

# Sensoriamento

**A**tualmente, é muito comum nos depararmos com situações em que devemos nos preocupar com a segurança pessoal e de nossos bens e propriedades. Daí decorre a necessidade de adquirir dispositivos e equipamentos de segurança, como os sistemas de alarme.

## Um problema

Esses sistemas de alarme são basicamente equipamentos destinados a sinalizar que alguém está tentando violar alguma entrada, forçando portas ou janelas.

Um síndico de um prédio apresentou aos condôminos o orçamento de algumas empresas de segurança, para implantação de um sistema de alarme no condomínio.

Os diversos orçamentos variavam bastante em termos de custos, e todas as propostas sugeriam a instalação de uma central de alarme, diferindo fundamentalmente quanto aos pontos de colocação dos sensores e aos seus modelos e tipos.

Como pode ser observado em tal situação, seleciona-se cada sensor de acordo com sua possível localização e com o tipo de função a realizar.

Os condôminos, além de analisarem o valor das propostas, tiveram de estudar a adequação dos sensores propostos, a fim de evitar gastos desnecessários com manutenção e trocas devidas à especificação inadequada.

## Exemplos de aplicações

O sistema de alarme é um exemplo típico e atual de utilização de sensores. Mas há uma variedade de áreas em que os sensores encontram aplicação.

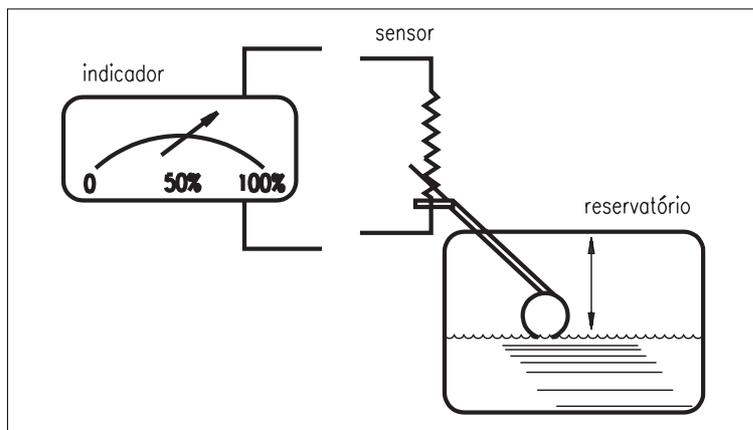
Num automóvel, por exemplo, identificamos várias dessas aplicações:

- o sistema de indicação do volume de combustível no tanque;
- o sistema de indicação do nível de óleo no cárter;
- o sistema de freios;
- os sistemas mais modernos que indicam que as portas estão abertas e que o cinto de segurança não está sendo utilizado.

Podemos afirmar que todos os sistemas que necessitam de algum tipo de controle requerem sensores, para fornecer informações ao controle.

Nesses exemplos, pode-se observar que a função do sensor é indicar o valor ou a condição de uma grandeza física, ou seja, sensoriá-la para que se possa exercer controle sobre ela.

No caso do tanque de gasolina, o sensor funciona como indicador para o motorista abastecer o reservatório com combustível.

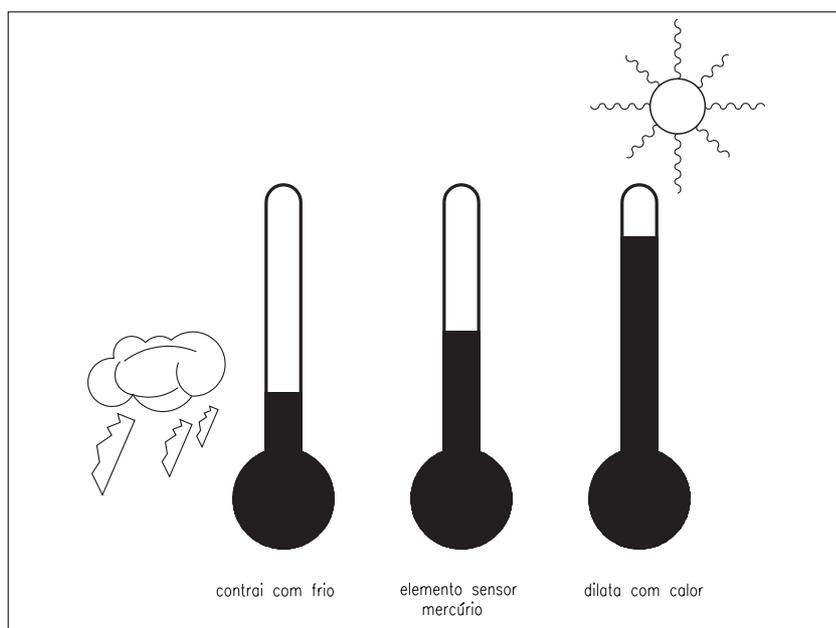


### Princípio de funcionamento

**Sensor:** dispositivo de entrada que converte um sinal de qualquer espécie em outro sinal que possa ser transmitido ao elemento indicador, para que este mostre o valor da grandeza que está sendo medida.

O **sensor** é um dispositivo capaz de monitorar a variação de uma grandeza física e transmitir esta informação a um sistema de indicação que seja inteligível para o elemento de controle do sistema.

O termômetro é um sistema de indicação que tem como **elemento sensor** o mercúrio. A grandeza física a ser medida é a temperatura e a grandeza física do elemento sensor, que varia proporcionalmente com a variação da temperatura, é o seu volume, pois o mercúrio se dilata com o aumento da temperatura.



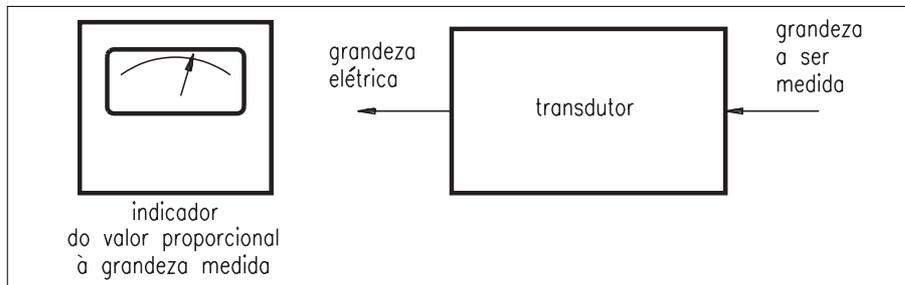
Conhecendo a proporção dessas variações, podemos identificar e medir o valor da temperatura, observando o comprimento da coluna de mercúrio.

O sensor é utilizado com base nas variações de grandezas.

Todos os elementos sensores são denominados **transdutores**.

A maior parte dos sensores são transdutores elétricos, pois convertem a grandeza de entrada para uma grandeza elétrica, que pode ser medida e indicada por um circuito eletroeletrônico denominado medidor.

A maior parte dos medidores, como os de painéis de automóveis, barcos e aviões, registra uma grandeza elétrica proporcional à variação da grandeza que está sendo indicada pelo sensor – a grandeza controlada.



As grandezas elétricas que apresentam variações proporcionais às grandezas que estão sendo "sentidas" e indicadas pelos sensores são: **corrente elétrica**, **tensão elétrica** e **resistência elétrica**.

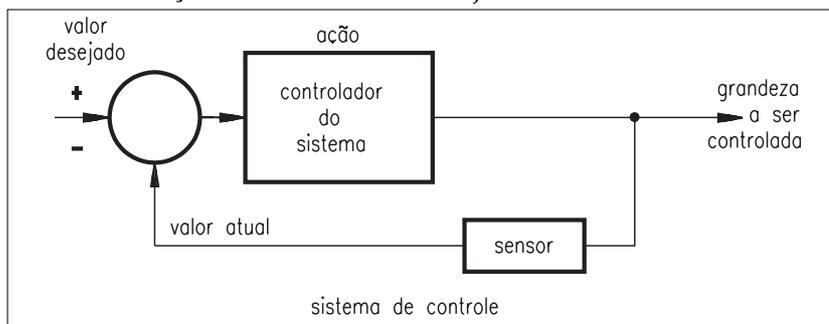
Essas grandezas são utilizadas normalmente, pois a maioria dos medidores e elementos de controle que utilizam estas informações são capazes de ler os sinais sem dificuldade.

## Sistema de controle

Os sensores estão vinculados aos sistemas de controle.

O sistema de controle é um processo acionado por um dispositivo de controle, que determina o resultado desejado e, ao longo do tempo, indica o resultado obtido e corrige sua ação para atingir, o mais rápido possível, o valor desejado.

Para que o controle ocorra, são acoplados sensores ao sistema. Os sensores registram os resultados e grandezas do processo, fornecendo ao dispositivo de controle informações sobre o valor desejado.



**Transdutor:** é todo dispositivo que recebe um sinal de entrada em forma de uma grandeza física e fornece uma resposta de saída, da mesma espécie ou diferente, que reproduz certas características do sinal de entrada, a partir de uma relação definida.

**Tensão elétrica:** corresponde à diferença de potencial elétrico entre dois pontos de um circuito elétrico.

**Corrente elétrica:** é o fluxo de cargas elétricas através de um condutor por unidade de tempo.

**Resistência elétrica:** grandeza que caracteriza a propriedade de um elemento de circuito de converter energia elétrica em calor, quando percorrido por corrente.

Existem diversos exemplos de sistemas de controle no nosso dia-a-dia. Uma caminhada para um determinado lugar, por exemplo, pode ser considerada como um sistema de controle. O processo é a caminhada. O dispositivo de controle é o nosso cérebro. Os atuadores são nossas pernas e pés.

O dispositivo de controle estimula os atuadores a alcançarem o objetivo desejado.

O processo da caminhada é dinâmico, ou seja, o controle sobre os atuadores (nossos pés e pernas) ocorre constantemente, de forma que o cérebro nos orienta a andar mais rápido ou mais lentamente, virar para a esquerda, para a direita ou andar em frente.

### Malha fechada e malha aberta

Malha fechada é um sistema de controle que usa sensores para identificar a distância do resultado desejado e corrigir suas ações para alcançá-lo.

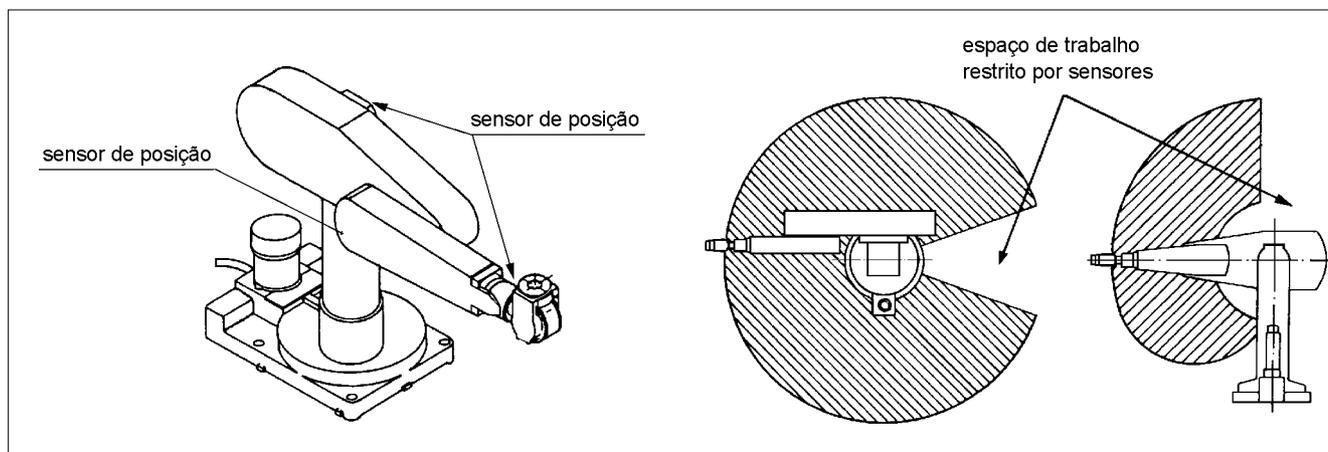
Malha aberta é um sistema em que o controle ocorre sem que haja uma amostragem do resultado ao longo do processo, ou seja, sem utilização de sensores; é como se caminhássemos com os olhos fechados, acreditando já conhecer o caminho.

É cada vez menor o número de sistemas em malha aberta, em função da crescente necessidade de se atingir resultados mais precisos e rápidos, e também devido ao desenvolvimento de elementos sensores bastante precisos e adequados às mais diversas aplicações.

### Sensores e aplicações industriais de alta tecnologia

A seguir, alguns exemplos de aplicações de sensores em equipamentos e sistemas mais nobres.

Os robôs, que são equipamentos de última geração tecnológica, têm seu funcionamento respaldado por diversos sensores, colocados em pontos estratégicos de seu mecanismo e na sua área de atuação.



O processo de usinagem é também um exemplo de aplicação de sensores, principalmente se o processo de usinagem for automático (controlado por computador).

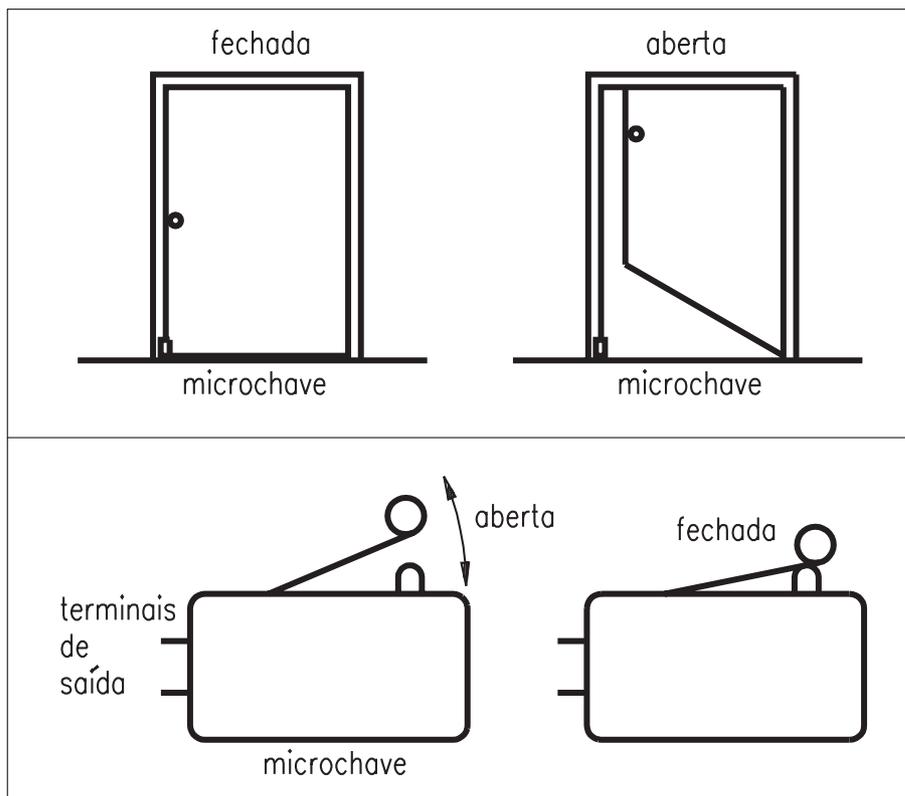
No processo de usinagem manual, os sensores são os olhos do operador, que coordena a produção controlando a máquina de usinagem (fresadora ou torno) por meio de instrumentos de medida, como paquímetros e micrômetros.

Na produção automatizada pelo computador, os sensores indicam ao computador o que já foi usinado do material em produção, de forma que o computador possa controlar a velocidade de operação dos mecanismos.

## Sensores analógicos e digitais

Como existem **sinais analógicos** e **sinais digitais** a serem controlados num sistema, os sensores também devem indicar variações de grandezas analógicas e digitais.

Para um sistema de alarme, qualquer condição que não seja fechada será entendida como aberta e deve fazer o alarme disparar. Neste caso, a grandeza é digital e o sensor deve ser digital. Por exemplo, uma microchave fica em posição fechada quando a entrada está fechada e se abre quando a entrada é violada.



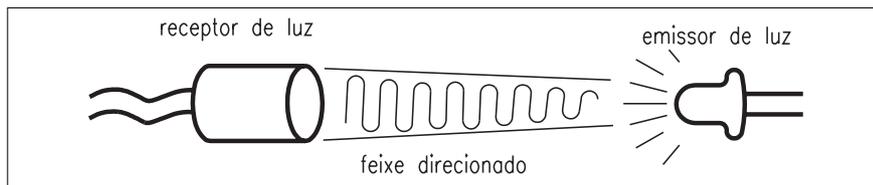
No caso do controle de movimento do robô, a grandeza que se está controlando é analógica, pois o mecanismo do robô pode ocupar qualquer posição no espaço durante o deslocamento, desde a posição de partida até a posição final.

**Sinal analógico:** sinal cuja informação pode identificar todos os valores de uma faixa dada.

**Sinal digital:** sinal quantificado que indica a existência ou não de um evento.

## Sensores e segurança no trabalho

Ainda no caso do robô, podemos também utilizar um sensor digital para indicar se o trabalhador está ou não numa área perigosa. Um dos sensores mais utilizados nesta aplicação é o sensor óptico.



Muitos equipamentos, instrumentos e máquinas devem apresentar dispositivos sensores de segurança. Quanto mais automáticas são as ações desses mecanismos, maior a segurança.

As máquinas injetoras de plástico automáticas apresentam dispositivos de segurança nas suas aberturas de acesso aos pontos de colocação dos moldes. Se uma das portas de segurança se abrir, os sensores indicam o fato ao controle da máquina e, no mesmo instante, ela pára.

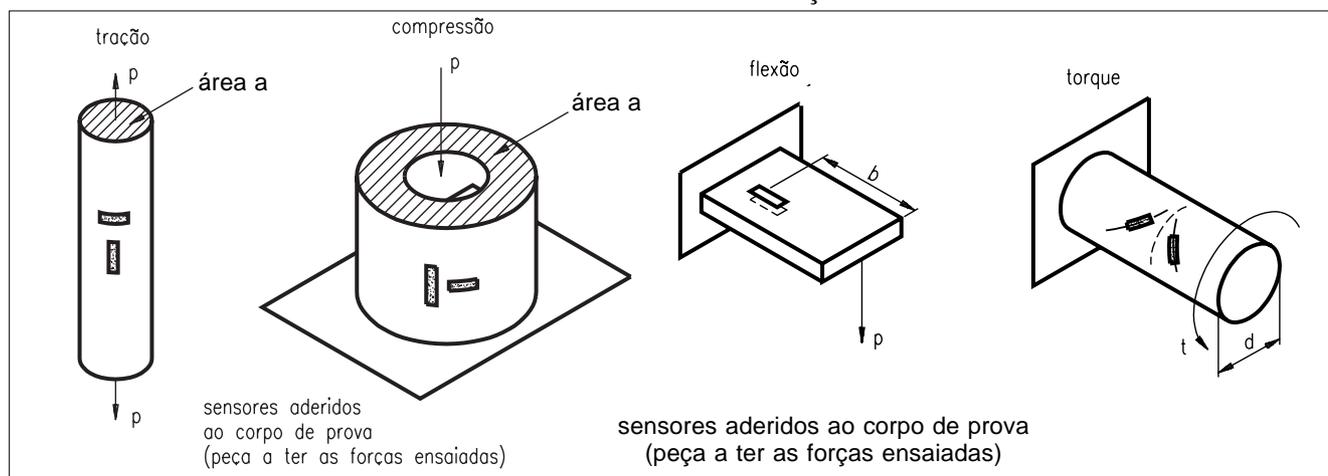
O mesmo ocorre com prensas de estampo, que só atuam se perceberem por meio de uma cortina de sensores ópticos que não existe nenhum obstáculo em seu campo de ação. Além disso, o operador deve acionar dois sensores em pontos distintos, com suas duas mãos simultaneamente, o que significa para o controlador da prensa: *“se o operador acionou os dois dispositivos simultaneamente, as mãos dele estão em posições de segurança”*, e então a prensa pode ser acionada.

A legislação trabalhista e a normalização vêm garantindo cada vez mais a implantação de sistemas de segurança de operação em equipamentos, automatizados ou não.

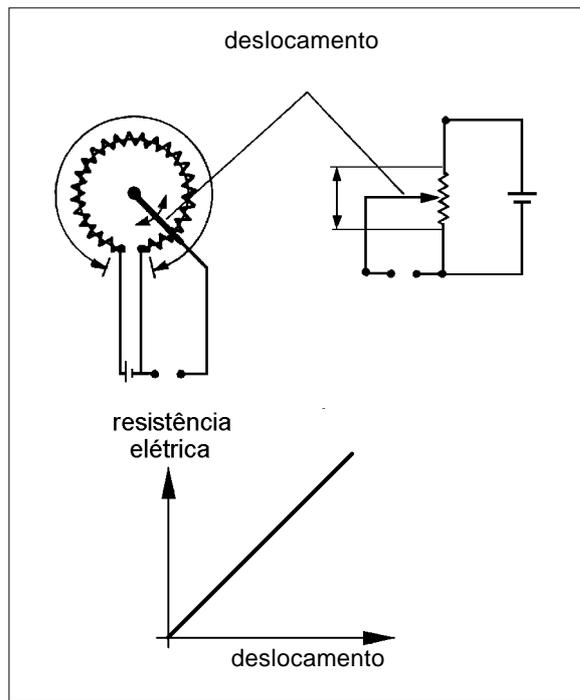
## Tipos de sensores

A variedade de sensores é grande. O mercado tem sensores especificados para cada aplicação.

**Strain gauge** são sensores que medem deformação superficial de peças. Eles transformam o valor da deformação em sinais elétricos.

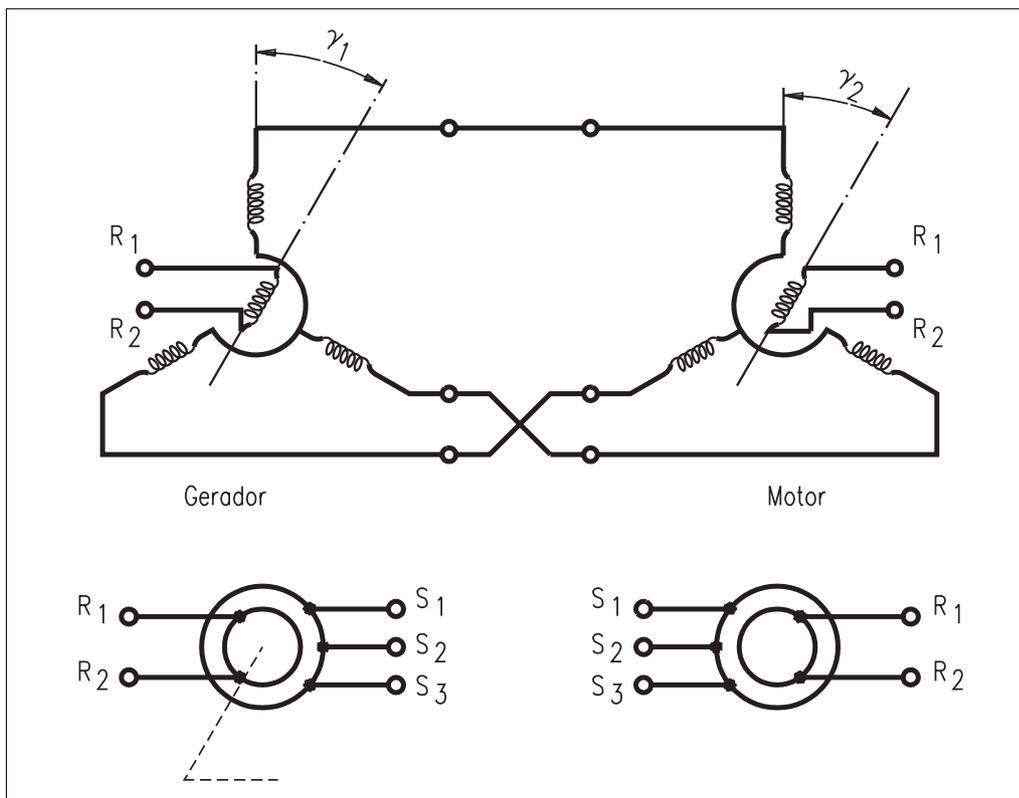


**Potenciométrico** é um sensor bastante simples, com elemento resistivo que pode ser um fio bobinado ou um filme de carbono ou de matéria plástica resistiva.



**Synchro e resolvers** (sensores de deslocamento angular) são sensores que se compõem de um transmissor e um receptor.

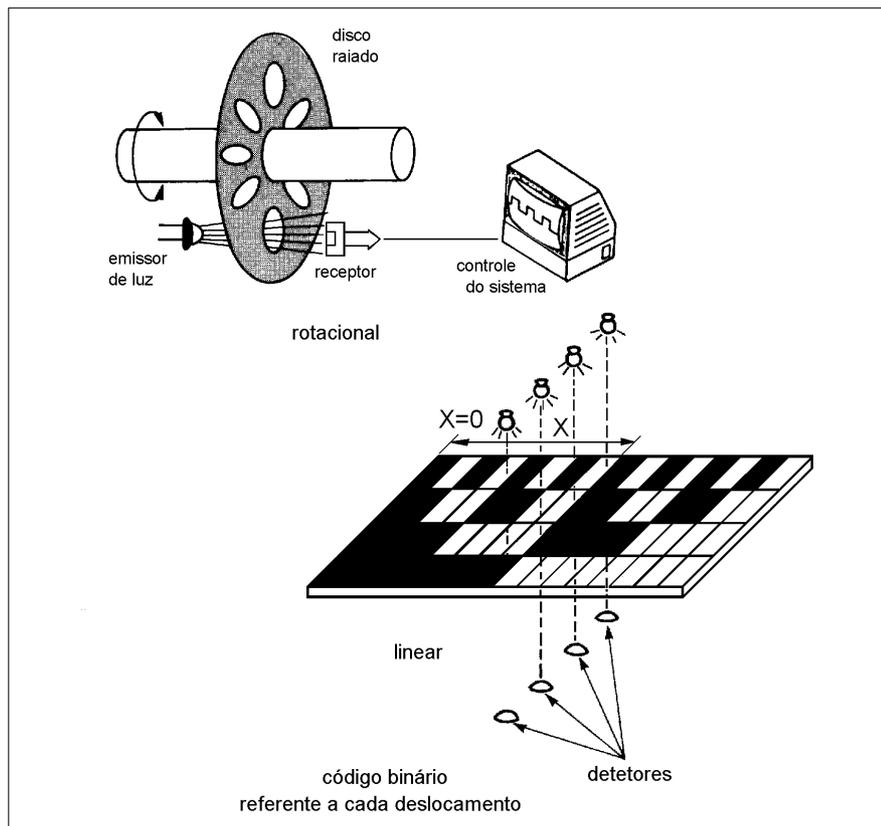
Nesses sensores, o rotor do motor se desloca proporcionalmente ao deslocamento do rotor do gerador.



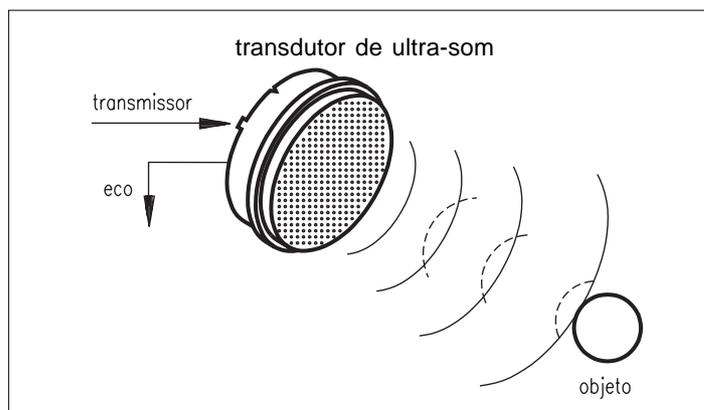
O rotor do transmissor é alimentado em corrente alternada e gira solidário à peça da qual se pretende medir o deslocamento angular.

**Encoder óptico** é um sensor que se vale da interrupção de um feixe de luz, visível ou não, entre um transmissor e um receptor para gerar um trem de pulsos proporcional ao deslocamento do dispositivo que está acoplado ao disco – **encoder rotacional** – ou à régua – **encoder linear**.

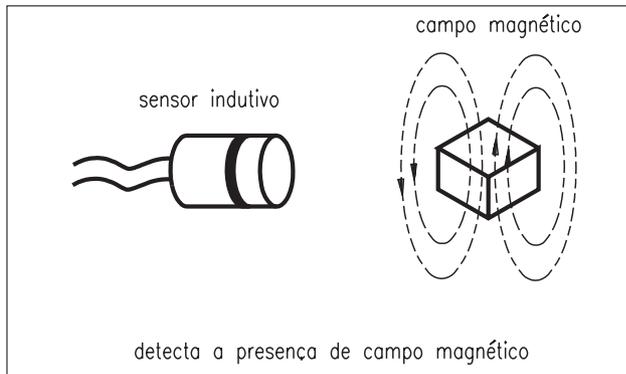
O encoder linear permite medir um deslocamento ao longo de um eixo; o encoder rotacional proporciona a indicação de um deslocamento angular ao redor de um eixo.



**Ultra-som** é um sensor eletrostático que emite impulsos periodicamente e capta seus ecos, resultantes do choque das emissões com objetos situados no campo de ação. A distância do objeto é calculada por meio do tempo de atraso do eco em relação ao momento da emissão do sinal.

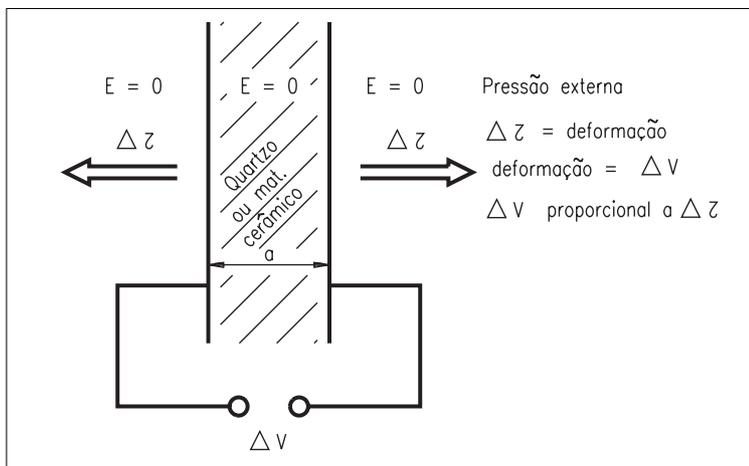


**De proximidade** (indutivos e capacitivos) são sensores que se valem das leis de indução eletromagnética de cargas para indicar a presença de algum tipo de material que corresponda a certa característica.



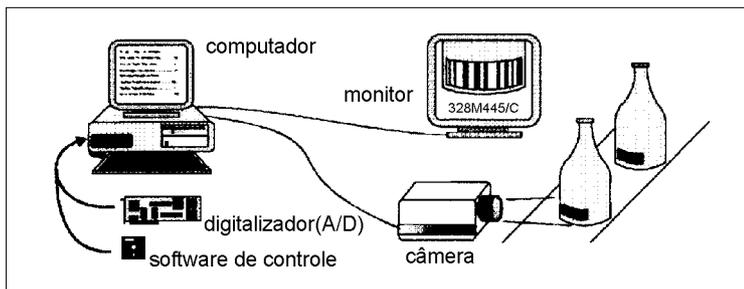
**Piezoelétricos** são sensores que se valem das características que certos materiais têm de gerar uma tensão elétrica proporcional à deformação física a que são submetidos.

Normalmente são constituídos de lâminas de quartzo ou de material cerâmico, recobertas por um filme metálico condutor. A lâmina, ao ser submetida a uma tensão externa (força), produz uma tensão elétrica.

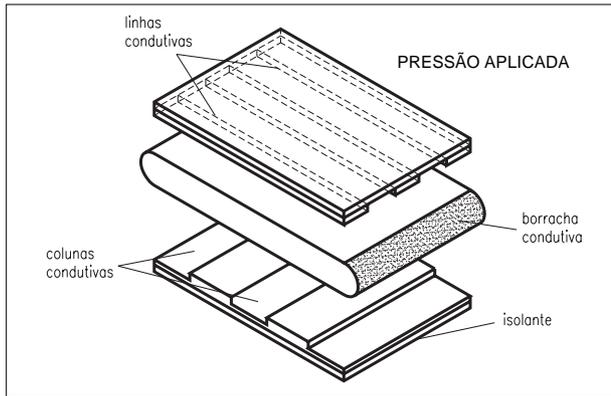


O uso de câmeras de visão artificial no chão das fábricas tem aumentado rapidamente, contribuindo para garantir a qualidade final do produto.

Os sensores do sistema de visão artificial são as câmeras, que captam a imagem. A capacidade que a câmera tem de converter o sinal óptico em sinal elétrico é muito importante nesse tipo de aplicação.



**Matriciais** (pele artificial) são sensores formados pela associação de sensores analógicos ou digitais em forma de matriz, dispostos lado a lado.



Cabe ressaltar que a resolução é dada pelo espaçamento entre os elementos que compõem a matriz, e que esse tipo de sensor ainda se encontra em fase de desenvolvimento. Portanto, ainda não é totalmente confiável.

Teste sua aprendizagem. Faça os exercícios e confira suas respostas com as do gabarito.

## Exercícios

Marque com X a resposta correta.

### Exercício 1

Um sensor é capaz de:

- a) ( ) converter uma variação de grandeza física numa variação de outra grandeza que possa de ser indicada por dispositivos eletrônicos;
- b) ( ) gerar variação de grandeza física de acordo com o sinal de um controlador de sistema;
- c) ( ) indicar o valor de uma grandeza física diretamente.

### Exercício 2

Um sensor digital consegue perceber a variação de:

- a) ( ) uma grandeza que apresenta diversos valores entre um valor mínimo e máximo;
- b) ( ) qualquer grandeza;
- c) ( ) uma grandeza física que assuma apenas dois valores: existe ou não existe.

### Exercício 3

Um sensor é denominado transdutor quando:

- a) ( ) transmite sinais para o medidor;
- b) ( ) converte uma grandeza em outra;
- c) ( ) cobre todas as aplicações relativas ao indicar uma variação.

### Exercício 4

Um sistema em malha aberta é caracterizado pela ausência:

- a) ( ) do controlador do sistema;
- b) ( ) de uma grandeza variável a ser controlada;
- c) ( ) de um elemento sensor capaz de perceber mudanças na variável controlada para atualizar o controle do controlador do sistema.

### Exercício 5

Os sensores podem ser considerados dispositivos:

- a) ( ) extremamente simples e de pouca utilização;
- b) ( ) complexos, que por esta característica têm aplicação restrita;
- c) ( ) com aplicação diversificada e por isso em pleno desenvolvimento para novas tecnologias.