

RELATÓRIO TÉCNICO: INSTRUMENTAÇÃO E MALHAS DE CONTROLE

Data: 19 de fevereiro de 2026

Tópico: Fundamentos de Automação e Controle de Processos

1. Sensores Analógicos e Digitais

Os sensores são os elementos primários de medição que detectam alterações em variáveis físicas.

- **Sensores Analógicos:** Fornecem um sinal contínuo que varia proporcionalmente à grandeza medida (ex: uma PT100 que varia sua resistência conforme a temperatura). O sinal pode assumir infinitos valores dentro de um intervalo (ex: 4-20mA ou 0-10V).
- **Sensores Digitais:** Operam em estados discretos (0 ou 1, ligado ou desligado). São comuns em fins de curso, sensores de proximidade indutivos para contagem ou pressostatos que atuam em um ponto fixo.

2. Transdutores e Transmissores

Embora frequentemente confundidos, possuem funções distintas na malha:

- **Transdutores:** Dispositivos que convertem uma forma de energia em outra. Em instrumentação, geralmente convertem a grandeza física (pressão, calor) em um sinal elétrico primário (mV ou Ohms).
- **Transmissores:** São equipamentos mais robustos que recebem o sinal do sensor/transdutor e o amplificam/normalizam para que possa ser enviado a longas distâncias sem sofrer interferências. O padrão industrial mais comum é o sinal de corrente de **4 a 20 mA**.

3. Conversores A/D e D/A

Como os controladores modernos (CLPs) são digitais e o mundo físico é majoritariamente analógico, a conversão é essencial:

- **Conversor A/D (Analógico para Digital):** Transforma o sinal contínuo do sensor em um código binário que o processador consegue interpretar. A precisão depende da **resolução** (número de bits).
- **Conversor D/A (Digital para Analógico):** Realiza o inverso. O processador decide uma ação (ex: abrir 50% de uma válvula) e o conversor transforma esse comando binário em um sinal de tensão ou corrente para o atuador.

4. Saídas Digitais e Analógicas em Dispositivos

- **Saídas Digitais:** Funcionam como chaves (relés ou transistores). São usadas para ligar/desligar motores, acionar alarmes sonoros ou solenoides.
- **Saídas Analógicas:** Permitem o controle proporcional. São aplicadas em inversores de frequência para controlar a velocidade de um motor ou em válvulas de controle para regular vazão.

5. Funções dos Instrumentos

Na automação, os instrumentos são classificados pela finalidade na malha:

1. **Medidores:** Apenas detectam o valor da variável processada.
2. **Indicadores:** Apresentam visualmente o valor (ex: um manômetro com ponteiro ou display digital).
3. **Registradores:** Armazenam o histórico dos valores ao longo do tempo (crucial para auditorias de qualidade).
4. **Controladores:** Comparam o valor medido com o *Set Point* (desejado) e decidem a ação de correção.
5. **Alarmes:** Dispositivos que sinalizam quando uma variável atinge um limite crítico (High ou Low).

6. Nomenclaturas e Malhas de Controle (Norma ISA 5.1)

A identificação de instrumentos segue padrões internacionais, sendo a norma **ISA 5.1** a mais utilizada. A nomenclatura (Tag) geralmente consiste em letras que definem a função e números que definem a malha.

- **Primeira Letra:** Variável medida (T = Temperatura, P = Pressão, L = Nível, F = Vazão).
- **Letras Sucessivas:** Função do instrumento (I = Indicador, C = Controlador, T = Transmissor).
 - *Exemplo:* **TIC-101** é um Transmissor Indicador e Controlador de Temperatura da malha 101.

Malhas de Controle

- **Malha Aberta:** O sinal de saída não tem influência na ação de controle (não há feedback).
- **Malha Fechada:** O valor da variável é medido e retornado ao controlador, que ajusta a saída continuamente para manter o sistema no ponto desejado.