

Sensores industriais

Conceitos básicos

Hoje em dia é raro encontrar alguma máquina que não possua sensores, pois estes são responsáveis por grande parte das informações que possibilitam o funcionamento de uma máquina.

Mas o que são sensores?

Como o próprio nome sugere, sensores são dispositivos capazes de “sensorear”, monitorar, detectar algo.

Qual sensor usar?

O sensor ideal depende basicamente do material a ser detectado, e para uma especificação correta devem-se conhecer as principais famílias de sensores, suas características e vantagens.

Sensores na automação industrial

Os sensores industriais (são como o próprio nome diz) os sentidos de um projeto automatizado. Eles são usados para identificação do estado de uma variável, podendo ser esta variável uma grandeza física qualquer. Veja um exemplo:



Um sistema bastante simples, onde um sensor é usado para detectar e contar garrafas que passam por uma esteira. O funcionamento é bastante simples toda vez que o sinal do sensor é interrompido, sua saída comuta de baixo para alto, enviando um sinal a um dispositivo contador que incrementa “1” a cada passagem de garrafa.

Analógicos ou digitais?

Os sensores podem ser classificados de acordo a saída do sinal, podendo esta ser analógica ou digital.

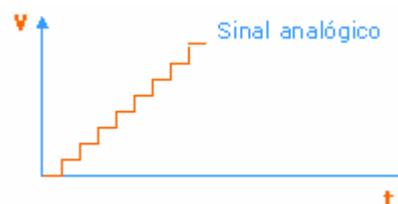
Digitais ou discretos:

São informações em forma de pulsos elétricos “0” ou “1” não há um valor intermediário.



Analógicos ou proporcionais:

São informações em forma de um sinal elétrico proporcional à grandeza medida.

**Alimentação dos sensores**

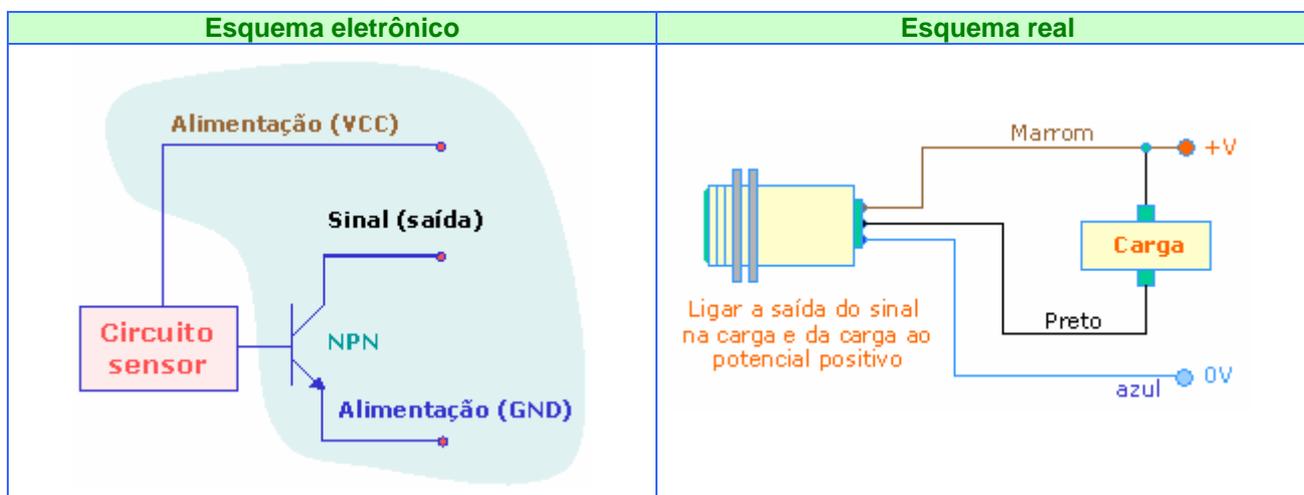
Um sensor, como qualquer outro dispositivo eletrônico, requer cuidado com a alimentação, pois se feita de forma inadequada, poderá causar danos irreparáveis ao sensor.

- ❑ **Tensão Contínua** ⇒ Os sensores encontrados no mercado operam em uma faixa de 10 a 30 VDC, então qualquer tensão entre 10 e 30 VDC é suficiente para o correto funcionamento dos mesmos. Na automação é muito comum o uso de alimentação de 24 VDC.
- ❑ **Tensão Alternada** ⇒ Para máquinas que não tem disponibilidade de uma fonte de alimentação DC, os fabricantes disponibilizam também, sensores com alimentação alternada de 90 a 265 VAC, tornando-os compatíveis com os padrões brasileiros.
- ❑ **Tensão Universal** ⇒ O avanço da tecnologia proporcionou comodidade à automação e os fabricantes disponibilizam capazes de operar em tensões de 12 a 250 V alternada ou contínua. É obvio que toda comodidade tem um preço.

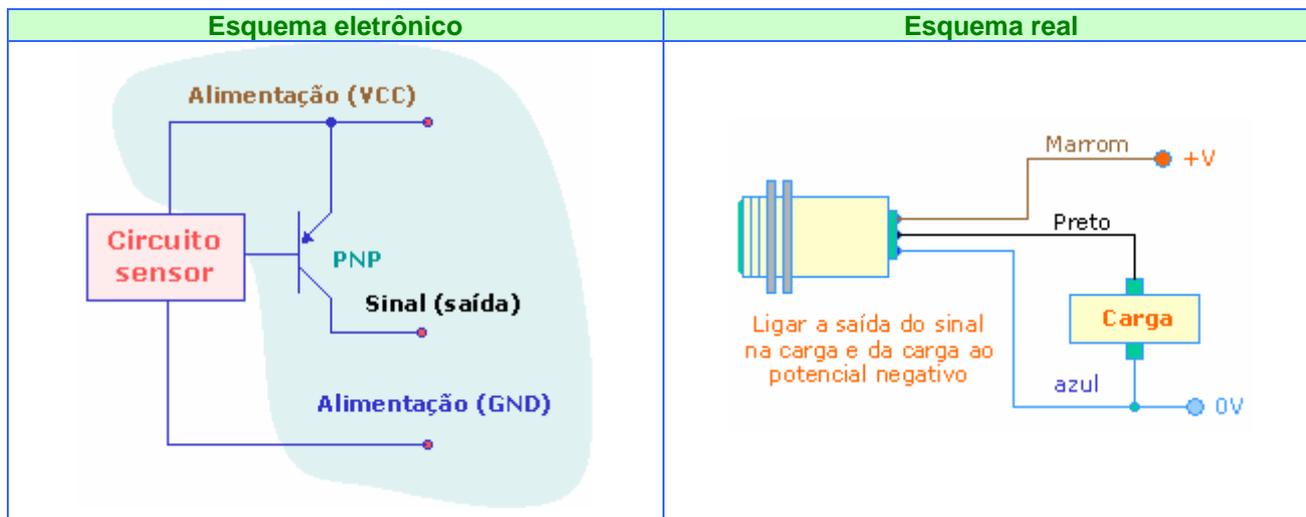
Saídas dos sensores

Os sensores com saídas discretas possuem saídas com chaveamento eletrônico, e estes podem ser NPN ou PNP.

- ❑ **Sensores com saída NPN** ⇒ São utilizados para comutar a carga ao potencial positivo. O módulo de saída possui um transistor NPN que conecta a carga à terra (0 V). A carga é conectada entre a saída do sensor e a tensão de funcionamento positiva (VDC).



- ❑ **Sensores com saída PNP** ⇒ São utilizados para comutar a carga ao potencial negativo. O módulo de saída possui um transistor PNP que conecta a carga à terra (0 V). A carga é conectada entre a saída do sensor e a tensão de funcionamento negativo (0V).

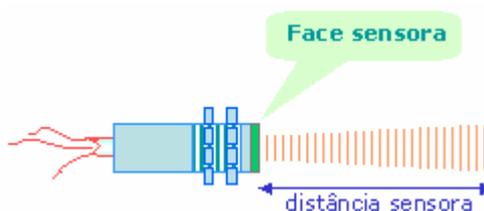


Nota: Antes de ligar a carga diretamente ao sensor, verificar qual a máxima corrente que ele suporta.

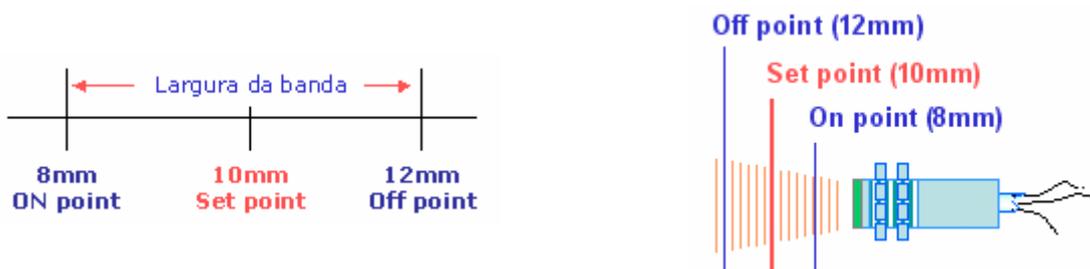
- ❑ **Sensores com saída a relé** ⇒ As saídas não são eletrônicas e sim mecânicas. O relé possui contatos, normalmente abertos (NA) e normalmente fechados (NF), o que nos disponibiliza uma independência quanto ao potencial da carga. A principal vantagem sobre os eletrônicos esta no chaveamento de correntes mais altas.
- ❑ **Sensores com saída Analógica** ⇒ São usados para monitoração das variáveis de processo, são também chamados de transdutores, ou seja, convertem uma grandeza física em uma grandeza elétrica normalmente de 4 à 20mA.

Terminologia

Distância e face sensora: A face sensora é lado do sensor que detecta o objeto e a distância é a distância entre a face sensora e o objeto a ser detectado. Com este parâmetro podemos definir a maior distância que podemos deixar o sensor do objeto a ser detectado.



Histerese: A histerese pode ser traduzida como retardo que tem como objetivo evitar falsas comutações na saída, este efeito propicia ao sensor uma banda de segurança entre o ligar (ON point) e o desligar (OFF point). As ilustrações abaixo são para um sensor com as seguintes características: distância sensora (SN) de 10 mm e histerese (H) de $\pm 20\%$.



Assim, se o objeto estiver se movendo em direção ao sensor, deve mover-se para o ponto mais próximo para ligá-lo. Uma vez ligado (**ON point**), permanece ligado até que o objeto se mova para o ponto mais distante (**OFF point**).

Tipos de sensores

Para especificar um sensor deve-se conhecer o material do objeto à detectar. Os tipos de sensores mais comuns são:

- ❑ **Mecânicos** ⇒ São sensores que operam de forma mecânica, ou seja, necessita contato. Não importa o material.
- ❑ **Magnéticos** ⇒ São sensores que operam com campo magnético, detectam apenas magnetos.
- ❑ **Indutivos** ⇒ São sensores que operam com campo eletro-magnético, portanto detectam apenas materiais ferromagnéticos.
- ❑ **Capacitivos** ⇒ São sensores que operam com o princípio de capacitância, detectam todos os tipos de materiais.
- ❑ **Ópticos** ⇒ São sensores que operam com emissão de luz, estes detectam todos os tipos de materiais.
- ❑ **Ultra-sônicos** ⇒ São sensores que operam com emissão e reflexão de um feixe de ondas acústicas. A saída comuta quando este feixe é refletido ou interrompido pelo material a ser detectado.
- ❑ **Pressão (pressostato)** ⇒ São sensores que operam comparando duas pressões sendo uma pré-fixada e a outra é a pressão em um determinado ponto da linha.

Interfaces de entrada para dispositivos de entrada

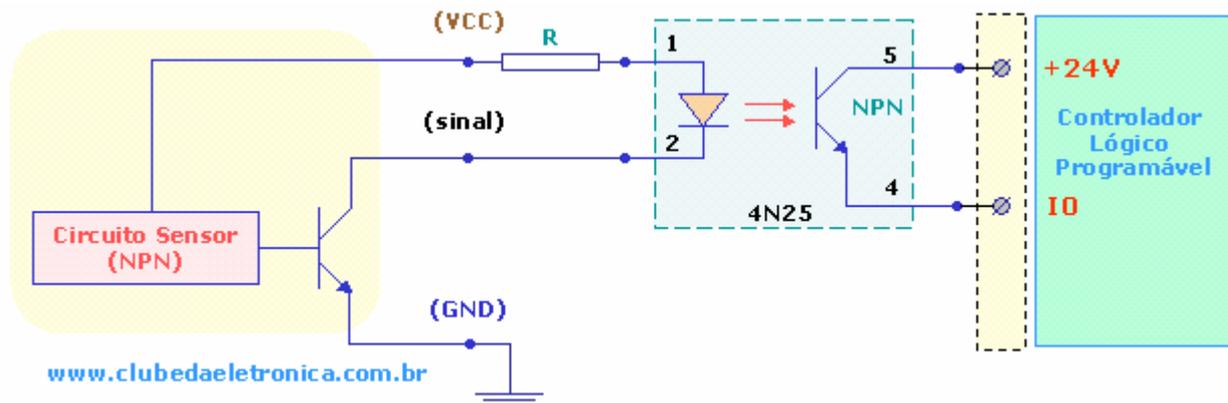
Dispositivos de controle como CLP, placas micro controladas, computadores etc. são normalmente caros. Assim, devemos sempre isolar as entradas de informação (dados) do controle. Hoje, existe no mercado vários dispositivos com esta finalidade, são chamados relés de estado sólido, ao lado o relé de estado sólido da WAGO (www.wago.com).

Nosso objetivo será construir as interfaces para isolamento, a fim de obter menor custo.



Isolando a entrada do CLP de um sensor NPN com o opto acoplador 4N25

O circuito abaixo consiste em: um sensor com saída NPN, um opto acoplador 4N25 e um CLP. A idéia é enviar 24V da fonte do próprio CLP para a sua entrada IO.



Características elétricas do opto acoplador 4N25

- ❑ Tensão direta no LED = 2V (máximo)
- ❑ Corrente contínua direta no led = 60mA (máximo)
- ❑ Tensão no coletor emissor do foto transistor = 30V (máximo)
- ❑ Corrente no coletor do foto transistor = 150 mA (máximo)
- ❑ Tensão máxima de isolamento = 7500V
- ❑ Corrente emissor coletor (fuga) 50nA para 4N25/26/27 e 100nA para 4N28

Devemos atentar a alimentação do sensor (tipicamente de 10 a 30V), pois é com essa tensão que dimensionaremos o resistor R. Vejamos:

Supondo que o transistor seja alimentado com 24V / 30mA, teremos:

$$R = (V - V_{LED}) \div I_{LED}$$

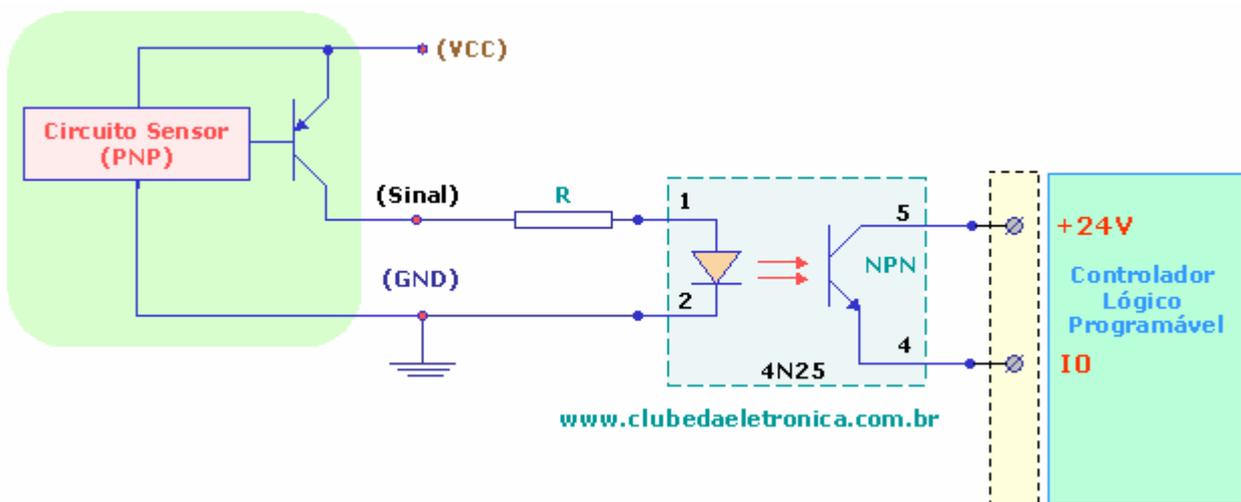
$$R = (24V - 2V) \div 25mA$$

$$R = 22 \div 25mA$$

$$R = 880 \Omega$$

Isolando a entrada do CLP de um sensor PNP com o opto acoplador 4N25.

O circuito abaixo consiste em: um sensor com saída PNP, um opto acoplador 4N25 e um CLP. A idéia é enviar 24V da fonte do próprio CLP para a sua entrada IO.

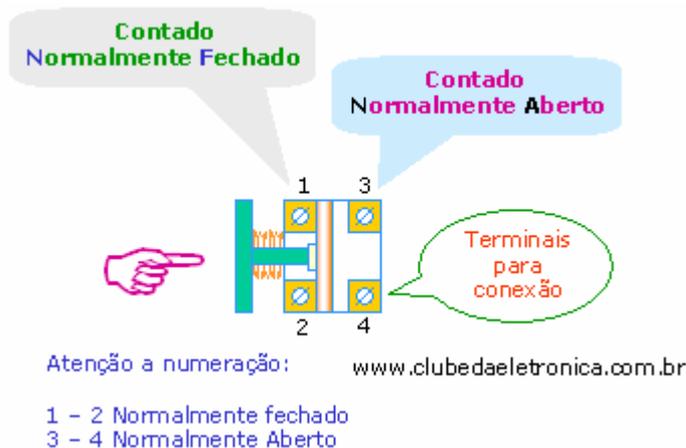
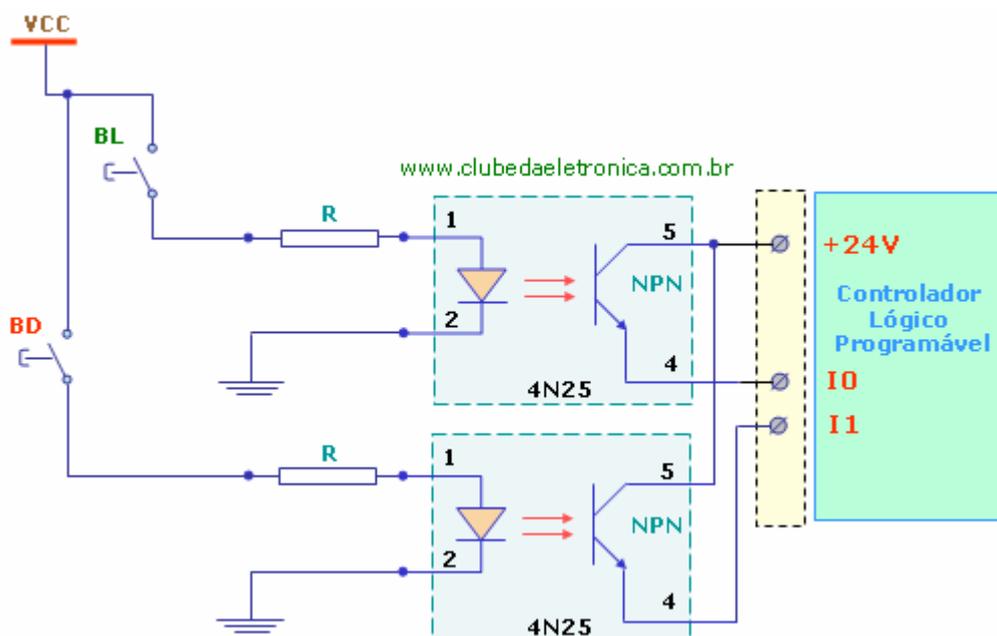


O dimensionamento do resistor será idêntico ao do circuito NPN

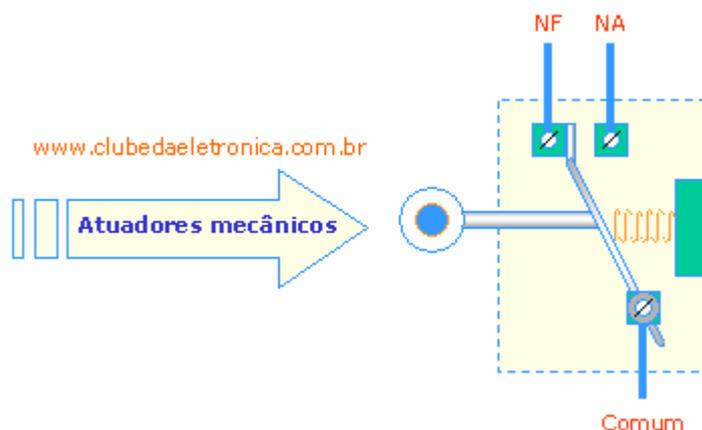
BOTONEIRAS:

São dispositivos manuais, sua função é energizar a bobina do contator, nunca a carga. As botoeiras possuem contatos abertos e fechados, como os contatores, porém, seu acionamento é manual.

Neste caso, as botoeiras são usadas para enviar um sinal de VCC, quando forem pressionadas, para o opto acoplador, que irá saturar o transistor chaveando o 24V do CLP para I0 (BL) e I1 (BD).

**Conectando botoeiras ao CLP****CHAVES MECÂNICAS (FIM DE CURSO):**

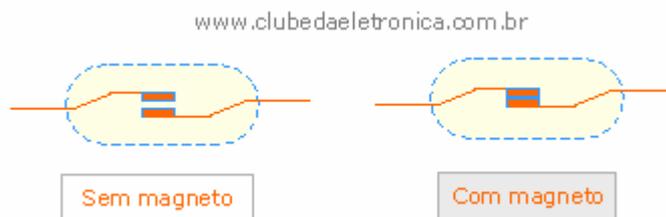
Possuem o mesmo funcionamento das botoeiras, porém, o acionamento é através do próprio equipamento, ou seja, são acionadas mecanicamente. As chaves fim de curso são, geralmente, posicionadas no decorrer do percurso de cabeçotes móveis de máquinas e equipamentos industriais, bem como das hastes de cilindros hidráulicos e ou pneumáticos. Veja ao lado a ilustração simplificada de uma chave fim de curso.



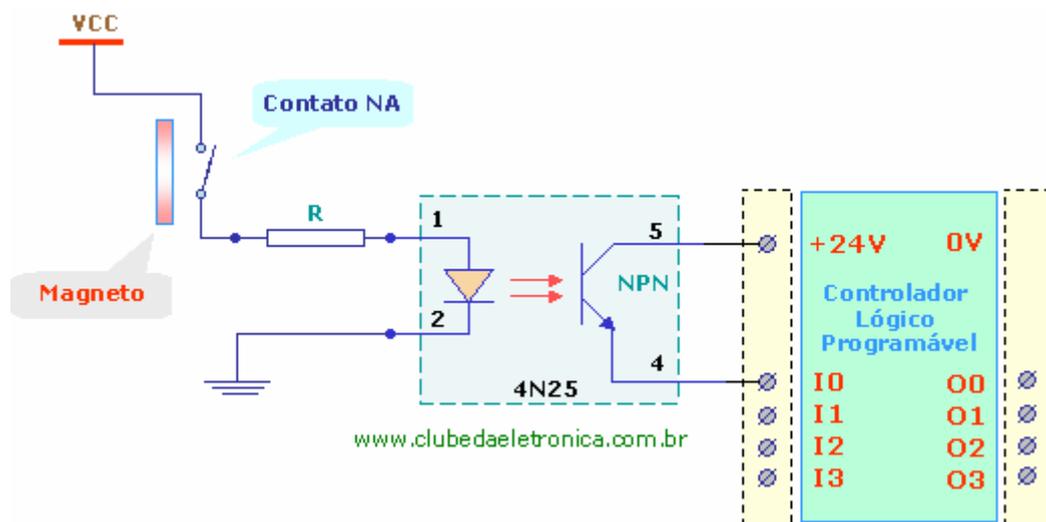
A conexão com o CLP é idêntica a das botoeiras.

SENSORES MAGNÉTICOS:

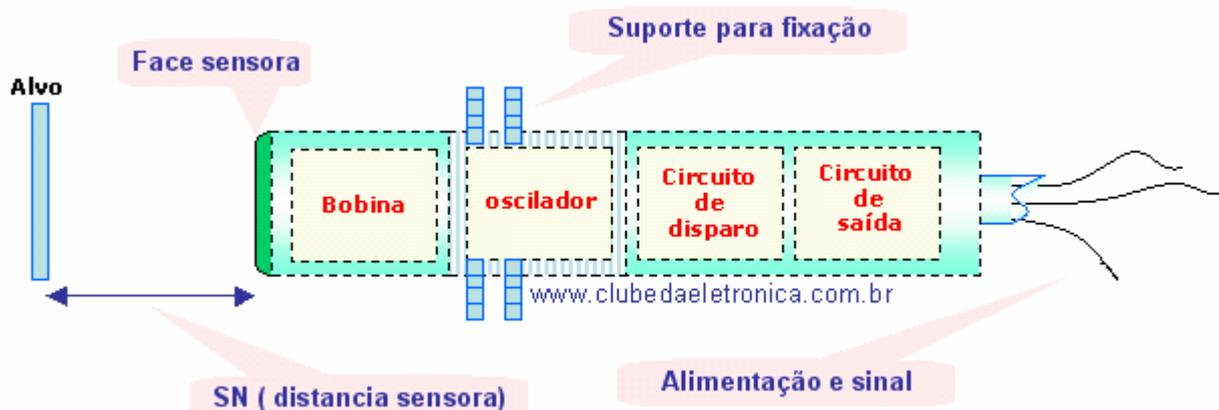
Não necessitam de contato manual ou mecânico para o envio de sinal, são elementos “mais sofisticados”, porém, a função é a mesma dos elementos anteriores. Veja ao lado a ilustração de um sensor magnético.



O acionamento dos sensores, entretanto, não depende de contato físico com as partes móveis dos equipamentos, basta apenas que estas partes aproximem-se dos magnetos. A uma distância varia de acordo com o tipo de sensor utilizado. Podem ser NA, NF ou ainda NA e NF. Veja como ficaria a conexão do contato NA com o CLP.

**SENSORES INDUTIVOS**

São os mais comuns na indústria, tem baixo custo, comparados aos capacitivos, entretanto bem mais caros que os vistos anteriormente. Seu funcionamento baseia-se na variação da indutância do campo eletromagnético gerado por uma bobina, quando objetos metálicos passam próximo da face sensora. Vejamos os principais componentes do sensor indutivo.



Componentes básicos do sensor indutivo

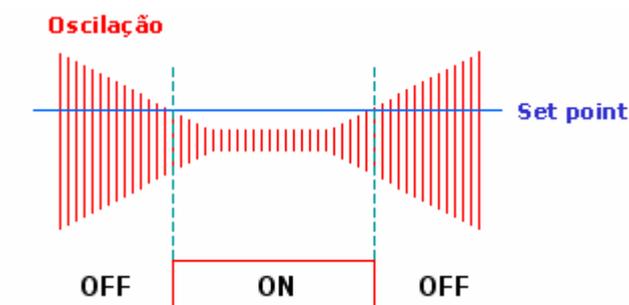
- ✓ **Oscilador** ⇒ Fornece energia para geração do campo eletromagnético nas bobinas
- ✓ **Bobina** ⇒ Gera o campo eletromagnético
- ✓ **Circuito de disparo** ⇒ Detecta mudanças na amplitude da oscilação. As mudanças ocorrem quando o alvo se aproxima da face sensora.
- ✓ **Circuito de saída** ⇒ quando uma mudança considerável é detectada, a saída fornece um sinal para uma interface, CLP ou microcontrolador.

Princípio de funcionamento

O oscilador excita a bobina que produz um campo eletromagnético. Este campo perderá força (amplitude) quando um objeto metálico se aproximar da face sensora, reduzindo a amplitude da oscilação, esta queda de amplitude se dá devido a indução de correntes parasitas no material. Veja ilustração:

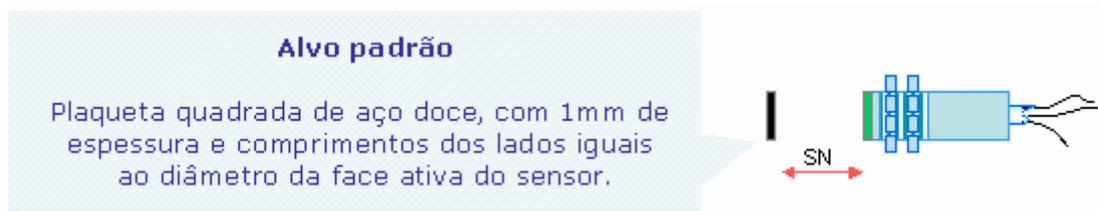


À medida que o objeto se aproxima a fuga de corrente aumenta fazendo com que a amplitude reduza até que o limiar de disparo ou “Set Point” seja alcançado. Veja ilustração:



Alvo padrão

Os fabricantes especificam em seus catálogos a distância sensora nominal, que é a máxima distância na qual o objeto será detectado. Como esta distância depende do material usa-se um alvo padrão.



É preciso considerar ainda que metais diferentes tenham resistividades diferentes, o que limita as correntes parasitas, influenciando na distância sensora.

Para especificar o sensor indutivo devemos levar em consideração o tipo de material que iremos detectar, pois cada material possui uma resistividade que influenciará na distância sensora do sensor. Assim, devemos corrigi-la.

Material	Fator de correção
Aço doce	1,0
Aço inoxidável	0,9
Alumínio	0,45
Cobre	0,4
Bronze	0,5
Latão	0,5

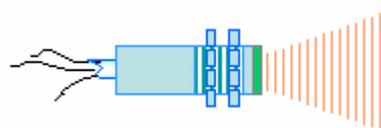
Blindados e não blindados

Os sensores indutivos podem ser blindados ou não blindados, sendo que os blindados possuem um campo mais direcionado que os não blindados, o que contribui para o aumento da distância sensora e da precisão do sensor, obviamente são mais caros.

Sensor blindado

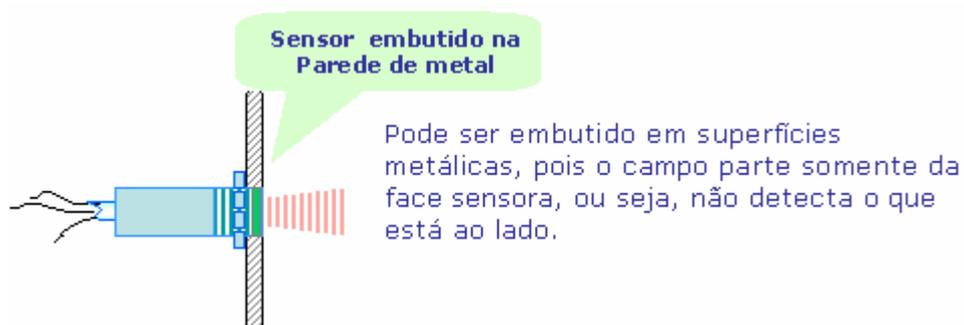


Sensor não blindado

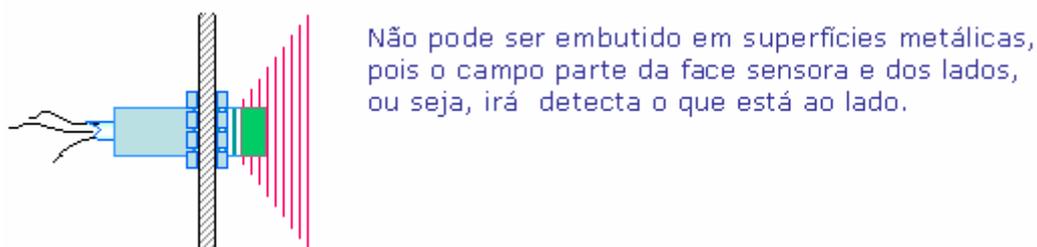


Embutidos, não embutidos e semi-embutidos.

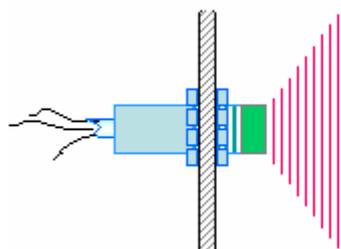
Embutido: Este tipo de sensor tem o campo eletromagnético emergindo apenas na face sensora e permite que seja montado em uma superfície metálica.



Não Embutido: Neste tipo o campo eletromagnético emerge também da superfície lateral da face sensora, sensível à presença de metal ao seu redor.



Semi-Embutido: O campo eletromagnético emerge somente na face sensora, mas é afetado por metais próximos a sua à face, podendo ser instalado em superfícies metálicas desde que obedeça a uma distância livre a partir da superfície sensora. Esta distância varia de acordo com a tabela abaixo:



Neste o campo emerge somente da face sensora, porém detecta metais ao seu redor assim, não devemos embuti-lo em superfícies metálicas.

SN	Diâmetro	Distância
2mm	M 8x1	0mm
4mm	M 12x1	0,5mm
8mm	M 18x1	2mm
15mm	M 30x1	3mm

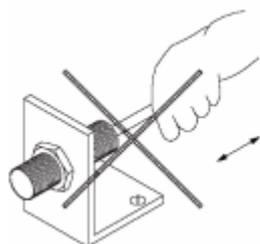
Cuidados na Instalação:

Alguns cuidados que o usuário deve observar durante a instalação e operação dos sensores eletrônicos de proximidade. A não observação destes itens pode provocar o mau funcionamento e até mesmo um dano permanente no sensor.



Ligação Correta:

Observar os diagramas de conexões identificando as cores dos fios ou os pinos dos conectores, antes de instalar o sensor evitando principalmente que a saída do sensor seja ligada a rede elétrica causando uma explosão interna.



Cabo de Conexão:

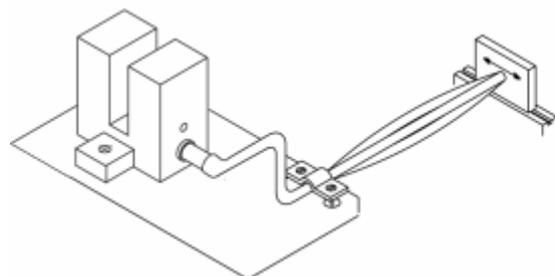
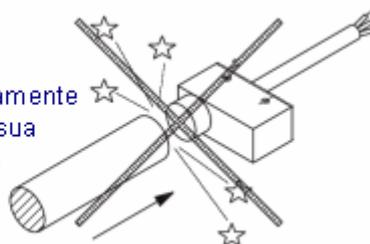
Evitar que o cabo de conexão do sensor seja submetido a qualquer tipo de esforço mecânico.



Porcas de Fixação:

Evitar o aperto excessivo das porcas de fixação.

Partes Móveis:
Durante a instalação observar atentamente a distância sensora do sensor e sua posição, evitando desta forma impactos com o acionador.

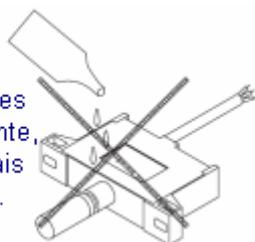


Oscilação:

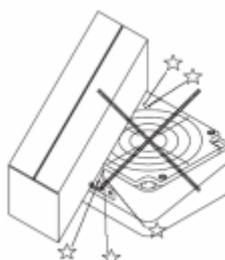
Como os sensores são resinados, pode-se utilizá-los em máquinas com movimentos, apenas fixando o cabo junto ao sensor através de braçadeiras, permitindo que só o meio do cabo oscile.

Produtos Químicos:

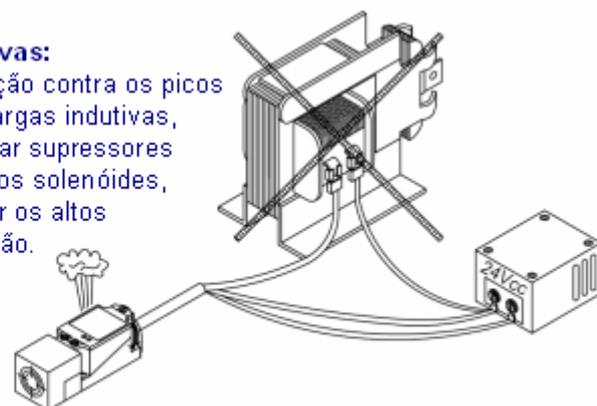
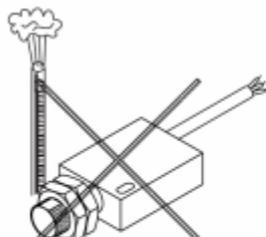
Nas instalações em ambientes agressivos consulte o fabricante, para especificar o sensor mais adequado para a aplicação.

**Suporte de Fixação:**

Evitar que o sensor sofra impactos com outras partes ou peças e não seja utilizado como apoio.

**Cargas Indutivas:**

Os sensores possuem proteção contra os picos de tensão gerados por cargas indutivas, mas aconselhamos utilizar supressores de ruídos nas bobinas dos solenóides, ajudando a eliminar os altos picos de tensão.

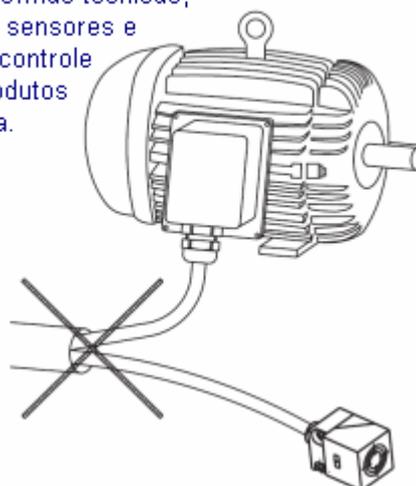
**Condições Ambientais:**

Evitar submeter o sensor a condições ambientais severas com temperatura de operação acima do limite do sensor.

Cabeamento

Conforme as recomendações das normas técnicas, deve-se evitar que os cabos de sensores e instrumentos de medição e controle utilizem os mesmos eletrodutos dos circuitos de força.

Nota: Apesar dos sensores possuírem proteção para ruídos, caso os cabos dos sensores ou da fonte de alimentação utilizarem as mesmas canaletas dos circuitos de potência com motores, freios elétricos, disjuntores, contatores, etc; as tensões induzidas podem possuir energia suficiente para danificar os sensores.

**Lâmpadas Incandescentes**

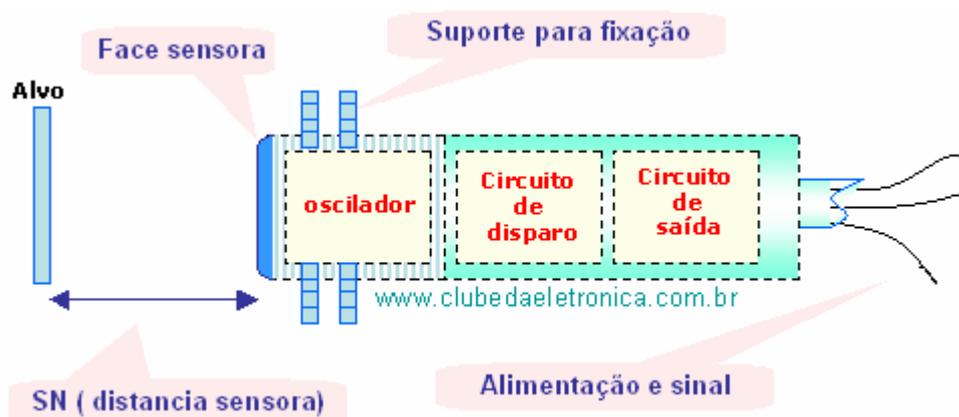
Não se deve utilizar lâmpadas incandescentes com os sensores, principalmente nos modelos de corrente alternada, pois a resistência do filamento frio provoca uma corrente de pico, que pode danificar permanentemente o sensor.

As cargas indutivas, tais como contatores, relés, solenóides, etc; devem ser bem especificados pois tanto a corrente de chaveamento como a corrente de surto podem danificar o sensor.



SENSORES CAPACITIVOS

Tem como principal vantagem poder detectar objetos metálicos e não metálicos, ao contrario do indutivo que só detecta objetos metálicos. Outra vantagem é que podem detectar dentro de recipientes não metálicos. Estes sensores são usados geralmente na indústria de alimento e para verificar os níveis de fluidos e sólidos dentro de tanques. Os sensores capacitivos não são tão precisos quanto os indutivos, além de serem mais sensíveis à variação do ambiente. Vejamos os principais componentes do sensor capacitivo.

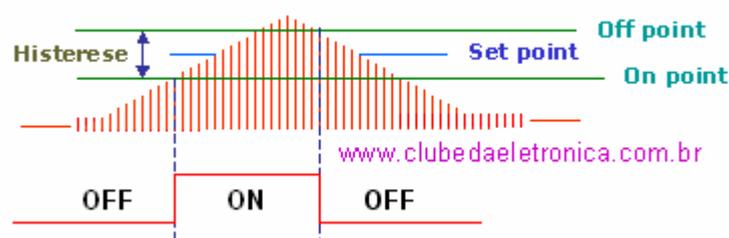


Componentes básicos do sensor capacitivo

Os sensores capacitivos possuem um oscilador que não oscila até que um objeto se aproxime do mesmo e quanto mais próximo maior a amplitude da oscilação, até que atinja o set point do circuito de disparo acionando a saída que com nos indutivos podem ser PNP ou NPN.



À medida que o objeto se aproxima a capacitância do circuito oscilador aumenta, aumentando assim, a amplitude da oscilação até que ON point seja alcançado, comutando a saída de baixo para alto. Ao se afastar do sensor a capacitância diminui e a amplitude da oscilação é reduzida até que Off point seja atingido, neste momento a saída comuta de alto para baixo. Veja ilustração:



Alvo Padrão:

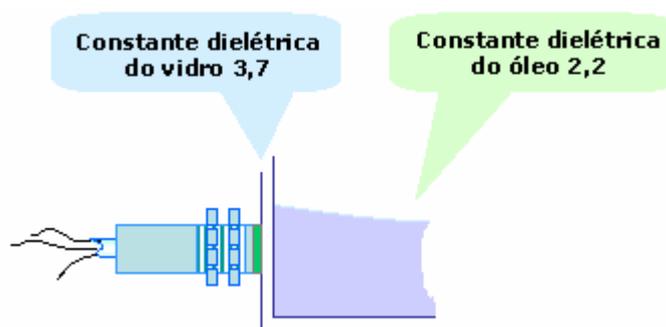
As distâncias sensoras nos sensores capacitivos são especificadas para o acionador metálico de aço SAE 1020 quadrado aterrado e com lado igual a 3 vezes a distância sensora para os modelos não embutidos, (na grande maioria) e em alguns poucos casos de sensores capacitivos embutidos utiliza-se o lado do quadrado igual ao diâmetro do sensor.

Constante dielétrica dos materiais (Rockwell Automation)

A escolha do sensor capacitivo depende da basicamente do material que se deseja detectar, da relação custo benefício e obviamente do projeto. Não é porque o sensor capacitivo detecta todos os materiais, que não devemos atentar ao material, ou melhor, a constante dielétrica do material. Segue abaixo uma tabela com algumas constantes.

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

O sensor capacitivo não consegue detectar produtos dentro de recipientes se frascos se a constante dielétrica do produto for menor que a do recipiente.

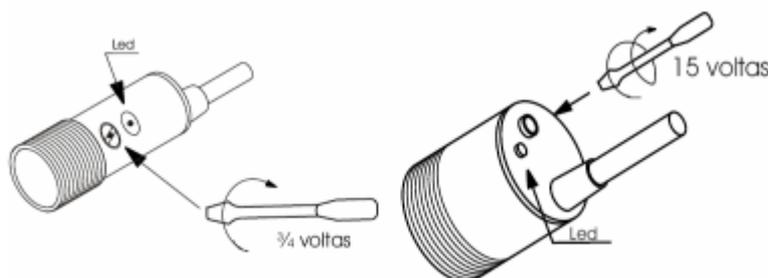
**Fator de correção**

Assim com nos sensores indutivos devemos corrigir a distância sensora. A tabela abaixo alguns materiais e seus respectivos fatores de correção.

Material	Fator de correção
Metais em geral	1,0
Água	1,0
Vidro	0,3 – 0,5
Plástico	0,3 – 0,6
Madeira (depende da umidade)	0,2 – 0,7
Óleo	0,1 – 0,3

Ajuste de sensibilidade

Alguns sensores capacitivos possuem um ajuste de sensibilidade, o que possibilita a detecção de produtos dentro de recipientes.



Procedimentos para ajuste

- ☞ Monte o sensor no seu suporte (para detecção de nível encoste o sensor no visor),
- ☞ Verifique se não existe nenhuma parte ou peça do suporte em volta do sensor, que poderá causar o acionamento constante do sensor,
- ☞ Alimente o sensor conforme seu diagrama de conexões,
- ☞ Sem o produto a ser detectado, o sensor deve permanecer desacionado, então gire o potenciômetro no sentido horário, até que o led ascenda e logo em seguida reduza a sensibilidade até o led apagar,
- ☞ Acrescente uma margem de segurança diminuindo, um pouco mais a sensibilidade,
- ☞ Coloque o produto a ser detectado e verifique o acionamento do sensor,
- ☞ Retire o produto novamente verificando o desacionamento da saída,
- ☞ Repita os dois procedimentos anteriores verificando a estabilidade da detecção, caso o sensor permaneça acionado retirando-se o produto, diminua um pouco ainda a sensibilidade sempre repetindo os testes novamente,
- ☞ Caso a detecção não esteja estável utilize outro sensor com distância sensora maior.

Cuidados na Instalação:

Os cuidados à serem tomados na instalação sensores capacitivos são semelhantes aos tomados na instalação dos sensores indutivos.

SENSORES ÓPTICOS

Diferente dos sensores capacitivos e indutivos os sensores ópticos operam com base emissão e recepção de um feixe de luz modulada.

Os sensores ópticos assim, como sobre capacitivos, detectam qualquer material, porém com distância sensora bem maior. São constituídos por dois circuitos eletrônicos sendo: O transmissor, responsável pela emissão/ modulação da luz e o receptor, responsável pela recepção desta mesma luz. Veja ilustração:



A frequência de modulação do e recepção devem ser a mesma. Assim, o receptor somente será sensível a luz do transmissor ignorando a luz do ambiente. Em alguns sensores o transmissor e o receptor estão alojados em um único encapsulamento.

Os sensores ópticos são, em sua grande maioria, dotados de lentes que aumentam a distância sensora os transmissores e focalizam a luz no caso dos receptores.



Nota: A poluição do ambiente (poeira e umidade) pode interferir no funcionamento do sensor. Assim, deve-se periodicamente limpar os espelhos e as lentes dos sensores.

Os sensores ópticos podem ser sensíveis à luz ou ao escuro. Vejamos:

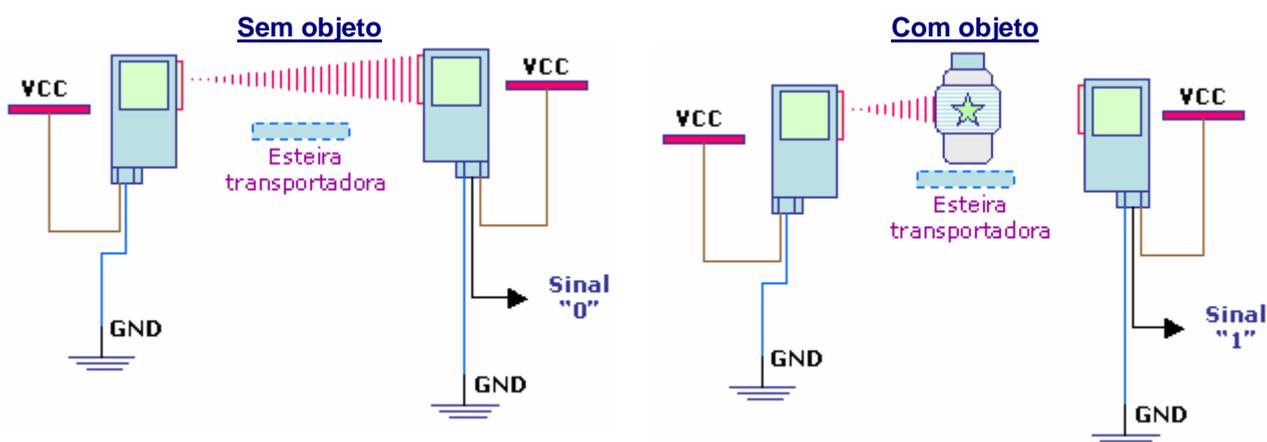
- ❑ **Light - On:** A saída fica energizada (**ON**) quando o sensor **recebe o feixe de luz** modulada e, portanto, fica desenergizada (**OFF**) quando a luz é interrompida.
- ❑ **Dark - On:** A saída fica energizada (**ON**) quando o sensor **não recebe o feixe de luz** e, portanto, fica desenergizada (**OFF**) se recebe-la.
- ❑ **Dark – On e Light - On:** Alguns sensores disponibilizam aos seus usuários as duas opções, ou seja, fica a critério do projetista.

TIPOS DE SENSORES ÓPTICOS

Existem vários sensores ópticos no mercado todos baseados na emissão/recepção da luz. As diferenças estão na maneira em que a fonte de luz (emissor) e o receptor são configurados e encapsulados. Vejamos os mais comuns:

Sensores de barreira (Sistema por barreira óptica):

O transmissor e o receptor estão em unidades distintas e devem ser dispostos um frente ao outro, de modo que o receptor possa constantemente receber a luz do transmissor. O acionamento da saída ocorrerá quando o objeto a ser detectado interromper o feixe de luz.

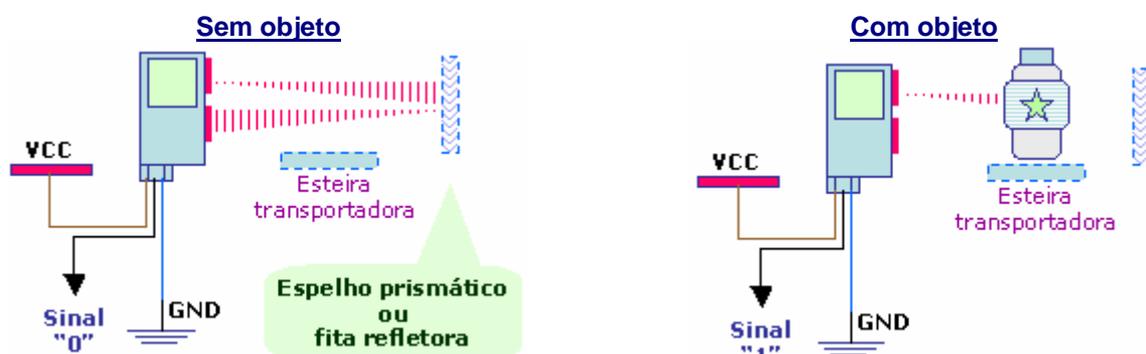


Algumas recomendações:

- Não são recomendados para objeto muito pequeno, pois parte da luz chegaria ao receptor e não detectaria o objeto;
- Não detecta alvos transparentes, pois a luz atravessaria o objeto chegando ao receptor;
- Precisa de um bom alinhamento para seu perfeito funcionamento; e
- Precisa de alimentação dupla, ou seja, uma para o transmissor e uma para o receptor.

Sensores retro-reflexivos (Sistema Refletivo):

Este sistema apresenta o transmissor e o receptor em uma única unidade. O feixe de luz chega ao receptor somente após ser refletido por um espelho prismático, e o acionamento da saída ocorrerá quando o objeto a ser detectado interromper este feixe.

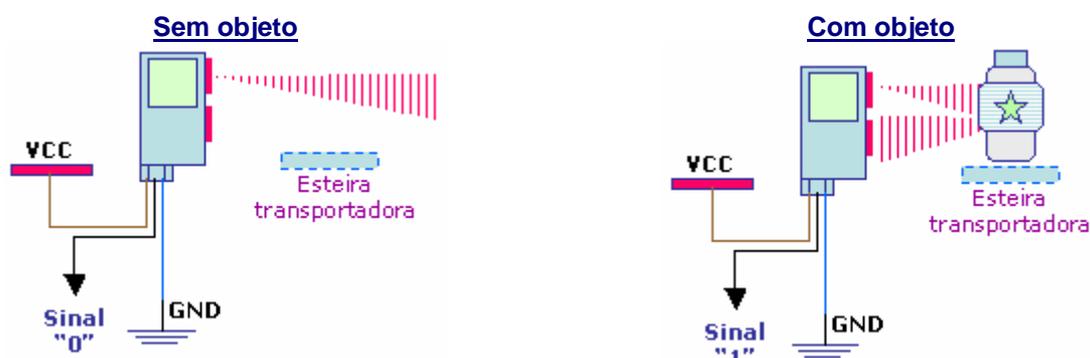


Algumas recomendações:

- São indicados para objetos opacos, translúcidos e transparentes;
- Possuem menor distância sensora que os de barreira;
- Espelhos sujos podem comprometer o funcionamento;
- Objetos muito brilhantes podem refletir a luz da mesma forma que o espelho, ou seja, não detectaria o alvo.

Sensor difuso-refletido (sistema de difusão):

Neste sistema 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.

**Algumas recomendações:**

- A distância sensora é afetada pela capacidade de reflexão da luz pelo objeto, ou seja, terão dificuldade de detectarem cores escuras.
- A distância sensora é menor que dos anteriores;

Mais conceitos sobre sensores ópticos

- Background:** Alguns sensores ópticos possuem supressores de background, ou seja, serão insensíveis ao fundo brilhante, outros não e, portanto, se houver um fundo brilhante pode confundir a detecção do objeto, mesmo que este fundo esteja fora da distância sensora máxima.
- Zona Morta:** Existe uma área próxima ao sensor, onde não é possível a detecção do objeto, pois nesta região a reflexão da luz não consegue chegar ao receptor. A zona morta normalmente é de 10 a 20% da distância sensora.
- Interferências do meio:** Os sensores ópticos não são 100% imunes a iluminação do ambiente. Algumas recomendações são: **não colocar** lâmpada fluorescente muito próximo do sensor, nem deixar luz solar incidir diretamente sobre as lentes.
- Fator de redução:** Os catálogos de sensores apresentam tabelas de fatores de correção em função do material e da cor do objeto a ser detectado.

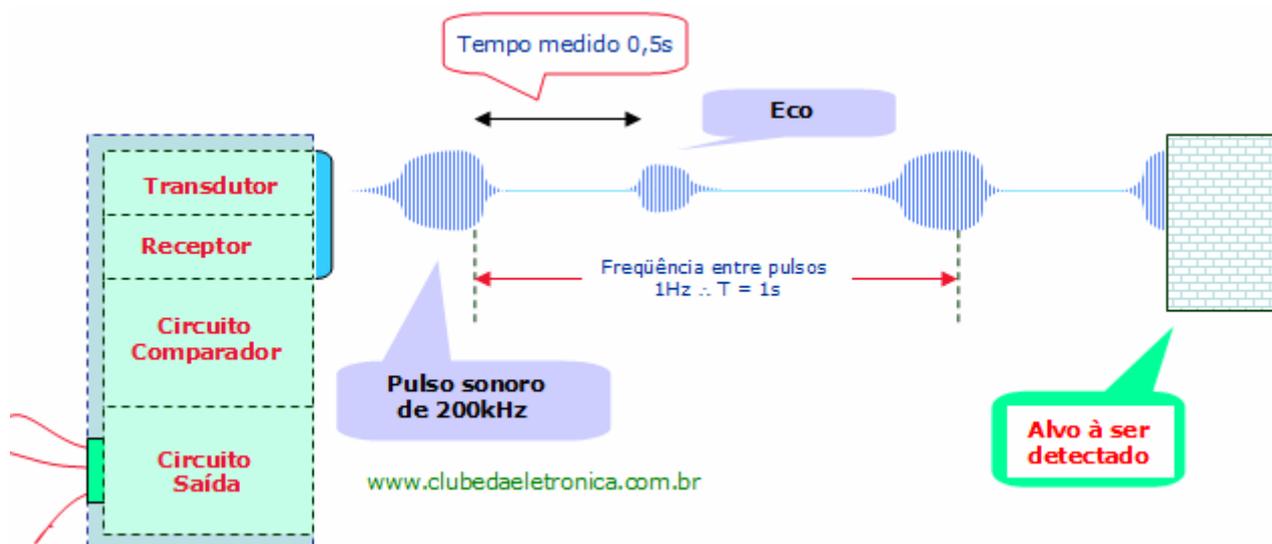
Cor	Fator de correção
Branco	0,95 a 1,00
Amarelo	0,90 a 0,95
Verde	0,80 a 0,90
Vermelho	0,70 a 0,80
Azul claro	0,60 a 0,70
Violeta	0,50 a 0,60
Preto	0,20 a 0,50

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

- Ajuste de Sensibilidade:** Todos os modelos fotosensores possuem um potenciômetro para ajuste de sensibilidade que tem como função ajustar a distancia sensora de modo que o sensor discrimine somente o objeto a ser detectado.

SENSORES ULTRA-SÔNICOS

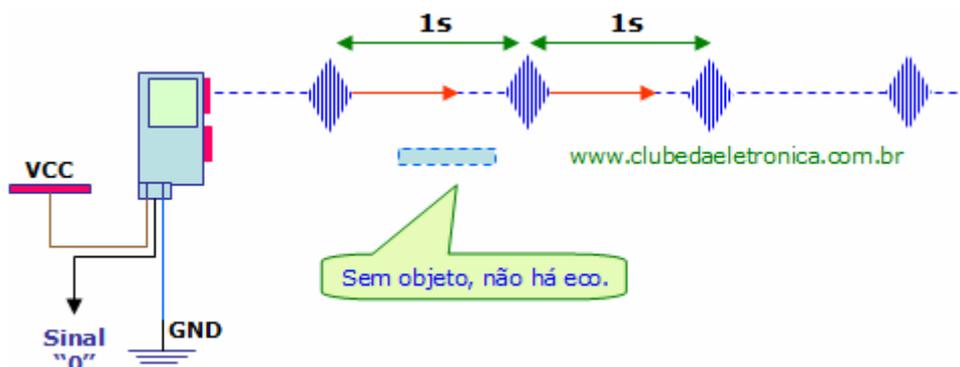
Sensores ultra-sônicos operam emitindo e recebendo pulsos sonoros de alta frequência e, portanto inaudíveis ao homem. Abaixo, uma ilustração em blocos mostra os principais elementos de um sensor ultra-sônico. Vejamos:



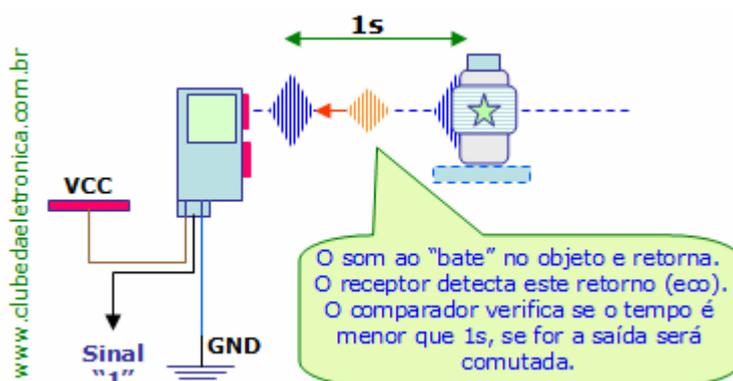
Princípio de funcionamento

O transdutor emite pulsos sonoros de alta frequência com intervalos de tempo pré-definidos. Se o receptor não detectar nenhum eco neste intervalo de tempo, significa que o som não retornou e, portanto, não há objeto. Se entre os pulsos emitidos houver um eco é porque houve o som "bateu" em um objeto e retornou, neste caso, a saída será comutada. Vejamos uma ilustração simplificada com e sem objeto.

Sem objeto



Com objeto



Mais sobre sensores ultra-sônicos

As indústrias disponibilizam sensores ultra-sônicos com saída analógica de 0 a 10V ou 4 a 20mA.

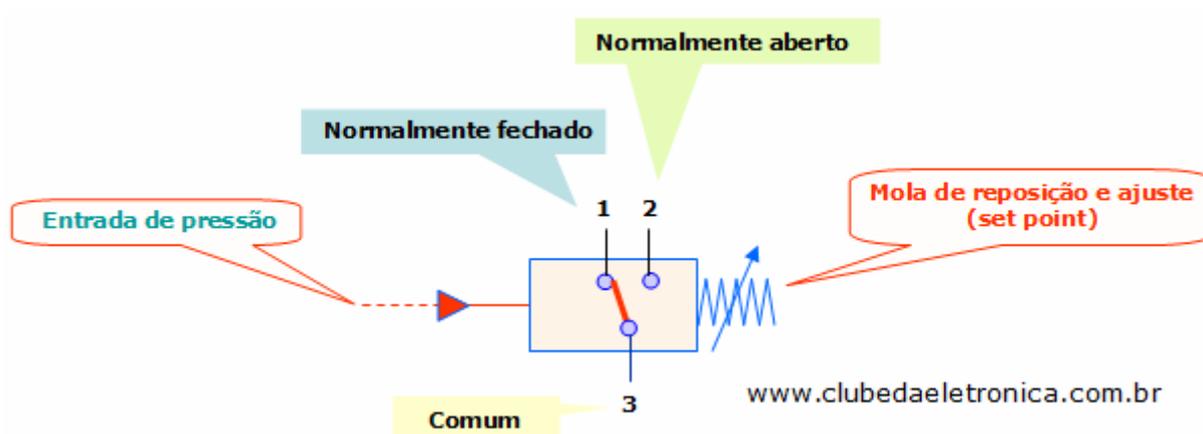
Também há sensores ultra-sônicos

Algumas vantagens e desvantagens dos sensores ultra-sônicos

- ✓ Existe uma zona morta próxima da face sensora;
- ✓ Alguns materiais objetos como espumas, tecidos, borrachas são difíceis de detectar, pois absorvem o som;
- ✓ A maioria possui supressão de ruído, tornando-os confiáveis em ambiente ruidosos;
- ✓ Temperatura do ambiente, turbulências no ar, pressão e umidade podem influenciar na desempenho do sensor;
- ✓ Possui custo mais elevado que os anteriores.

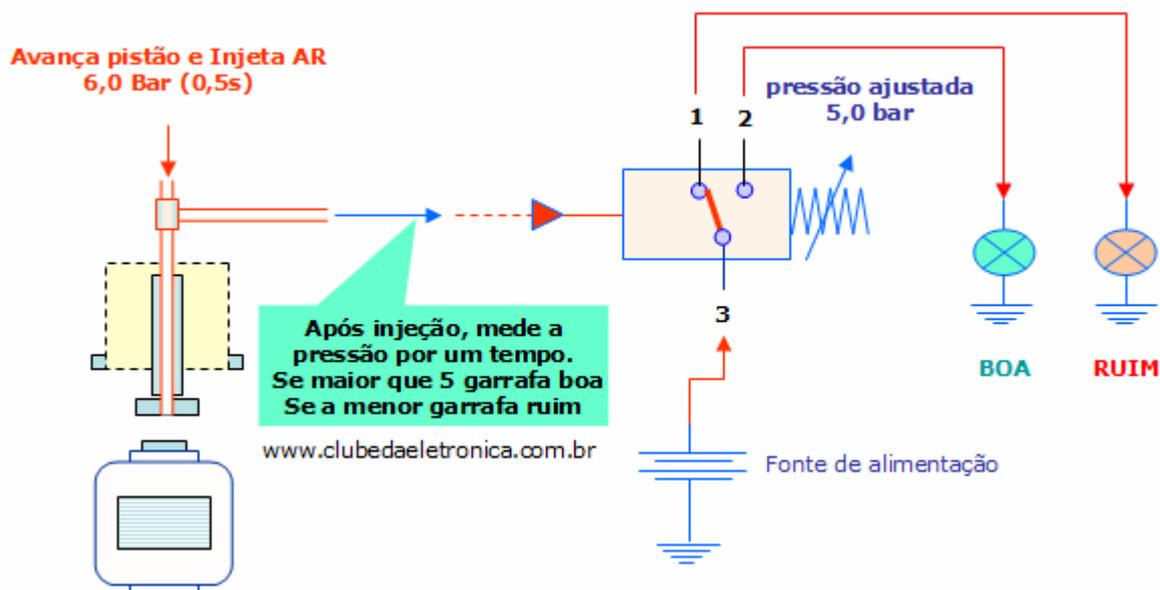
SENSORES PNEUMÁTICOS (PRESSOSTATO)

São sensores de pressão hidráulica ou pneumática, são chaves comutadoras pilotadas. Estes sensores são utilizados em linhas hidráulicas ou pneumáticas com a finalidade de registrar o acréscimo ou a queda de pressão nessas linhas, invertendo seus contatos toda vez em que a pressão do óleo ou do ar comprimido ultrapassar o valor pré-ajustado.



Descrição de funcionamento

Deve-se ajustar o pressostato na pressão desejada, por exemplo, 6 bar, enquanto a pressão da linha for inferior a esse valor, seu contato 1-3 permanece fechado, e seu contato 1-2 aberto. Se a pressão da linha ultrapassar 6 bar (valor ajustado na mola) os contatos invertem, ou seja, 1-3 abrirá e 1-2 fechará. Abaixo, um exemplo do uso do pressostato para verificar se há furos em garrafas.



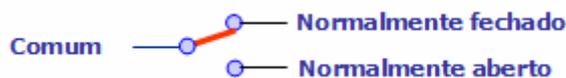
Mais sobre dispositivos de contato:

O tipo de contato do pressostato, assim como das botoeiras, fins de curso, etc. podem ser:

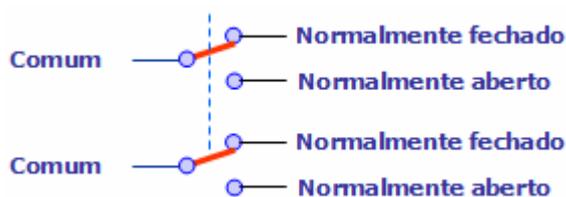
- ✓ **SPST** (Single Pole-Single Throw) Consiste em somente dois terminais.



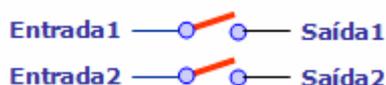
- ✓ **SPDT** (Single Pole-Double Throw) consiste em um terminal comum, um contato aberto e um contato fechado.



- ✓ **DPDT** (Double Pole-Double Throw) consiste em dois terminais comuns, dois contatos abertos e dois contatos fechados.



- ✓ **DPST** (Double Pole-Double Throw) Similar ao SPST, porém duplo.



Nota:

- ❑ *Este material não pretende esgotar o assunto sensores, apenas apresentar algumas idéias básicas, cabendo ao estudante pesquisar.*
- ❑ *Sugestões e correções deverão ser enviadas ao autor, que serão analisadas e incorporadas ao texto.*

Teste seu conhecimento sobre sensores:

1- Os sensores capacitivos operam com base do:

- | | |
|----------|---------------------------|
| A | Campo elétrico |
| B | Campo eletromagnético |
| C | Emissão e recepção de luz |
| D | Campo magnético |
| E | Contato |

2- Os dispositivos eletrônicos responsáveis pela emissão de luz nos sensores ópticos são:

- | | |
|----------|-------------------|
| A | LED comum |
| B | Laser |
| C | LED infravermelho |
| D | Bobina de luz |
| E | Lâmpada simples |

3- Uma máquina tem como função enrolar tecido. Deseja-se interromper o enrolamento ao completar quando 50 voltas. Qual dos sensores abaixo é o mais recomendado para esta função:

- | | |
|----------|--------------|
| A | Ultra-sônico |
| B | Fim de curso |
| C | Indutivo |
| D | Capacitivo |
| E | Óptico |

4- Qual o tipo de sensor que depende da constante dielétrica do alvo?

- | | |
|----------|--------------|
| A | Ultra-sônico |
| B | Fim de curso |
| C | Indutivo |
| D | Capacitivo |
| E | Óptico |

5- Qual dos sensores abaixo detecta somente materiais ferrosos?

- | | |
|----------|--------------|
| A | Ultra-sônico |
| B | Magnéticos |
| C | Indutivo |
| D | Capacitivo |
| E | Óptico |

6- São sensores bastante usados em portas e janela de residências, tem uma vida útil longa, porém, não são recomendados para portas e janelas metálicas, pois como o passar do tempo perdem a imantação ocasionando disparos falsos. De qual sensor estamos falando?

- | | |
|----------|--------------|
| A | Fim de curso |
| B | Magnéticos |
| C | Indutivo |
| D | Capacitivo |
| E | Óptico |

7- Os sensores tipo _____? _____ necessitam de alimentação no transmissor e no receptor e por isso são mais caros.

- | | |
|----------|----------------------------------|
| A | Ópticos do tipo barreira |
| B | Magnéticos |
| C | Fim de curso |
| D | Ópticos do tipo difuso–refletido |
| E | Ópticos do tipo retro-reflexivo |

8- Os sensores do tipo _____? _____ necessitam de um espelho prismático ou fitas refletoras para detectar o alvo.

- | | |
|----------|----------------------------------|
| A | Ópticos do tipo barreira |
| B | Magnéticos |
| C | Fim de curso |
| D | Ópticos do tipo difuso–refletido |
| E | Ópticos do tipo retro-reflexivo |

9- Dark–On significa?

- | | |
|----------|--------------------|
| A | Zona cega |
| B | Zona morta |
| C | Sensível a luz |
| D | Sensível ao escuro |
| E | Fator de redução |

10- Alguns sensores são insensíveis a luz de fundo. Isto é possível porque estes sensores possuem um circuito de:

- | | |
|----------|-------------------------|
| A | Supressor de ruído |
| B | Supressor de background |
| C | Modulador |
| D | Demodulador |
| E | Blindagem |

Referências:

- ❑ Capelli, A. Automação Industrial – 2ª edição. São Paulo: Érica, 2008.
- ❑ Franchi, C. M. e Camargo, V. L. A. Controladores Lógicos Programáveis – 1ª Edição. São Paulo: Érica, 2008.
- ❑ <http://www.sense.com.br> (literatura e manuais)
- ❑ <http://samplecode.rockwellautomation.com>
- ❑ Teoria dos sensores industriais – Willian da Silva Viana – CEFET Campos.