

Sensores Analógicos e Digitais

Definição e Diferenças Básicas:

- Sensores analógicos geram sinais contínuos proporcionais à grandeza medida (ex: tensão variável de 0-10V), enquanto digitais produzem saídas discretas em níveis binários (0 ou 1, como PNP/NPN).
- A conversão analógico-digital (ADC) é comum nos digitais para processamento por microcontroladores.;

Aplicações Industriais:

- Analógicos em monitoramento contínuo de pressão/temperatura em química; ;
- digitais em esteiras para detecção presença (fotoelétricos PNP) ou IoT em Indústria 4.0. Híbridos combinam ambos em SCADA para automação flexível;

Sensores Analógicos e Digitais

Funcionamento Analógico:

- Captam variações infinitas de uma variável (ex: temperatura via termopar gerando mV proporcional) e enviam sinal linear suscetível a ruídos, exigindo cabos blindados em longas distâncias. Padrões industriais incluem 4-20mA para transmissão robusta em loops de corrente;

Funcionamento Digital:

- Processam internamente o sinal analógico via ADC, emitindo bits codificados resistentes a interferências, com protocolos como Modbus ou IO-Link para integração em redes. Permitem diagnósticos auto-configuráveis e saídas lógicas (NO/NC) para controle direto.;

Conversores A/D e D/A;

Definição e Função:

- Conversores A/D transformam sinais analógicos variáveis (ex: tensão de sensor) em códigos binários digitais; D/A fazem o inverso, gerando sinais analógicos a partir de dados digitais;
- Eles garantem compatibilidade em sistemas híbridos, como SCADA e PLCs, lidando com amostragem para evitar perda de informação (Teorema de Nyquist);

Tipos e Métodos:

- A/D: Sucessivas Aproximações (rápido, preciso); Sigma-Delta (alta resolução para áudio/processos); Flash (muito rápido, alto consumo);
- D/A: Ladder Resistor (preciso); PWM (simples, econômico). Resolução medida em bits; velocidade em MSPS (amostras/segundo);

Conversores A/D e D/A;

Conversor A/D (Analógico-Digital):

- Sample-and-Hold captura o sinal analógico em capacitor; quantização divide em níveis discretos; codificação gera bits binários (ex: 12 bits para 4096 níveis). Erros comuns incluem ruído de quantização e aliasing, mitigados por filtros anti-aliasing;

Conversor D/A (Digital-Analógico):

- Recebe código binário e gera tensão proporcional via rede R-2R ou PWM; inclui filtro de reconstrução para suavizar degraus em sinal contínuo. Saídas padrão como 4-20mA controlam atuadores em loops industriais.

Transmissores

Princípio de Operação:

- Um sensor primário detecta a variável; eletrônica interna processa para saída proporcional (ex: 4-20 mA, onde 4 mA = mínimo, 20 mA = máximo);
- loop de alimentação de 24VDC energiza o dispositivo. Resistente a ruídos, opera em ambientes hostis com diagnósticos integrados;

Tipos de Transmissores:

- De Pressão: Absoluta (vs. vácuo), manométrica (vs. atmosfera), diferencial (entre pontos); para tubulações e tanques.;
- De Temperatura: Baseados em RTD ou termopares, com saída linearizada;
- De Nível/Vazão: Usam capacitors ou ultrassom para medição indireta;

Transmissores

Tipos de Transmissão de Sinais:

- 2 Fios: Alimentação e sinal no mesmo par; econômico para loops simples;
- 4 Fios: Alimentação separada do sinal; maior precisão em altas demandas;
- Digital: HART/Profibus para bidirecionalidade e configuração remota;

Aplicações e Diferenças:

- Em química/petroquímica, monitoram reatores; em alimentos, controlam pasteurização. Vs. sensores (detectam apenas), transdutores (condicionam localmente): transmissores integram tudo para automação em escala;

Saídas Digitais e Analógicas em dispositivos

Definição e Função:

- Saídas digitais emitem sinais binários (liga/desliga) para controle simples; analógicas geram valores contínuos proporcionais para regulação precisa de variáveis como velocidade ou posição;
- Em CLPs, elas recebem comandos do programa lógico e acionam relés, motores ou válvulas via módulos de E/S expandidos;

Saídas Digitais:

- Produzem estados discretos: 24VDC (ativo) ou 0V (inativo), em configurações PNP (fonte positiva) ou NPN (sumidouro), com proteção contra sobrecarga via relés ou transistores;
- Ideais para comandos on/off, suportam cargas até alguns amperes e integram-se a redes como Modbus;

Saídas Digitais e Analógicas em dispositivos

Saídas Analógicas:

- Geram sinais variáveis como 4-20mA ou 0-10V via conversores D/A internos, permitindo controle proporcional (ex: abrir válvula 50%). Resolução típica de 12-16 bits define precisão; exigem calibração para loops de controle PID;

Diferenças e Seleção:

- Digitais: Rápidas, baratas, para lógica booleana; suscetíveis a ruídos em cabos longos. Analógicas: Precisas para processos contínuos, mas mais caras e sensíveis a interferências. Escolha por necessidade: digital para esteiras simples; analógica para dosagem química;

Instrumentos industriais

Funções dos Instrumentos:

- Cada instrumento processa sinais de sensores/transmissores de forma específica: medem (quantificam), indicam (exibem), registram (armazenam), controlam (ajustam) ou aliam (alertam) variáveis como pressão ou temperatura em loops fechados;

Medidores:

- Dispositivos que quantificam grandezas físicas com precisão (ex: medidor de vazão por ultrassom), convertendo em valores numéricos para calibração ou análise. Usados em laboratórios ou manutenção para verificação absoluta de variáveis.;

Instrumentos industriais

FunIndicadores:

- Exibem valores atuais em displays analógicos (agulha) ou digitais, sem armazenamento ou ação (ex: manômetro local em tubulação). Fornecem leitura imediata para operadores em campo, sem processamento avançado;

Registradores:

- Armazemam dados históricos em papel, cartão ou digital (ex: data logger de temperatura), criando tendências para auditoria ou análise pós-evento. Essenciais para conformidade regulatória em processos como farmacêuticos;

Instrumentos industriais

Controladores:

- Compararem setpoint com medida real, gerando sinal corretivo via PID para atuadores (ex: controlador de nível ajustando bomba). Mantêm variáveis estáveis em malhas fechadas, integrando a automação industrial.;

Alarmes:

- Monitoram desvios de limites pré-definidos, ativando sirenes, luzes ou desligamentos (ex: alarme de alta pressão). Protegem equipamentos e segurança, com funções latching (mantém até reset) ou não-latching;

Instrumentos industriais

Nomenclaturas e Malhas:

- Símbolos ISA-5.1: círculos com tags como TT (transmissor temp.), FY (computador funções), círculos com letras (I=indicador, R=registrador, C=controlador). Malhas de controle: loop fechado (sensor-controlador-atuador-feedback); diagrama P&ID mostra fluxos TT-FT-PIC para automação em CLPs/SCADA;

