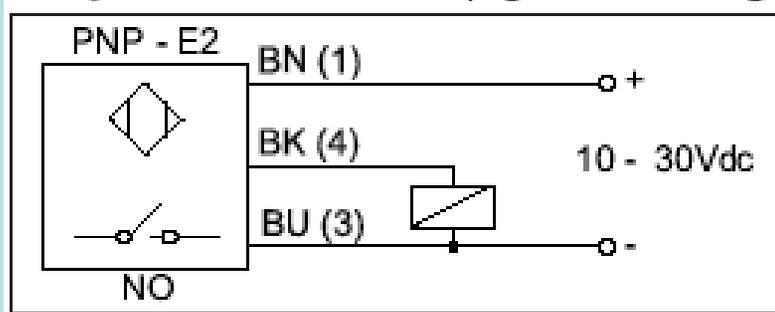
Conexão em Série das
Saídas a Transistor NPN



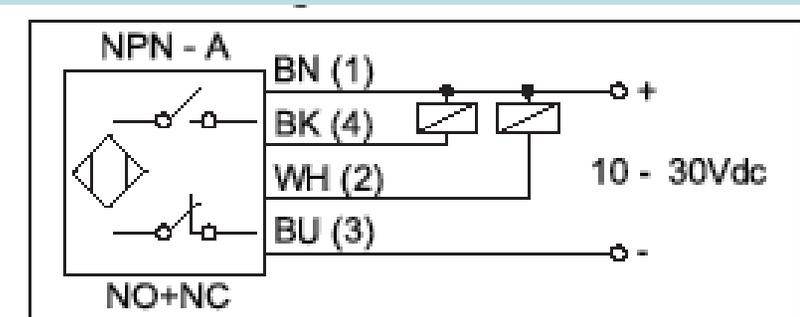
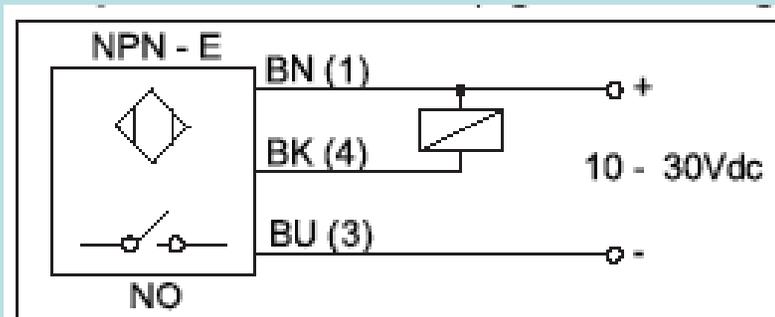
Conexão em Série das
Saídas a Transistor PNP

Fiação 3 ou 4 fios

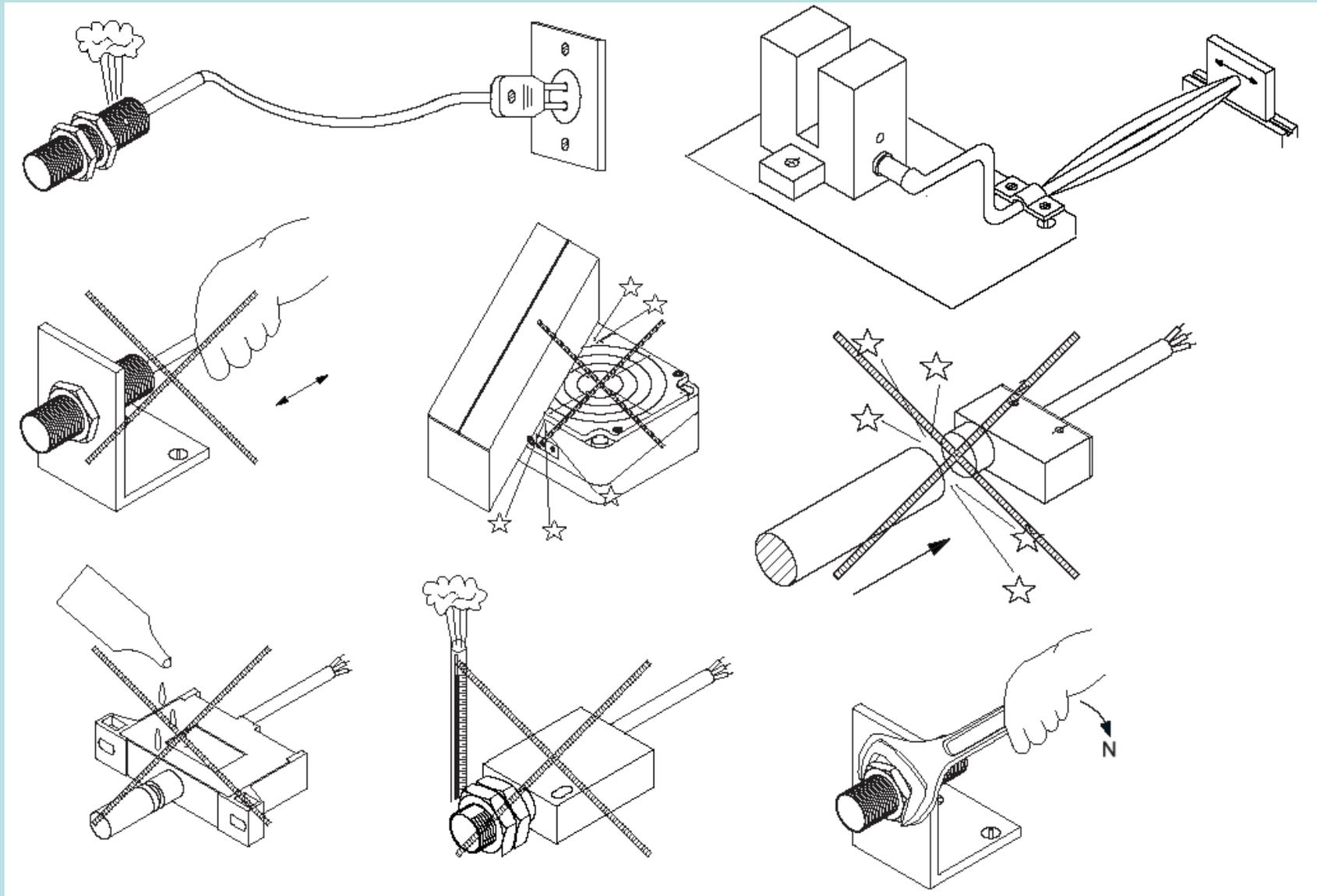
- PNP 3 fios (NA) e 4 fios (NA+NF)



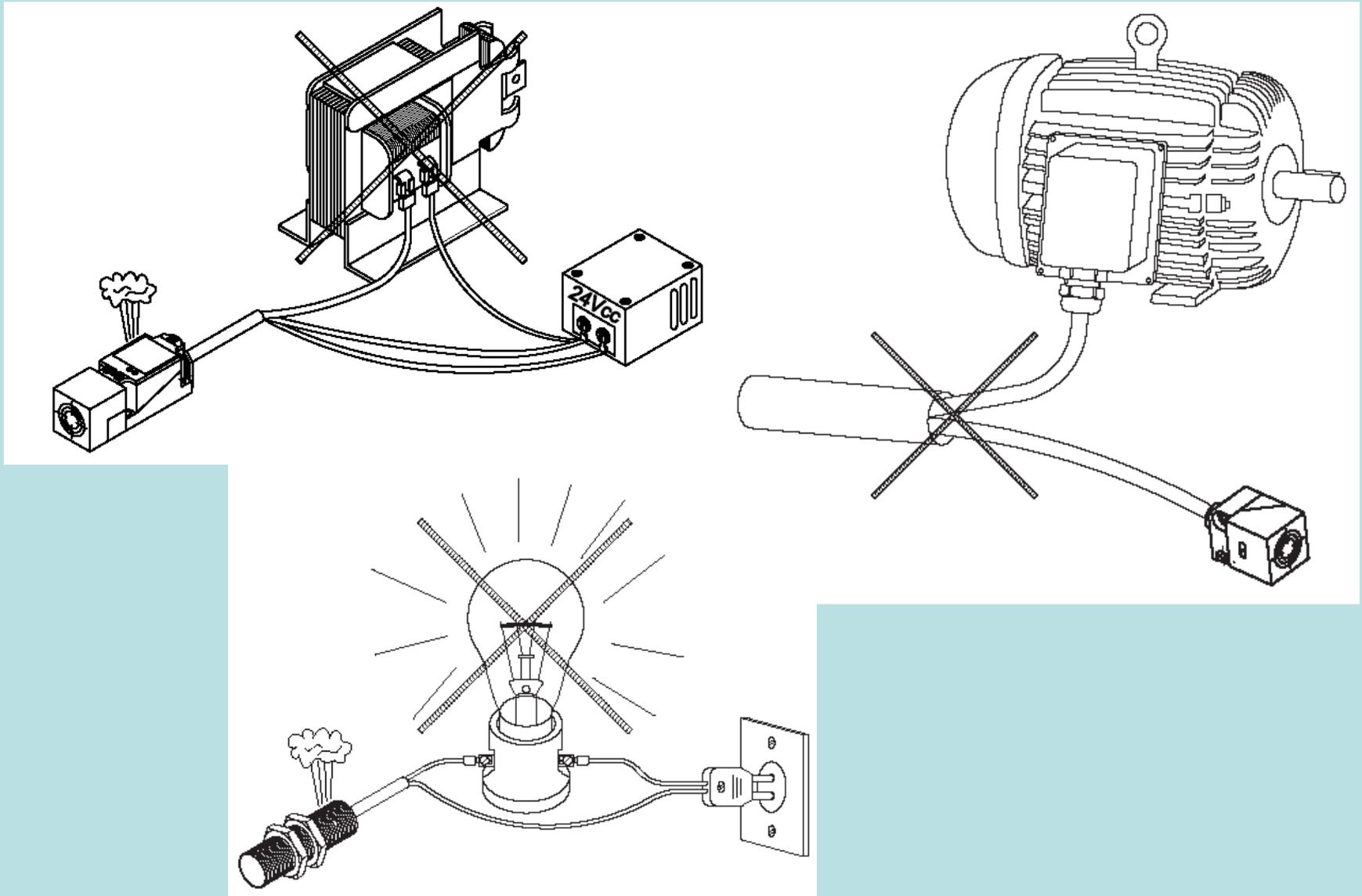
- NPN 3 fios (NA) e 4 fios (NA+NF)



Cuidados na Instalação



Cuidados na Instalação



Exemplo de Instalação

