Jurandir Primo

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
Parte 4 – Instrumentação & Processos Industriais
Sistemas de Controles Operacionais

Jurandir Primo
Copyright @ 2023
1ª edição – março de 2023

Capa: Jurandir Primo – Sorocaba/SP

PRIMOTECH – MANUAIS DE ENGENHARIA

Primo, Jurandir

Circuitos Hidrálicos, Diagramas Hidráulicos; Automação, Sistemas Industriais;

Índice para pesquisas: Automação, Robótica, Tecnologia da Informação, Sistemas Industriais

ISBN:

Livro no sistema de auto-publicação cuja edição, revisão, diagramação e capa foram selecionadas pelo próprio autor, para diminuir custos e facilitar a todos os interessados em engenharia e tecnologia.

O autor permite que todas as partes do livro possam ser copiadas ou reproduzidas para fundamentos educacionais, instrutivos e treinamento técnico.

Para adquirir esta ou outras publicações do autor, enviar solicitação para:

primotechcourses@hotmail.com

A PDHOnline Approved Continuing Education Provider (USA)

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
Parte 4 - Instrumentação & Processos Industriais



INDICE:

1. ***INTRODUCTION***
2. ***INSTRUMENTATION & CONTROL SYSTEMS***
3. ***INSTRUMENTATION DESCRIPTION & APPLICATION***
4. ***PROCESS CONTROL INSTRUMENTATION***
5. ***CONDUCTIVITY & ANALYTICAL INSTRUMENTATION***
6. ***CONTROL VALVES & INSTRUMENTATION***
7. ***STANDARD & CONTROL VALVES APPLICATION***
8. ***VALVES ACTUATORS, POSITIONERS & TRANSDUCERS***
9. ***CONTROL SYSTEMS & FIELDBUS TECHNIQUES***
10. ***DIAGNOSTICS & COMMUNICATION INTERFACES***
11. ***HAZARDOUS CLASSIFICATION & SAFETY***
12. ***PROCESS & PIPING INSTRUMENTATION DIAGRAMS***
13. ***PROCESS CONTROL & SOFTWARE SIMULATIONS***
14. ***REFERENCES & LINKS***

1. INTRODUÇÃO:

Instrumentação é a ciência da medição e controles automatizados, ou a ciência que aplica e desenvolve técnicas de medição e con-trole de equipamentos e processos industriais. O controle de processos tem um conceito amplo e pode ser aplicado a qualquer sistema automatizado, como a robótica ou um sistema de controle de processos através de uma válvula pneumática ou hidráulica que controla o fluxo de água, óleo ou vapor em uma tubulação.

Um instrumento básico consiste em três elementos: Sensor ou dispositivo de entrada; Processador de sinal; Receptor ou dispositivo de saída.

Para medir quantidades, geralmente é transmitido um sinal repre-sentando o quantitativo necessário por um dispositivo indicador ou de computação, onde ocorre uma ação manual ou automatizada. Se o controle for automatizado, o computador envia um sinal para um dispositivo final que influencia a quantidade sendo medida. Os componentes físicos comumente medidos são:

• Temperatura, Pressão, Velocidade, Fluxo, Força, Movimento, Velocidade e Aceleração, Tensão e Deformação, Nível ou Profundidade, Massa ou Peso Densidade, Tamanho ou Volume, Acidez/Alcalinidade.

Os sensores podem operar interruptores liga/desliga simples para de-tectar o seguinte:

• Objetos (interruptor de proximidade), vazio ou cheio (interruptor de nível), quente ou frio (termostato), pressão alta ou baixa (interruptor de pressão).

A maioria dos equipamentos analógicos modernos funciona nas seguintes faixas de sinal padrão.

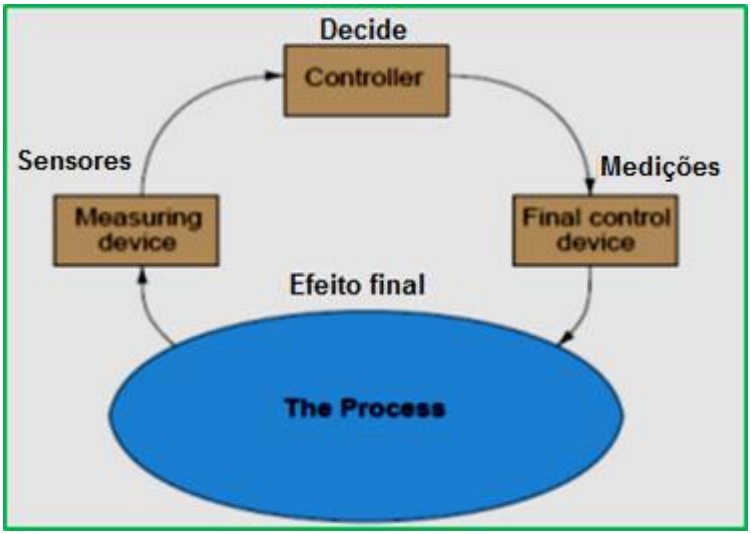
- O padrão industrial para sinais eletrônicos é de **4 a 20 mA** que representa a condição de processo de **0% a 100%.**
- A faixa padrão industrial para sinais pneumáticos é de **20 a 100 kPa** (3 – 15 psig), o que corresponde a uma condição de processo de **0% a 100%.**

Nota: O zero ativo (**4 mA**) é usado para distinguir entre processo 0% (4 mA) e um loop de sinal interrompido ou com falha. O zero ativo (**20 kPa**) permite que o pessoal da sala de controle diferencie entre uma condição de processo válida de 0% (ou uma leitura de 20 kPa (g)) e um transmissor desabilitado ou linha de pressão interrompida (ou 0 kPa (g) leitura), proporcionando uma verificação grosseira da racionalidade.

O principal motivo pelo qual os **sinais pneumáticos** são comumente usados em indústrias de processo é a segurança do ambiente, principalmente quando há **risco** de incêndio ou explosão. A vantagem de ter uma faixa padrão ao usar sinais digitais é que todos os equipamentos podem ser adquiridos já calibrados. Para sistemas analógicos, o sinal mínimo (temperatura, velocidade, força, pressão e assim por diante) é representado por **4 mA** ou **0,2 bar** (3 psig) e o sinal máximo é representado por **20 mA** ou **1,0 bar** (15 psig). Equipamentos elétricos mais antigos usam de **0 a 10 V**. Cada vez mais os instrumentos são digitais e vêm com um codificador digital binário embutido para fornecer uma saída digital binária.

Os dispositivos de controle geralmente assumem uma das seguintes formas que podem ser: Válvulas de controle (usados para regular ou estrangular a vazão de um fluido). Os dispositivos de medição e os

dispositivos de controle final se conectam a algum sistema físico chamado de "*controle de processo*". Para mostrar isso como um diagrama de blocos geral:



2. INSTRUMENTAÇÃO & SISTEMAS DE CONTROLE:

Os sistemas de medição e controle de instrumentação industrial mais comuns têm seus próprios termos e padrões exclusivos. Os termos e definições de processo de controle mais comuns são:

Processos: São os sistemas físicos a serem controlados ou medidos. **Exemplos**: sistemas de filtragem de água, sistemas de caldeiras a vapor, unidades de refinaria de petróleo, unidades de geração de energia, sistemas de fundição de metal fundido, etc.

Variável de Processo ou PV: É a quantidade específica medida em um processo. **Exemplos**: nível de pressão, temperatura, vazão, condutividade elétrica, pH, posição, velocidade, vibração, etc.

Setpoint ou SP: É o valor onde uma variável deve ser mantida. Em outras palavras, é o valor "alvo" para o processo.

Elemento Sensor Primário ou PSE: É um dispositivo que detecta uma variável de processo e traduz essa quantidade detectada em uma representação analógica (tensão elétrica, corrente, resistência; força mecânica, movimento, etc.). **Exemplos**: termopar, termistor, tubo de Bordon, microfone, potenciômetro, célula eletroquímica, acelerômetro.

Transdutor: É um dispositivo que **converte** um sinal de instrumentação padronizado em outro sinal de instrumentação padronizado e/ou realiza algum tipo de processamento nesse sinal. Muitas vezes referido como conversor e às vezes como um "**relé**". **Exemplos**: conversor I/P (converte sinal elétrico de **4-20 mA** em sinal pneumático de **3-15 psi**), conversor P/I (converte sinal pneumático de **3-15 psi** em sinal elétrico de **4-20 mA**), extrator de raiz quadrada (calcula a raiz quadrada de um sinal de entrada).

Nota: Em geral, um "transdutor" é qualquer dispositivo que **converte** uma forma de energia em outra, como um microfone ou um termopar. Na instrumentação industrial, geralmente é usado "**o elemento sensor primário**" para descrever esse conceito e reservar a palavra "transdutor" para se referir especificamente a um dispositivo de conversão para sinais de instrumentação padronizados.

Transmissor: É um dispositivo que **traduz** o sinal produzido por um "elemento sensor primário" (PSE) em um sinal de instrumentação padronizado, como pressão de ar de **3-15 psi**, corrente elétrica CC de **4-20 mA**, pacote de sinal digital Fieldbus, etc., que pode então ser transmitido para um dispositivo indicador, ou um dispositivo de controle.

Valores de Intervalo Inferior e Superior (LRV e URV): São as medições de um processo de **0% a 100%** da faixa de um transmissor. Exemplo: se um transmissor de temperatura for calibrado para medir uma faixa de temperatura começando em **300ºC** e terminando em **500ºC**, seu LRV seria **300ºC** e seu URV seria **500ºC**.

Zero e Span: São as descrições alternativas de LRV e URV para os pontos 0% a 100% da faixa calibrada de um instrumento. "**Zero**" refere-se ao **ponto inicial** da faixa de um instrumento (equivalente a LRV), enquanto "**Span**" refere-se à largura de sua faixa (URV − LRV). Por exemplo, se um transmissor de temperatura for calibrado para medir uma faixa de temperatura começando em 300ºC e terminando em 500ºC, seu zero seria 300ºC e seu "span" seria 200ºC.

Controlador: É um dispositivo que **recebe** um sinal de variável de processo (PV) de um elemento sensor primário (PSE) ou transmissor, compara o sinal com um valor desejado (chamado ponto de ajuste) e calcula um valor de sinal de saída apropriado a ser enviado para um elemento de controle (FCE), como um motor elétrico ou uma válvula de controle.

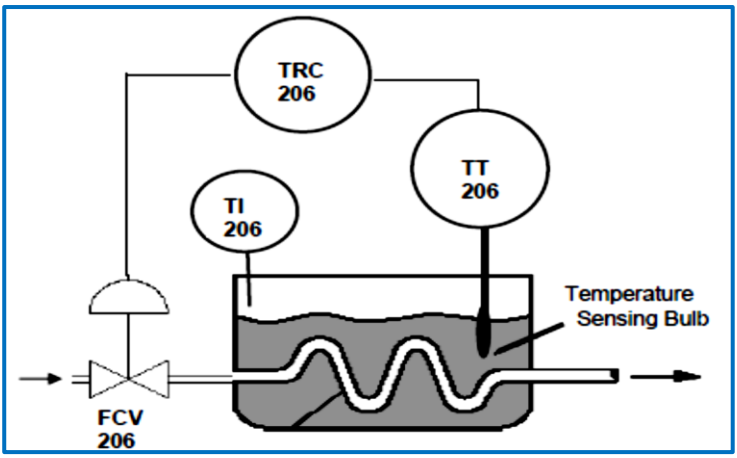
Elemento de Controle Final (FCE): É um dispositivo que recebe o sinal emitido por um controlador que influencia diretamente o processo. **Exemplo**: motor elétrico de velocidade variável, válvula de controle, aquecedor elétrico.

Variável Manipulada (MV): É um termo que descreve o sinal de saída gerado por um controlador. É o sinal comandando ("ou manipulando") o elemento de controle final para influenciar o processo.

Modo Automático: É quando o controlador gera um sinal de saída baseado em uma variável de processo (PV) para o setpoint (SP).

Modo Manual: É quando o controlador **permite** que um operador humano determine diretamente o sinal de saída enviado ao elemento de controle final.

Números de Tag: São **letras e números** colocados dentro ou perto do instrumento para identificar o tipo e a função do dispositivo. As letras e números colocados dentro ou perto do instrumento para identificar o tipo e a função do dispositivo.



Pressão	**I**ndicador
Level (nível)	**R**egistrador
Fluxo	**C**ontrolador
Temperatura	**T**ransmissor

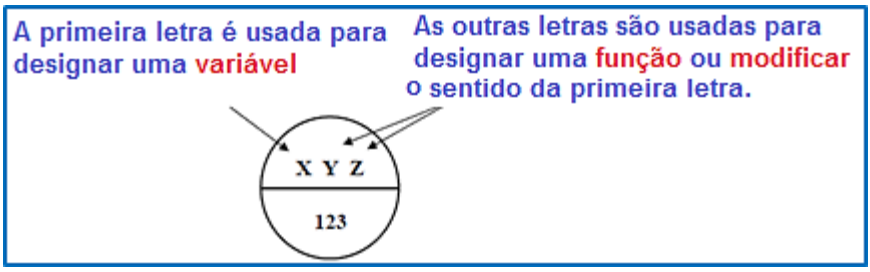
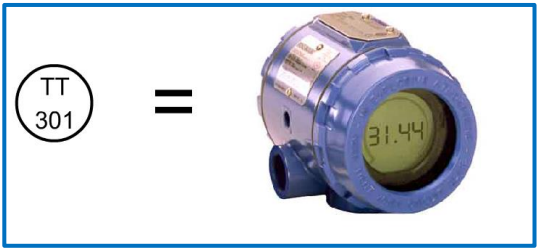
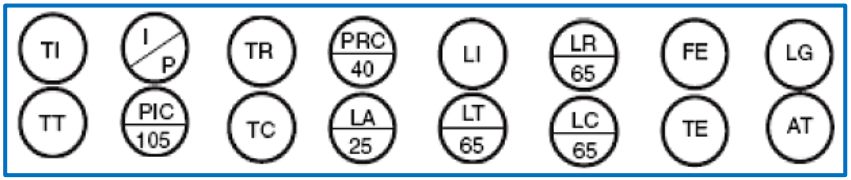
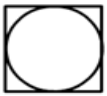
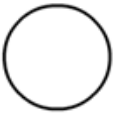
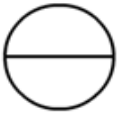


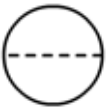
Diagrama de Balão: Em um diagrama de controle, um círculo, chamado de "**balão**", é utilizado para indicar um instrumento, que significa um "transmissor de temperatura", conforme mostrado:



Exemplos de "balões" e seus respectivos instrumentos:



Se o balão estiver dentro de um **quadrado**, o instrumento é identificado como um "dispositivo compartilhado".	
Símbolos sem linhas horizontais indicam que o instrumento está instalado no **campo**: Seu ponto de medição, perto do elemento de controle final.	
Símbolos com uma **única linha** indicam que o instrumento está montado em uma placa de painel, acessível ao operador ou para manutenção de rotina.	
Se um **hexágono** for indicado em vez de um balão, uma função de computador deve ser usada.	

Um **losango** dentro de um **quadrado** identifica a aplicação de um CLP – Controlador Lógico Programável.	
Linhas **duplas** indicam que o instrumento está em um local auxiliar longe do processo.	
Símbolos com uma **única linha tracejada** indicam que o instrumento está localizado atrás de um painel e não é facilmente acessível.	

Exemplos de instrumentos, PLC e painéis de controle:



Flowmeter



PLC - Programmable Logic Controller



Control Panel

ISA - Funções e Identificações de Instrumentos: O padrão ISA (International Society of Automation) abrange a identificação de instrumentos ou **funções** de controle associadas em um loop. O usuário é livre para aplicar identificação adicional, por número de série, número da unidade, número da área, número da planta ou por outros meios. Para um tratamento mais completo, consulte as séries de padrões ISA-S51.1 e ISA-S75. Exemplos:

Alarme: É um dispositivo que sinaliza a existência de uma condição anormal por meio de uma alteração no processo **audível** ou **visível**, ou ambas, para chamar a atenção. Sua operação consiste simplesmente em fechar ou abrir um circuito que pode ou não ser utilizado

para intertravamento normal ou anormal, partida, desligamento, de um sinalizador luminoso ou de um dispositivo de alarme, devidamente designado como chave de nível, interruptor de fluxo, etc.

Binário: É um termo aplicado a um sinal ou dispositivo que possui apenas duas posições ou condições. Em sua forma mais simples, como "sinal binário" (em oposição a "sinal analógico"), o termo denota um estado "ligado-desligado" ou "alto-baixo", ou seja, um estado que não representa quantidades continuamente variáveis.

Board: Sinônimo de painel de controle.

Bolha: É um símbolo circular utilizado para denotar e identificar a finalidade de um instrumento ou função, sinônimo de **balão**, que também pode conter um número de tag.

Controlador: É um dispositivo com uma saída para regular uma variável controlada de maneira especificada. O controlador automático varia sua saída em resposta a uma entrada direta ou indireta de um processo medido. O controlador manual é uma estação de carregamento manual e sua saída não depende de um processo medido, mas pode ser variada apenas por ajuste manual.

Estação de Controle: A manual loading station that also provides switching between manual and automatic control modes of a control loop. It is also known as an auto-manual station. The operator interface of a distributed control system may be regarded as a control station.

Válvula de Controle: É uma válvula “on-off” acionada manualmente ou automaticamente que manipula diretamente o fluxo de um ou mais processos. Espera-se que o uso da designação "válvula de controle