



Automação Industrial Instrumentação e Medição

Prof. Louelson Costa

Departamento de Engenharia de Computação e Automação

Centro de Tecnologia

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Sumário

- Classificação de Instrumentos;
- Terminologia;
- Sensores;
- Atuadores.

Classificação de instrumentos

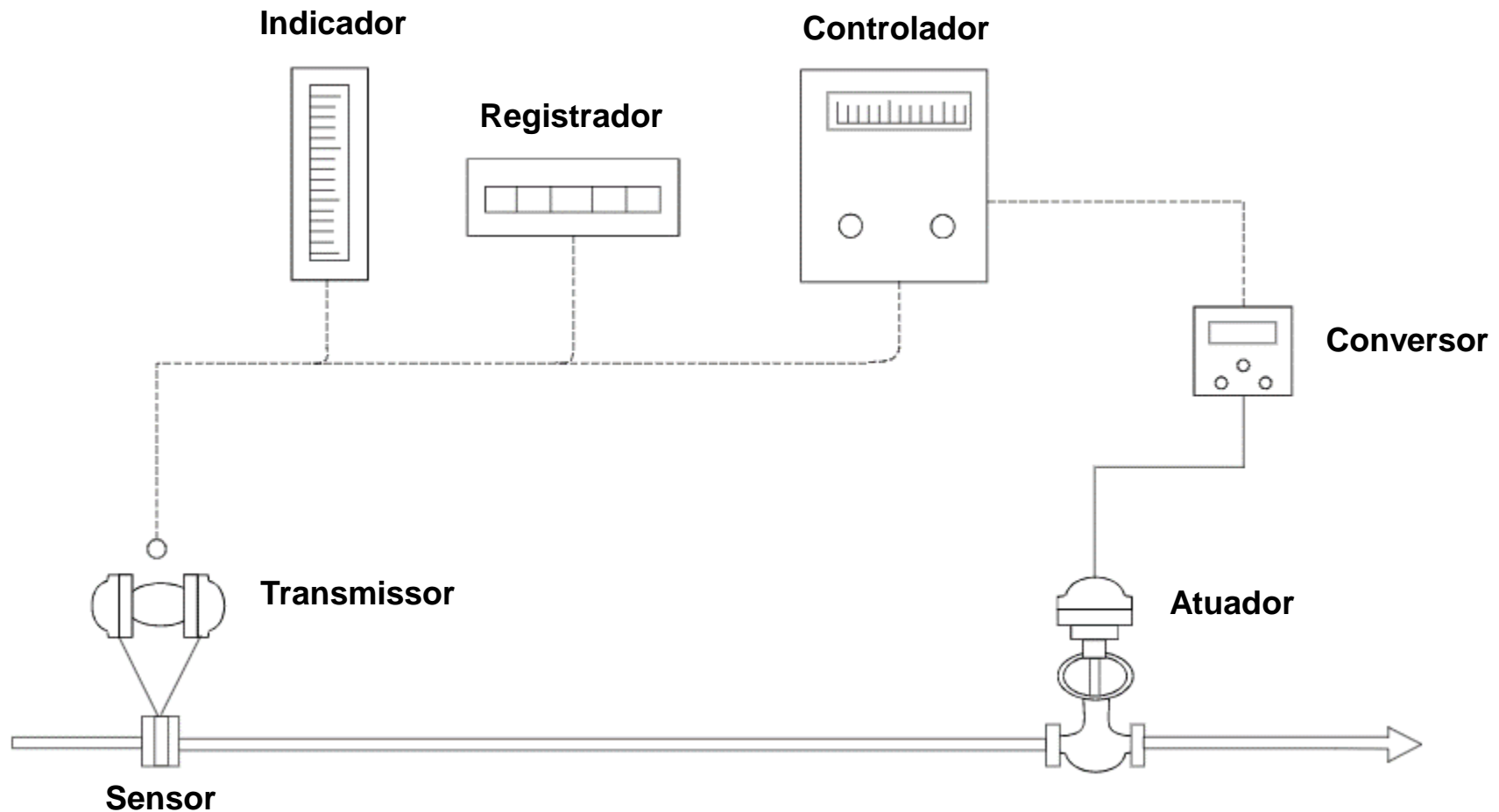
- Instrumentação Industrial:
 - “Chão de fábrica”,
 - “A medição é a base do processo experimental”,
 - Ciência que estuda as técnicas e mecanismos de medição de atuação;
- Automação Industrial:
 - Estratégias de controle,
 - Estratégias de comunicação,
 - SCADA.

Classificação de instrumentos

- Instrumentação Industrial:
 - Ciência que aplica e desenvolve técnicas para adequação de instrumentos de medição, transmissão, indicação, registro e controle de variáveis físicas em equipamentos nos processos industriais;
- Classificação dos instrumentos:
 - Função,
 - Tipo do sinal:
 - **Pneumático:** 3 a 15 PSI (20 a 100 kPa); 6 a 30 PSI; 0,2 a 1,0 kgf/cm²,
 - **Analógico:** 0 a 5V; 1 a 5V; 0 a 10V; 0 a 12V; 0 a 20mA; 4 a 20mA; 10 a 50mA,
 - **Digital.**

Classificação de instrumentos

- Funções dos instrumentos nos processos:



Classificação de instrumentos

- Instrumentos cegos:
 - Instrumentos que não têm indicação visível do valor da variável medida,
 - Exemplos: Pressostatos, termostatos, transmissores de variável de pressão.



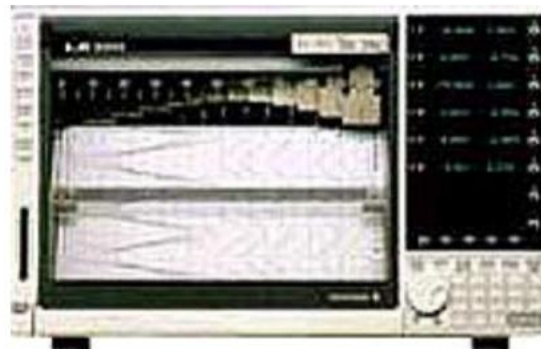
Classificação de instrumentos

- Instrumentos indicadores:
 - Instrumentos que dispõem de indicador e escala graduada, na qual se pode ler o valor da variável medida/controlada.



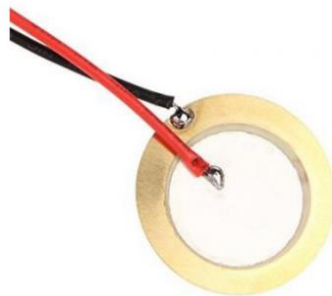
Classificação de instrumentos

- Instrumentos registradores:
 - Instrumentos que registram a variável medida/controlada com um traço contínuo ou através de pontos.



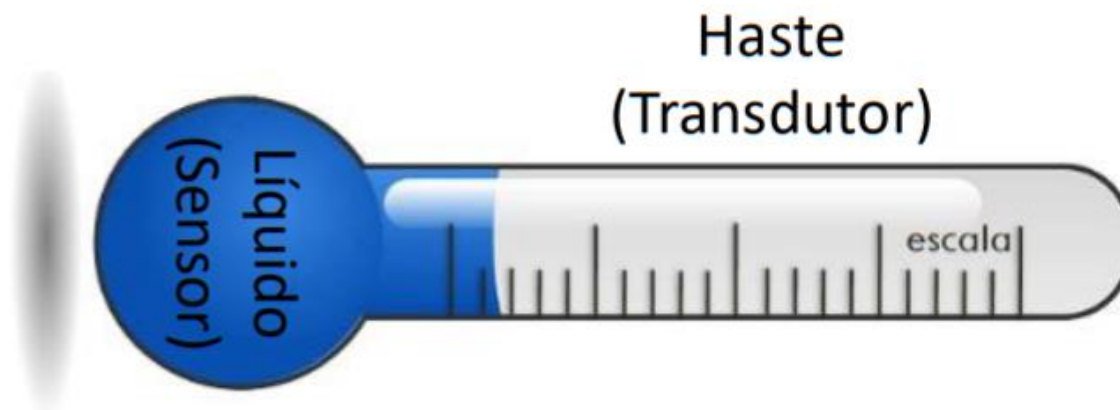
Classificação de instrumentos

- Elementos primários:
 - Elementos que estão em contato direto com a variável medida/controlada e fornecem aos sistema de medição uma resposta em função da variação da variável,
 - Sensores ou transdutores?



Classificação de instrumentos

- Sensores vs. Transdutores:
 - O sensor detecta uma variável física e o transdutor converte esta informação (sentida pelo sensor) em um sinal mensurável (normalizado). O transdutor é o dispositivo completo, englobando o sensor e o circuito condicionador (amplificador, filtro, linearizador, etc.).



Classificação de instrumentos

- Transmissores:
 - Instrumentos que detectam as variações na variável medida/controlada através do respectivo elemento primário e transmitem-na a distância.



Classificação de instrumentos

- Conversores:
 - Instrumentos que recebem um sinal padrão e convertem em outro sinal também padrão;
- Controladores:
 - Instrumentos que comparam o valor da variável medida/controlada com o valor desejado (*set point*) e exercem uma ação de correção na variável manipulada.



Classificação de instrumentos

- Elemento final de controle:
 - Recebem o sinal de correção do controlador e modificam/atuam sobre a variável manipulada.



Terminologia

- Definição:
 - Termos que definem as características próprias de medida e controle dos diversos instrumentos;
- Faixa de medida (Range):
 - Conjunto de valores da variável medida/controlada que estão compreendidos dentro dos limites superior e inferior da capacidade de medição,
 - Exemplo: Sensor de pressão LD301, range 50 Pa ~ 40 MPa.

Terminologia

- Alcance (Span):
 - Diferença algébrica entre os valores superior e inferior da faixa de medida (range) do instrumento;



- Erro:
 - No caso de controladores, é a diferença entre o valor do ponto de ajuste (referência, set point) e o valor medido da variável controlada.

Terminologia

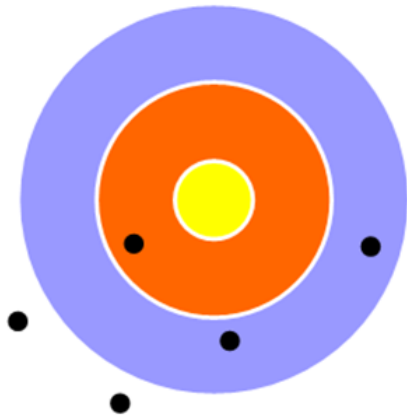
- Precisão (ou Repetibilidade):
 - Parâmetro de tolerância de medição do instrumento,
 - Capacidade do instrumento fornecer medidas idênticas ou muito próximas em diversos ensaios realizados sob as mesmas condições;
- Exatidão:
 - Capacidade do instrumento fornecer medidas idênticas ao valor padrão ou valor verdadeiro em diversos ensaios realizados sob as mesmas condições.

Terminologia

- Precisão vs. Exatidão:

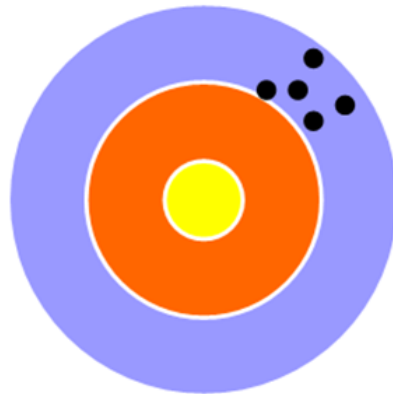
- Repetibilidade: diferença entre as próprias medições,
- Exatidão: diferença entre as medições e o valor real.

a



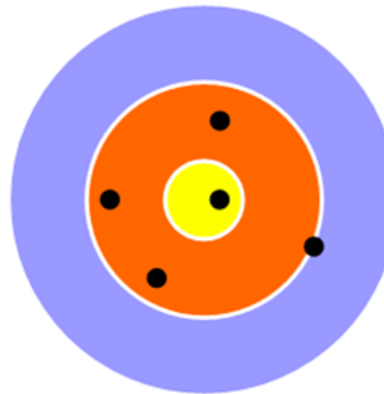
PRECISÃO: NÃO
EXATIDÃO: NÃO

b



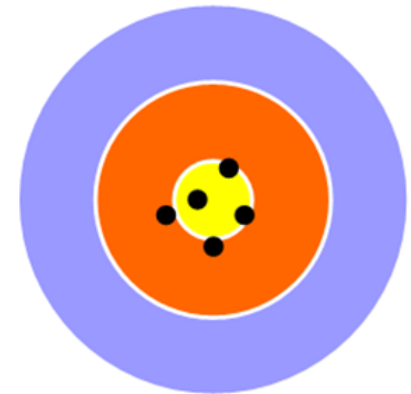
PRECISÃO: SIM
EXATIDÃO: NÃO

c



PRECISÃO: NÃO
EXATIDÃO: SIM

d



PRECISÃO: SIM
EXATIDÃO: SIM

Terminologia

- Sensibilidade:

- Medida da alteração na saída do sensor em decorrência de uma mudança na sua entrada,
- Também conhecido como ganho,
- Um sensor tem alta sensibilidade se, para uma pequena variação da variável medida, ele gera uma variação considerável na saída;

$$S = \frac{\Delta Out}{\Delta In}$$

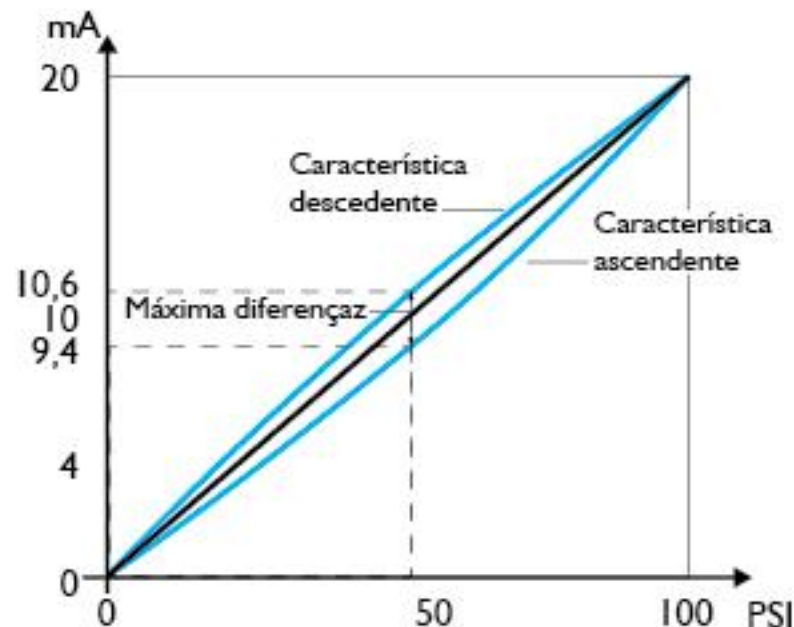
- Resolução:

- Menor incremento no sinal de entrada que pode ser detectado pelo instrumento,
- Exemplo: Resolução de um conversor AD.

Terminologia

- Histerese:

- Propriedade que evidencia a dependência do valor de saída na história de excursões anteriores,
- Quantificada pela máxima diferença entre leituras para um mesmo mensurando, quando este é aplicado a partir de um incremento ou decremento do estímulo.

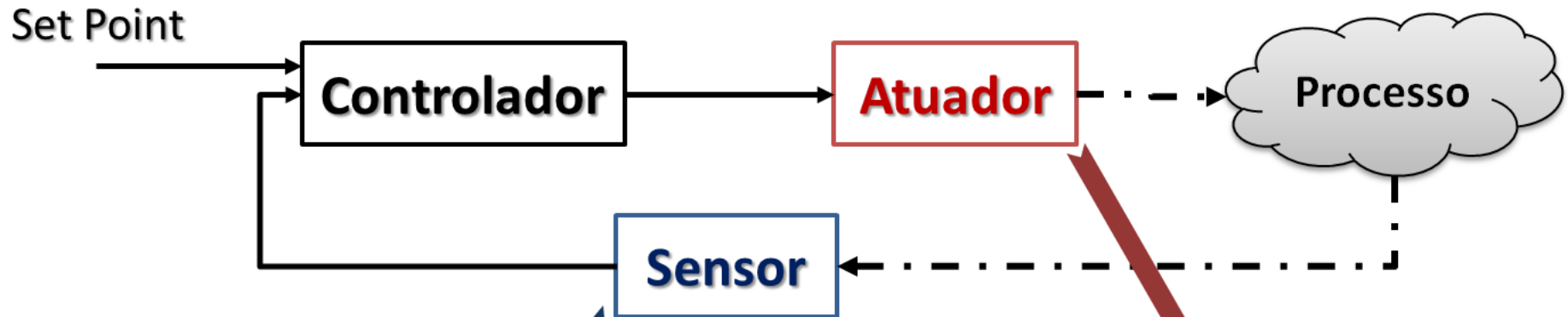


Terminologia

- Zona morta:
 - Intervalo máximo no qual um estímulo pode variar em ambos os sentidos sem produzir variação na resposta de um instrumento de medição,
 - Exemplo: Seja um instrumento com range entre 50 e 250 PSI possui uma zona morta de $\pm 0,1\%$ do alcance. Logo, a zona morta desse instrumento é de 0,2 PSI. Ou seja, o instrumento só apresentará resposta para variações na medição acima de 0,2 PSI.

Sensores

- Sistema em malha fechada:



Principais variáveis:

- Posição
- Proximidade
- Pressão
- Vazão
- Nível
- Temperatura

Principais elementos de atuação:

- Motores elétricos
- Válvulas de controle

Sensores

- Sensores são dispositivos amplamente utilizados na automação industrial que **transformam variáveis físicas**, como posição, velocidade, temperatura, nível, etc., **em variáveis convenientes (unidades de engenharia)**:
 - Sensores Discretos,
 - Sensores Analógicos, de Medição ou Transdutores.

Sensores

- Sensores Discretos:

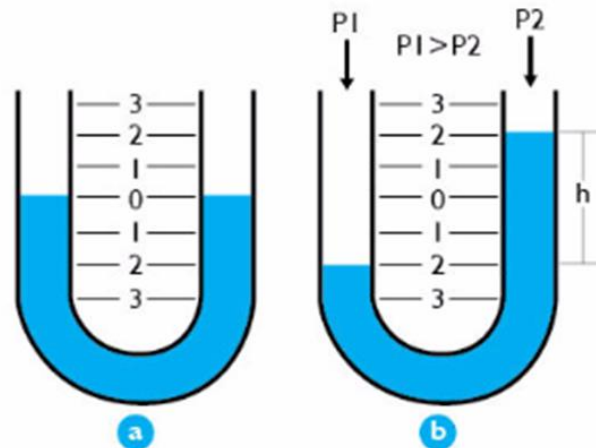
- Seu sinal elétrico de saída são do tipo 0-1, “on”-“off”, isto é, binárias. São utilizados para detecção de eventos, por exemplo, chegada de um objeto a uma posição, um nível de um fluido a um valor etc.:

- Contatos mecânicos,
- Proximidade.



Sensores

- Sensores Analógicos, de Medição ou Transdutores:
 - Seu sinal elétrico de saída reproduz a amplitude do seu sinal de entrada. Seu sinal de saída pode ser analógico ou digital. Utilizados em controle dinâmico de processos:
 - Pressão,
 - Vazão,
 - Temperatura,
 - Nível.



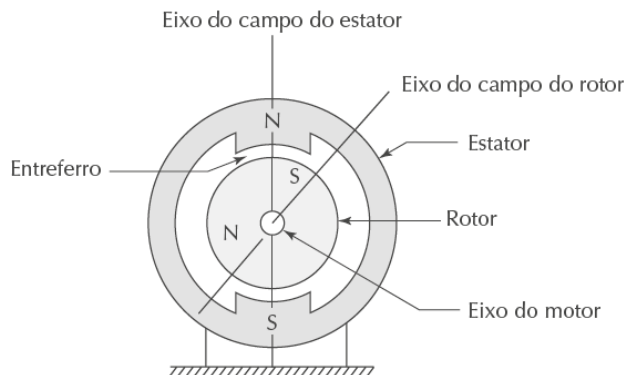
Atuadores

- Motores Elétricos:

- Converte energia elétrica em energia mecânica,
- Acionamento através de conversores estáticos (ou inversores de frequência),

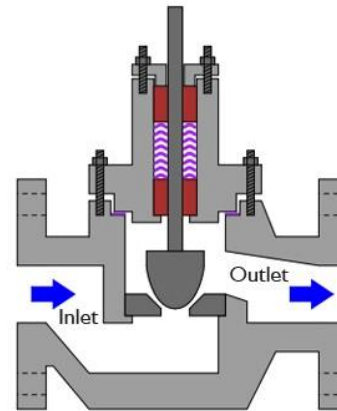
- Tipos:

- Motores CC,
- Motores CA:
 - Monofásicos ou trifásicos,
 - Síncronos ou assíncronos,
- Motores de passo.



Atuadores

- Válvulas de controle:
 - Elemento final mais utilizado na indústria,
 - Tipos de válvula:
 - Globo,
 - Esfera,
 - Borboleta,
 - Gaveta.



Referências

- BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. Instrumentação e Fundamentos de Medidas - Vol. 1. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- LAMB, Frank. Automação Industrial na Prática. AMGH, 2015.
- GROOVER, Mikell P. Automação industrial e sistemas de manufatura. Pearson Education do Brasil, 2011.
- Notas de Aula de Instrumentação. Prof. Giovani Pasetti, Instituto Federal Catarinense (IFC):
 - [<http://professor.luzerna.ifc.edu.br/giovani-pasetti/instrumentacao/>](http://professor.luzerna.ifc.edu.br/giovani-pasetti/instrumentacao/)

Dúvidas?