

# **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.