

Tecnologias de Base

SISTEMAS INTEGRADOS DE FABRICAÇÃO

PROF. GUILHERME FRÓES SILVA



ESCOLA
POLITÉCNICA

<https://guilhermepucrs.github.io/sistemasFab>

Índice

Introdução

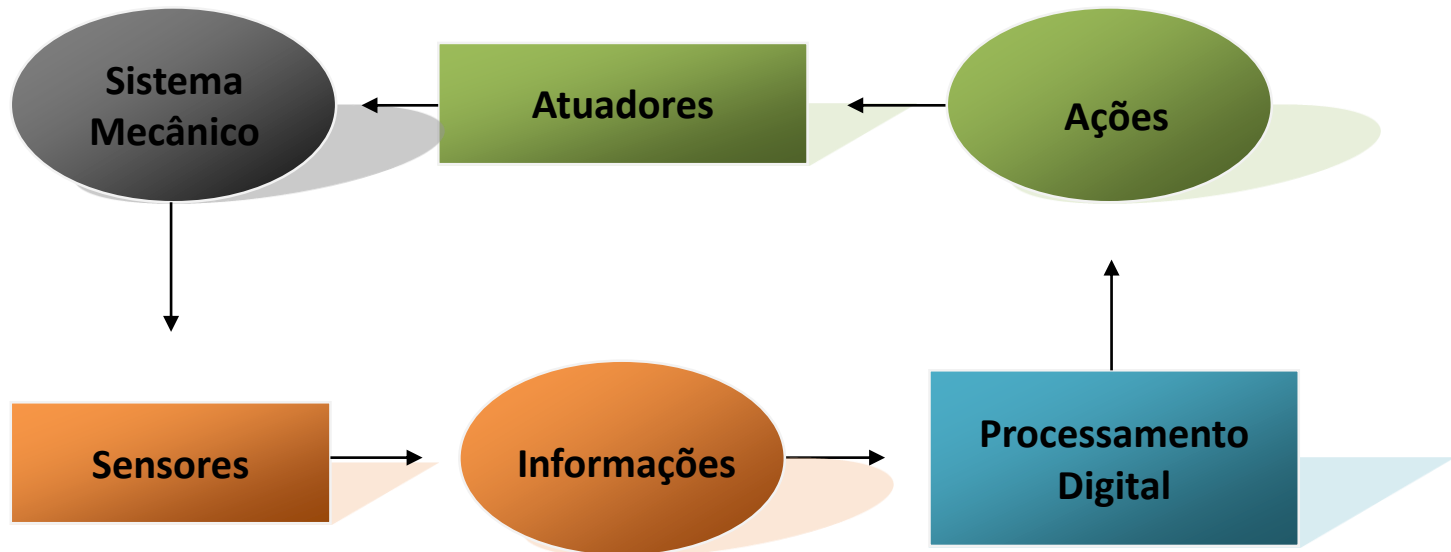
Sensores

Atuadores

Controladores

Introdução

Na maioria dos processos automatizados é necessária uma realimentação do processo para que o dispositivo de controle conheça a saída do sistema e assim tome as providências necessárias.

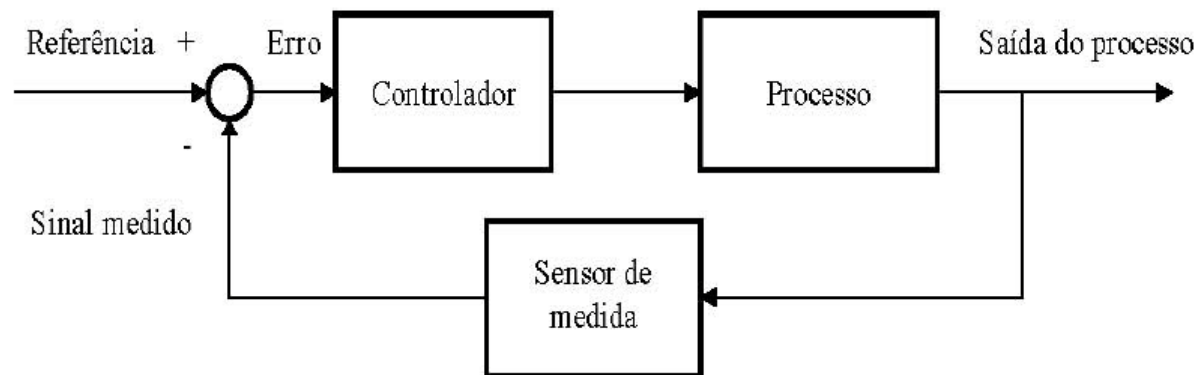


Introdução

Nos sistemas em malha fechada o sinal de saída possui um efeito direto na ação de controle.

Estes sistemas são chamados de sistemas de controle com realimentação (feedback).

Nestes sistemas o sinal de erro corresponde à diferença entre os valores de referência e de alimentação. Este sinal é introduzido no controlador de modo a reduzir o erro e a manter a saída do sistema num determinado valor.



Introdução

Os principais elementos que atuam na automação industrial são os sensores, atuadores e controladores.

- Verificam, agem e interferem no ambiente

Sensores permitem obter do mundo físico informações que são processadas digitalmente, resultando em ações de controle.

O sistema de controle (controlador) age sobre o sistema físico por meio de atuadores, o que acarreta o conceito de sistema realimentado (feedback).

Introdução

Em função da grande diversidade de processos envolvendo diversas grandezas físicas que podem ser monitoradas e controladas foram desenvolvidos diversos instrumentos de medição.

Áreas:

- Médica
- Manufatura
- Transportes

A grande diversidade de sensores vem sendo aperfeiçoada ao longo do tempo. Principalmente com o desenvolvimento da microeletrônica partir dos anos 70.

Sensores

Sensores

Definição *Termo empregado para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente.*

Sensíveis a grandezas

- Luminosas
- Térmicas
- Cinéticas

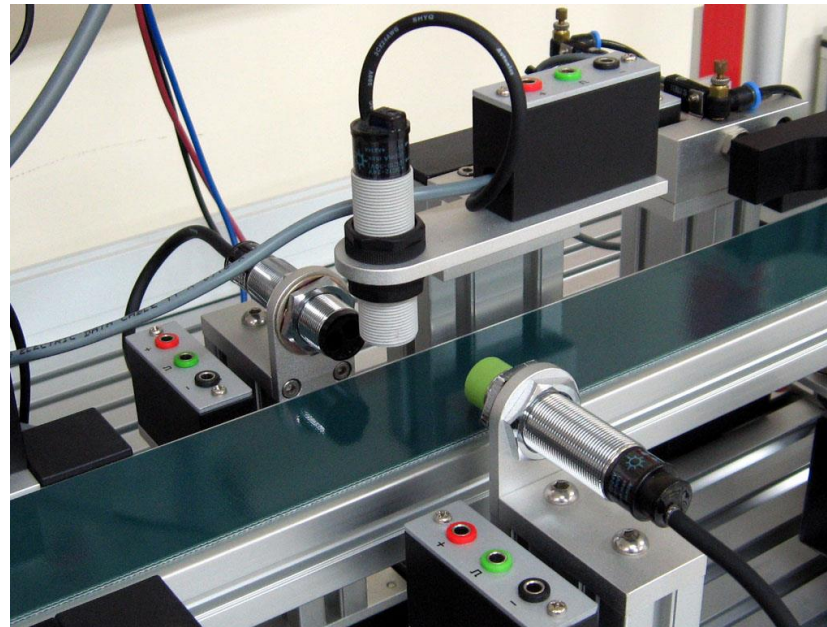
Ou medem grandezas de forma indireta

- Temperatura
- Pressão
- Velocidade
- Corrente
- Aceleração

Automação

Automação industrial

- Identificação de peças
- Medição altura/velocidade
- Verificação de posição



Automação

Automação bancária e de escritório

- Leitura de códigos de barras
- Tarja magnética
- Identificação de impressão digital



Automação

Automação veicular

- Sensores de composição de gases do escapamento
- Sensores de temperatura
- Sensores de velocidade

Automação

Automação residencial

- Sistemas de alarme
- Sensores de controle de temperatura ambiente
- Sensores de controle de luminosidade
- Sensores de detecção de vazamento de gás
- Sensores de presença



Sensores de proximidade

Os sensores de proximidade são largamente utilizados em processos automatizados para detectar a presença ou ausência de um objeto.

Os mais empregados na automação de máquinas e equipamentos industriais são

- Chaves mecânicas de fim de curso
- Sensores Capacitivos
- Sensores Indutivos
- Sensores ópticos
- Sensores magnéticos
- Sensores ultrassônicos

Chaves de fim de curso

Chaves de fim de curso

- São aplicadas para detectar o fim do movimento de um dispositivo
- Trata-se de uma chave eletromecânica convencional que opera somente em on/off
- Pode ser do tipo NA e NF



Ópticos

É formado por um emissor e um receptor de luz. O emissor pode ser um LED e o receptor é um elemento fotossensível (fotodiodo, fototransistor ou resistores variáveis à luz – LDR).

Os sensores ópticos são capazes de detectar diferentes tipos de objetos, com exceção daqueles transparentes ou escuros (não ocorre reflexão).

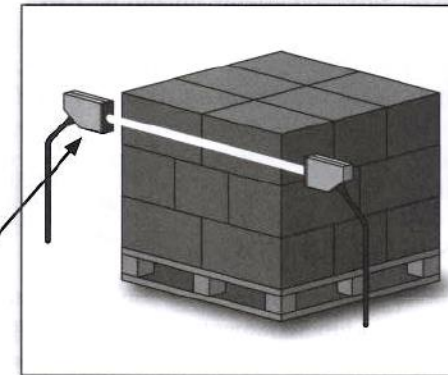
Ópticos

O sensor pode operar de 3 formas diferentes:

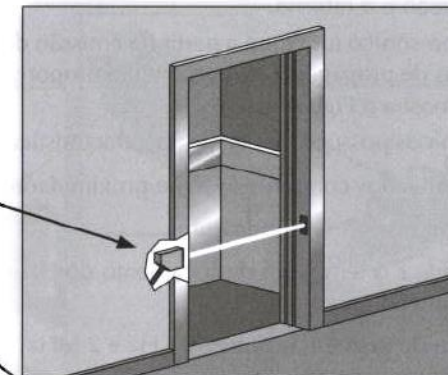
- Por reflexão: a luz é refletida no objeto e o sensor é acionado
- Por barreira: o objeto bloqueia a passagem da luz, e a saída do sensor é comutada
- Por modo emissor receptor: o emissor e o receptor estão montados separadamente, quando o raio de luz é interrompido por qualquer objeto, o sinal de saída do sensor é comutado

Ópticos

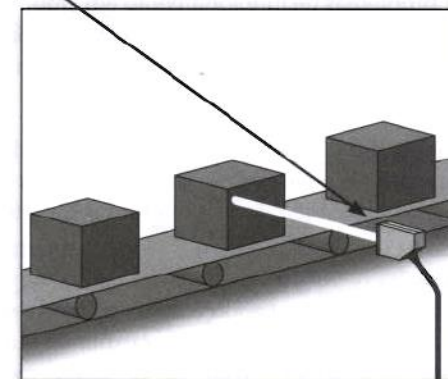
Formas de operação de um sensor óptico.



Longo alcance (20 m)
Necessidade de alinhamento



Retro-refletivo (1-3 m)
Acessível e baixo custo

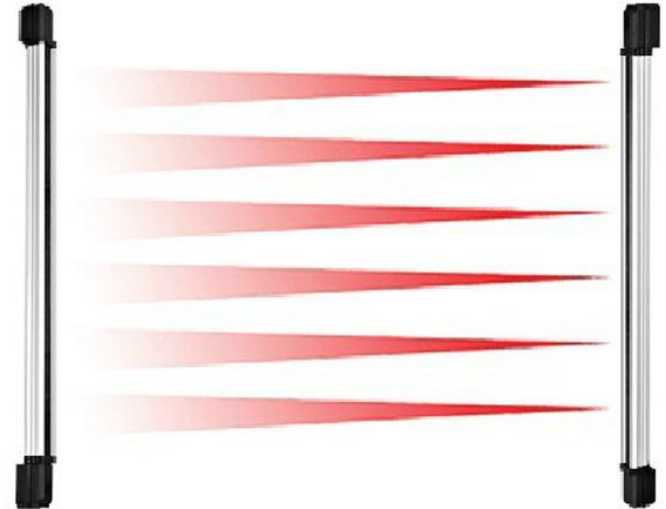


Difuso-refletivo (12-300 mm)
Baixo custo e simples utilização

Ópticos (características)

- Não requerem contato mecânico para sensoramento
- Não possuem partes móveis
- Apresentam pequenas dimensões e chaveamento seguro
- São insensíveis a vibrações e choques
- Oferecem muitas possibilidades de configurações
- Requerem sempre alinhamento
- Normalmente exigem limpeza e isolamento do pó e da umidade
- Podem ser blindados em ambientes com muita luz

LPSECURITY



Ópticos

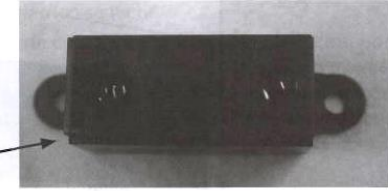
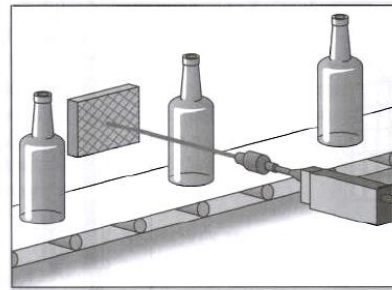
Aplicações industriais dos sensores ópticos:

- Contagem e o controle da altura de empilhamento de caixas
- Controle de nível de fluidos
- Sistemas de segurança de células de produção automatizadas
- Sistemas automatizados de seleção de peças
- Sistema de detecção de obstrução e parada
- Identificação do sentido de movimento de uma peça
- Medida de rotação e o fim de curso de um motor

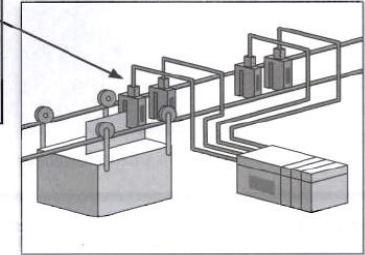
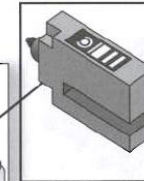
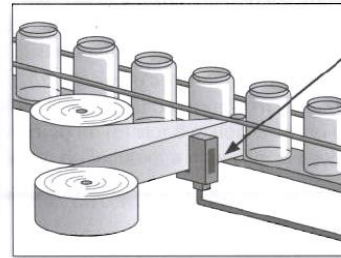
Ópticos



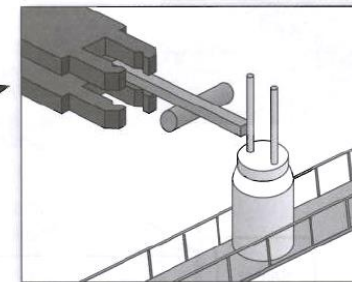
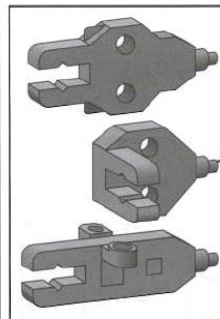
Aplicações



a) Sensores ópticos com disco de reflexão



b) Sensores de proximidade ópticos (fenda de abertura)



c) Sensores de proximidade ópticos (emissor-receptor)

Ultrassônicos

Princípio de funcionamento de um sonar utilizado em navios.

- Um sinal sonoro é emitido em determinada direção e ao encontrar um objeto, estas ondas retornam ao sensor e é medida o tempo entre a emissão e recepção do sinal.
- A frequência utilizada é alta, inaudível ao ser humano.
- O tempo de propagação é diretamente proporcional a distancia do obstáculo.



Ultrassônicos (características)

São geralmente utilizados como sensores de proximidade.

Utilizam pulsos sonoros no sensoramento.

Medem a amplitude e o tempo do deslocamento do pulso sonoro de um obstáculo até o receptor em determinado meio.

Trabalham em faixas de frequência entre 40 kHz e 2 MHz.

Podem apresentar problemas de funcionamento em ambientes que contenham alto índice de ruído, porém podem ser empregados em ambientes com umidade e pó.

Ultrassônicos

Aplicações industriais:

- São capazes de detectar qualquer tipo de material, com exceção dos que absorvem som
- Detecção de peças fora de dimensões
- Verificação de nível (reservatório por exemplo)
- Medição de uma peça



Sensores indutivos

São dispositivos de proximidade sem contato que utilizam um campo de frequência de rádio com um oscilador e uma bobina.

Os sensores indutivos usam a alteração do campo eletromagnético em uma região para detectar a presença de um objeto metálico.

São aplicáveis para pequenos alcances e apresentam alta robustez e precisão.

Sensores indutivos

Aplicações dos sensores indutivos:

- Sensor de final de curso de cilindro pneumático para identificar se o cilindro atingiu a posição desejada
- Detecção de pallets em uma esteira
- Detecção de funções abertura/fechamento



Detecção de presença de
latas e tampas



Detecção de pinos em rodas para
velocidade, direção e controle.



Sensores capacitivos

São sensores capazes de detectar a aproximação de objetos sem a necessidade de contato físico, tal qual os sensores indutivos, porém com princípio de funcionamento baseado na variação da capacitância.

São amplamente utilizados para detecção de materiais que apresentam condutividade dielétrica, podendo estar em estado sólido, líquido ou em pó e materiais orgânicos como madeira, papel e derivados de plásticos.

Sensores capacitivos

Indicados para detecção sem contato e livre de desgaste de objetos metálicos (condutivos elétricos) e objetos não-metálicos (não condutivos).

- Desta forma, estes sensores são utilizados para monitorar a presença de corpos não-magnéticos podendo ser utilizados em aplicações industriais como a verificação da presença de peças, detecção do nível de fluido de um reservatório e contagem de peças.



















Detecção de leite em caixa



Controle de nível

Indutivos x Capacitivos

Fatores	Sensor Capacitivo	Sensor indutivo
Resolução		
Variedade de materiais		
Deteção de objetos pequenos		
Facilidade de montagem		
Alcance		
Largura de banda		
Custo		
Ambientes sujos ou com poeira		

Legenda:  Ótimo  Aplicável  Inadequado

<https://www.citisystems.com.br/sensor-capacitivo/>

Sensor de deslocamento linear (LVDT)

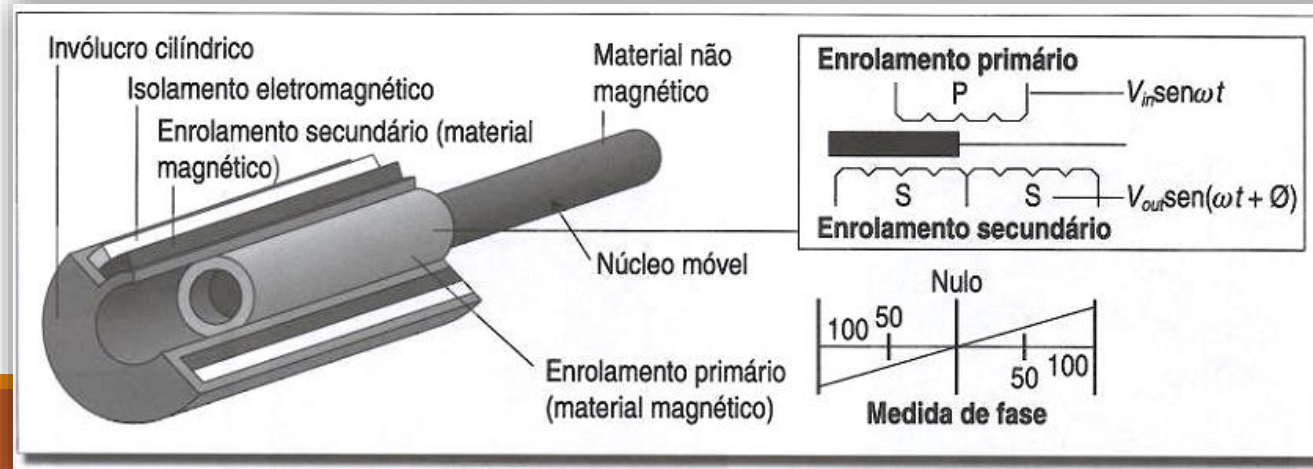
Outro sensor de proximidade magnético é chamado de LVDT.

- Transformador linear diferencial variável

É um sensor para medida de deslocamento linear.

- Produz uma saída elétrica proporcional ao deslocamento linear de um núcleo.

Este sensor consiste basicamente em um núcleo magnético que se move no interior de um cilindro.



Sensor de deslocamento linear (LVDT)

Os LVDT's além de serem sensores de deslocamento, podem converter o deslocamento em outras grandezas físicas por meio de relações matemáticas:

- Deslocamento: extensômetros, transdutores de temperatura (dilatação), controle de válvulas, sensoramento de abertura de válvulas.
- Deflexão de vigas, fios ou anéis: células de carga, transdutores de força ou de pressão;
- Variação de espessura em peças: medidas de espessura e perfil, classificação de produtos por tamanho
- Nível de fluido: medida de nível e fluxo de fluido, sensoramento de posição em cilindros hidráulicos.
- Velocidade e aceleração: controle de suspensão automotiva.

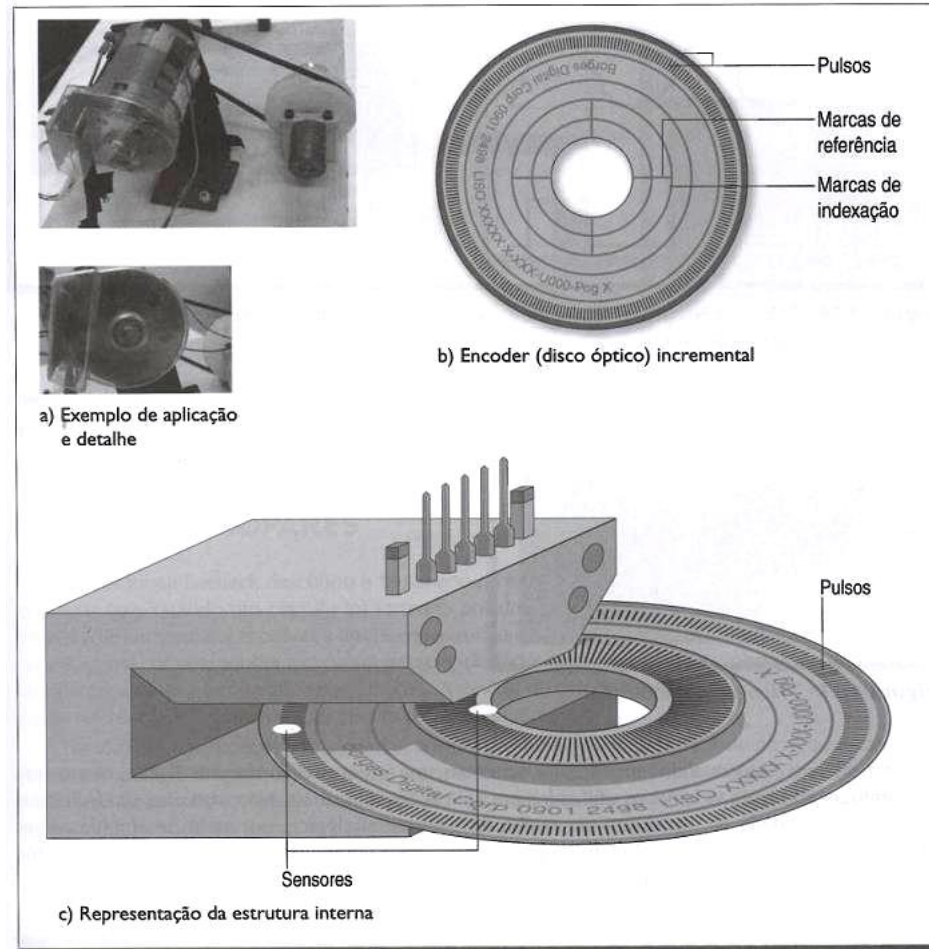
Encoders ópticos

São sensores digitais comumente utilizados para fornecer a realimentação de posição em atuadores.

São compostos por discos de vidro ou plástico que giram entre uma fonte de luz (LED) e um par de fotodetectores.

A rotação desse disco produz um sinal pulsado que pode ser interpretado.

Encoders ópticos



Encoders ópticos

Os encoders podem ser classificados em incrementais e absolutos.

- A diferença básica entre eles é que o encoder absoluto não necessita de reinicialização do sistema para identificar a posição correta, além de serem mais caros.

Os encoders podem ser encontrados sob a forma de sensores de rotação ou de réguas lineares.

Sensores para medida de força e pressão

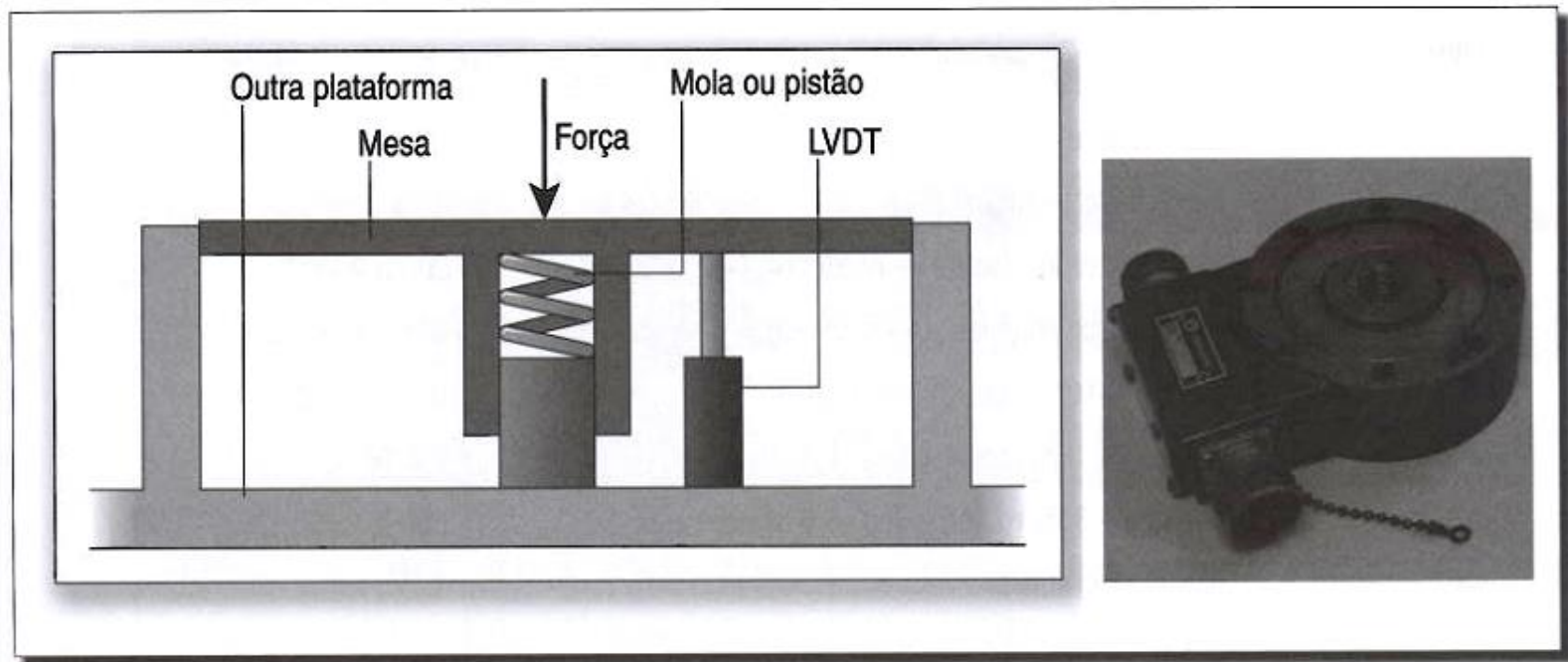
Geralmente este tipo de medição é realizada de modo indireto a partir do desenvolvimento de um mecanismo de medida da deflexão de uma superfície.

Pode-se citar:

- Arranjo físico para a utilização de LVDT
- Utilização de ponte de extensômetros em superfície metálica que tenha sua resistência alterada quando deformada
- Utilização de materiais piezoelétricos que gerem variação de corrente quando deformados

Sensores para medida de força e pressão

Princípio de funcionamento de células para a medição de força e pressão



Pontes extensiométricas (strain gauges)

É um transdutor de força que converte a força aplicada de tensão ou torção em valores de resistência elétrica dados em ohm (Ω).

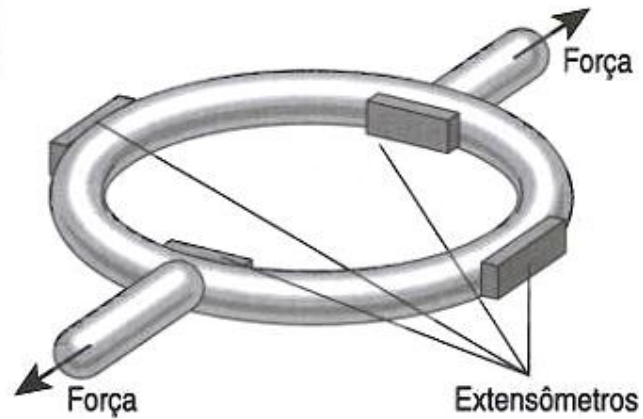
O princípio de funcionamento está na variação de resistência elétrica causada pela variação de seu comprimento, que provoca o aumento ou a redução de sua área.

- Isso afeta a estrutura metálica do componente e faz com que haja uma variação proporcional em sua resistência elétrica.

Pontes extensiométricas (strain gauges)

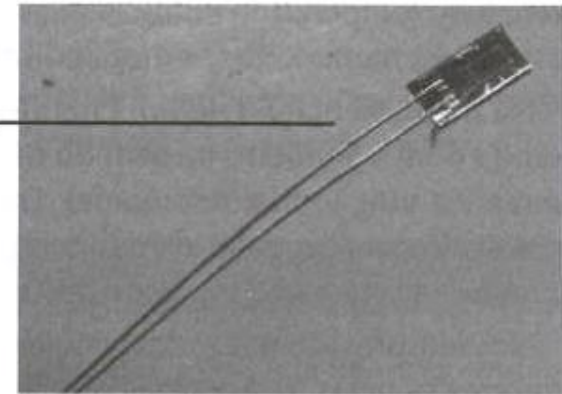
Em geral, ele serve para medir microdeformações em materiais sólidos em geral como plásticos, metais, vidros cerâmicas e concretos.

Em aplicações industriais, o *strain gauge* é utilizado na construção de sensores capazes de medir indiretamente grandezas como força, torque vibração, pressão.

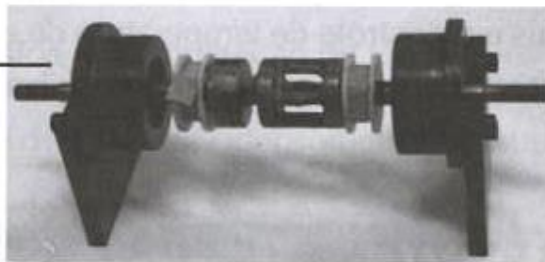


a) Princípio de funcionamento

Extensômetro



Torquímetro
rotativo



b) Torquímetro rotativo



Termopares

Os termopares são dispositivos elétricos com larga aplicação para medição de temperatura.

São baratos, podem medir uma vasta gama de temperaturas e podem ser substituídos sem introduzir erros relevantes.

A sua maior limitação é a exatidão, uma vez que erros inferiores a 1 °C são difíceis de obter.

Principais tipos de termopares

Nomes de termopares normalizados (tipos de termopares)

nome	Constituição	Gama de Temperatura
B	Platina / 30% Ródio-Platina	0–1800 °C
C	Tung-5% Rénio/Tung-26% Rénio	0–2320 °C
E	Cromel / Constantan	-270–1000 °C
G	Tungsténio/ Tung-26% Rénio	0–2300 °C
J	Ferro / Constantan	-210–750 °C
K	Cromel / Alumel	-270–1370 °C
N	Nicrosil /Nisil	-270–1300 °C
R	Platina / 13%Ródio-Platina	-50–1750 °C
S	Platina / 10%Ródio-Platina	-50–1750 °C
T	Cobre / Constantan	-270–400 °C

Constantan = Cobre-Níquel
Alumel = Níquel-Alumínio

Cromel = Níquel-Crómio
Nicrosil = Ni-Cr-Si

Termoresistências

As termoresistências, bulbos de resistência ou RTD (*Resistance Temperature Detectors*) são sensores de temperatura cujo princípio de funcionamento baseia-se na variação da resistência elétrica do elemento condutor em função da temperatura.

Seu elemento sensor consiste em uma resistência em forma de fio de platina (Pt) de alta pureza, níquel (Ni) ou cobre (Cu), encapsulada num bulbo de cerâmica ou de vidro.

Termoresistências

Elas são sensores de temperatura muito utilizados na indústria por suas condições:

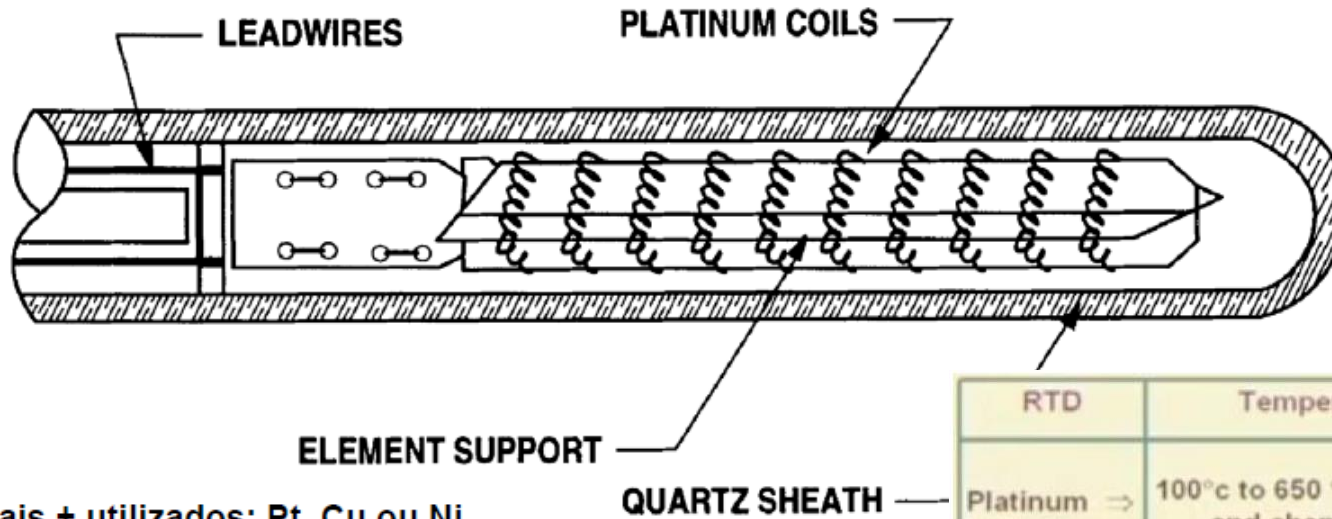
- Alta estabilidade mecânica e térmica
- Resistência à contaminação
- Baixo índice de desvio pelo envelhecimento e tempo de uso
- Possuir uma larga faixa de trabalho
- Permitir ligações a longa distância

As termorresistências mais utilizadas são Pt-100, Pt-1000, Ni-100 e Ni-1000.

- A que melhor representa a grande maioria das aplicações na indústria é, sem dúvida, a de platina (Pt-100).

Termoresistências

Coil elements



Materiais + utilizados: Pt, Cu ou Ni

- * Alta resistividade, melhor sensibilidade,
- * Alto coeficiente de variação ($R \cdot T$),
- * Ter rigidez e dutibilidade: fios finos.

Ni/Cu: isolamento: esmalte, seda, algodão ou fibra de vidro ($T < 300^{\circ}\text{C}$)

RTD	Temperature Range
Platinum \Rightarrow	100°C to 650 °C \Rightarrow good linearity and chemical inertness.
Nickel \Rightarrow	- 180°C to 430°C } Nickel and copper are susceptible to corrosion and oxidation.
Copper \Rightarrow	
Tungsten \Rightarrow	- 270°C to 1100°C

Atuadores

Atuadores

Definição *É um dispositivo de hardware que converte um sinal de comando do controlador em uma mudança de um parâmetro físico.*

Os dispositivos mecânicos que aplicam ou fazem atuar energia mecânica sobre uma máquina, para realizar determinado trabalho, são chamados de atuadores (Distefano, 1972).

Atuadores utilizados em sistemas automatizados

Motores

Cilindros Pneumáticos

Cilindros Hidráulicos

Atuadores Piezoelétricos

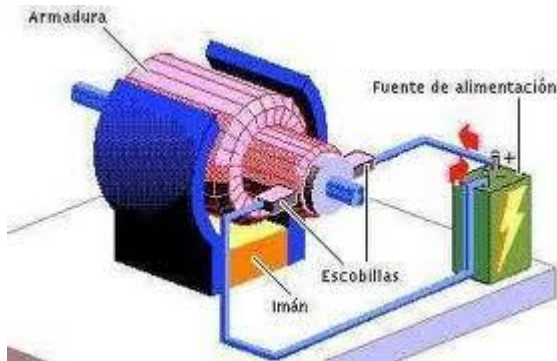
Utilização de atuadores

Os atuadores podem ser utilizados na forma de motores, eletroímãs, freios magnéticos, válvulas solenóides para acionamentos de cilindros hidráulicos e pneumáticos, resistências elétricas, compressores em sistemas de refrigeração, etc.

Motor:

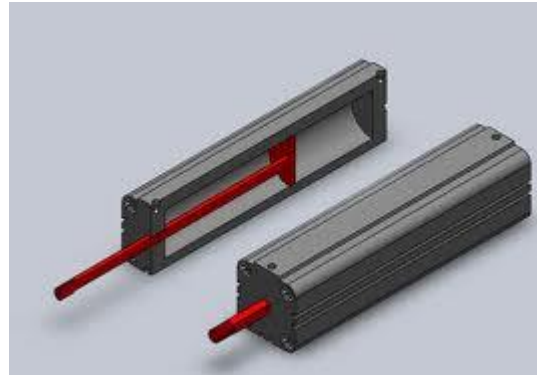
- Nos sistemas de controle de posição e velocidade, nos robôs e máquinas industriais, impressoras, plotters, CD players e HD's utilizam-se como atuadores motores elétricos, associados à transmissões por engrenagens ou correias.

Motores elétricos



Pneumáticos e hidráulicos

Energizados por um fluxo pressurizado de ar comprimido ou óleo.



Controlador lógico programável

O controlador lógico programável (CLP) é um dispositivo físico, eletrônico, que possui uma memória interna programável capaz de armazenar sequência de instruções lógicas binárias, além de outros comandos.

- Há várias décadas o Controlador Lógico Programável (CLP) é um dos equipamentos mais utilizados para controlar e automatizar equipamentos e processos.

Os CLP's são também conhecidos por:

- PLC (programmable logic controller)
- CP (controlador programável)

Controlador lógico programável

Os CLPs usam instruções armazenadas em uma memória programável para:

- Implementar lógicas
- Sequenciamento
- Temporização
- Contagem
- Funções aritméticas

Controlador lógico programável

Exemplos de aplicações nas indústrias de processos:

- Processamento químico
- Operações em fábricas de papel e produção alimentícia

Indústrias de manufatura discreta (na qual são mais associados):

- Controle de máquinas individuais
- Células de máquinas
- Linhas de transferência
- Equipamentos para manuseio de materiais
- Sistemas automatizados de armazenamento

Vantagens do uso de CLPs

Existem algumas vantagens no uso de CLPs em detrimento dos relés, temporizadores e outros componentes convencionais:

- Ocupam menor espaço físico
- Menor consumo de energia elétrica
- Programáveis e reprogramáveis
- Maior confiabilidade e flexibilidade
- Maior rapidez na elaboração de projetos
- Interfaces de comunicação com outros CLP's e computadores

Componentes de um CLP

1 – Processador

2 – Unidades de memória

3 – Fonte de energia

4 – Módulo de Entrada e Saída

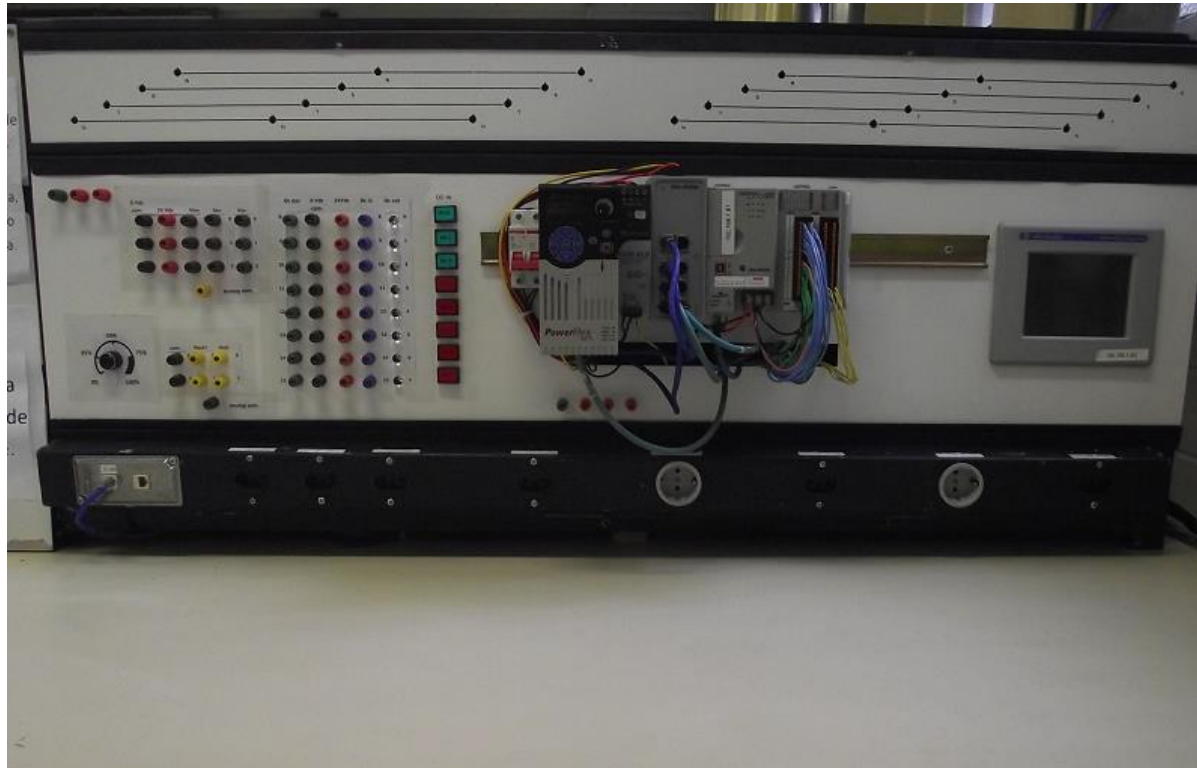
5 – Dispositivo para programação

Todos estes elementos ficam abrigados em um espaço apropriado projetado para suportar o ambiente industrial.

Controlador lógico programável



CLPs do LASPI



CLPs do LASPI



Ciclo de operação do CLP

O princípio de funcionamento fundamental do CLP é a execução, dentro da CPU, de um programa desenvolvido pelo fabricante (firmware)

- Este sistema realiza sistematicamente ações de leituras da variáveis de entrada pelos módulos de entrada do CLP.
- Juntamente ele executa um programa armazenado desenvolvido pelo usuário com a lógica adequada.
- Faz ou não intervenções nas variáveis de saída pelo módulo de saída do CLP.

Ciclo de operação do CLP

A leitura dos sinais de entrada são aplicadas às entradas do CLP a cada ciclo de varredura, todos esses sinais são transferidos para a unidade de memória interna denominada memória imagem das entradas.

Estes sinais de entradas e os sinais internos do CLP são processados pelo programa do usuário.

Ao término do processamento, os resultados são transferidos à memória imagem das saídas e então aplicados aos terminais de saída do CLP.

O ciclo de varredura é reiniciado.



Exemplos de tipos de sinais de entrada

Exemplos de Entradas:

- Sensores de Temperatura
- Sensores de Umidade
- Sensores de Pressão
- Sensores de Nível

Sinais Analógicos

- Indicam o valor de uma variável por um sinal de tensão:
 - 0V a +10V
 - -10V a +10V
- Indicam o valor de uma variável por um sinal de corrente:
 - 0 a 20mA
 - 4 a 20mA

Exemplos de tipos de sinais de saída

Painéis de alarme, Indicadores ou Anunciadores (mostradores ou displays)

Solenóides

Motores Elétricos ou contadores para motores

Transdutores

Lâmpadas

Eletroválvulas

Sirenes

Capacidades adicionais do CLP

É possível que as funções de controle lógico e de sequenciamento representem as principais operações de controle realizadas por um CLP.

- Funções pelas quais os CLPs foram originalmente criados.

Porém com a evolução destes dispositivos outras possibilidades foram também desenvolvidas e estão disponíveis em CLPs comerciais.

Capacidades adicionais do CLP

Controle analógico: Controle do tipo proporcional-integral-derivativo (PID) está disponível em alguns CLPs.

- Estes algoritmos foram matematicamente desenvolvidos para controle analógico.

Funções aritméticas: comandos de adição, subtração, multiplicação e divisão permitem que sejam desenvolvidos algoritmos de controle mais complexos.

Capacidades adicionais do CLP

Funções de Matriz: alguns CLPs possuem capacidade de executar funções de matriz sobre valores armazenados na memória e assim comparar conjuntos de valores de entradas atuais com dados de memória para determinar se erros ocorreram.

Processamento e relatório de dados: Essas funções estão tipicamente associadas a *aplicações de negócios* de PCs.

- Os fabricantes de CLPs julgaram necessário incluir essas características em seus controladores à medida que desaparecia a diferença entre PCs e CLPs.

Programando o CLP

A programação é o meio pelo qual o usuário informa as instruções de controle do CLP, a partir do dispositivo de programação.

As instruções de controle mais básicas são as de comutação, lógica, sequenciamento, contagem e temporização.

Quase todos os métodos de programação de CLPs oferecem conjuntos de instruções que incluem essas funções.

Programando o CLP

Muitas aplicações de controle demandam instruções adicionais para a realização do controle analógico de processos contínuos, lógica de controle complexa, processamento e relatório de dados, além de outras funções avançadas.

Graças às diferenças nos requisitos, diversas linguagens de programação para CLPs foram desenvolvidas.

Programando o CLP

Atualmente são utilizadas até cinco linguagens de programação padronizadas e amplamente conhecidas.

Utilização de matemática de ponto flutuante torna possível o desenvolvimento de cálculos complexos.



Linguagem de Programação

As linguagens mais utilizadas na programação para CLP's podem ser apresentadas sob três formas:

- Diagramas de contato (ladder): que são similares aos esquemas elétricos de relés
- Diagramas de blocos funcionais: representados normalmente por sequential function charts (sfc), também designados como Grafcet
- Lista de instruções: programação diretamente baseada nas funções lógicas binárias similares aos esquemas elétricos de circuitos digitais (AND, OR, NOR...)

Próxima Aula

CNC, MANIPULADORES ROBÓTICOS E
TRANSMISSÃO DE DADOS

Obrigado 😊

ATÉ A PRÓXIMA AULA