



INSTRUMENTAÇÃO

Prof. Adrielle C. Santana

Instrumentação

A instrumentação é o campo da Engenharia que estuda os instrumentos e seus princípios científicos, utilizados para medir, indicar, transferir e/ou controlar de forma contínua, ou discreta, o comportamento de variáveis de controle tais como:

Pressão

Temperatura

Nível

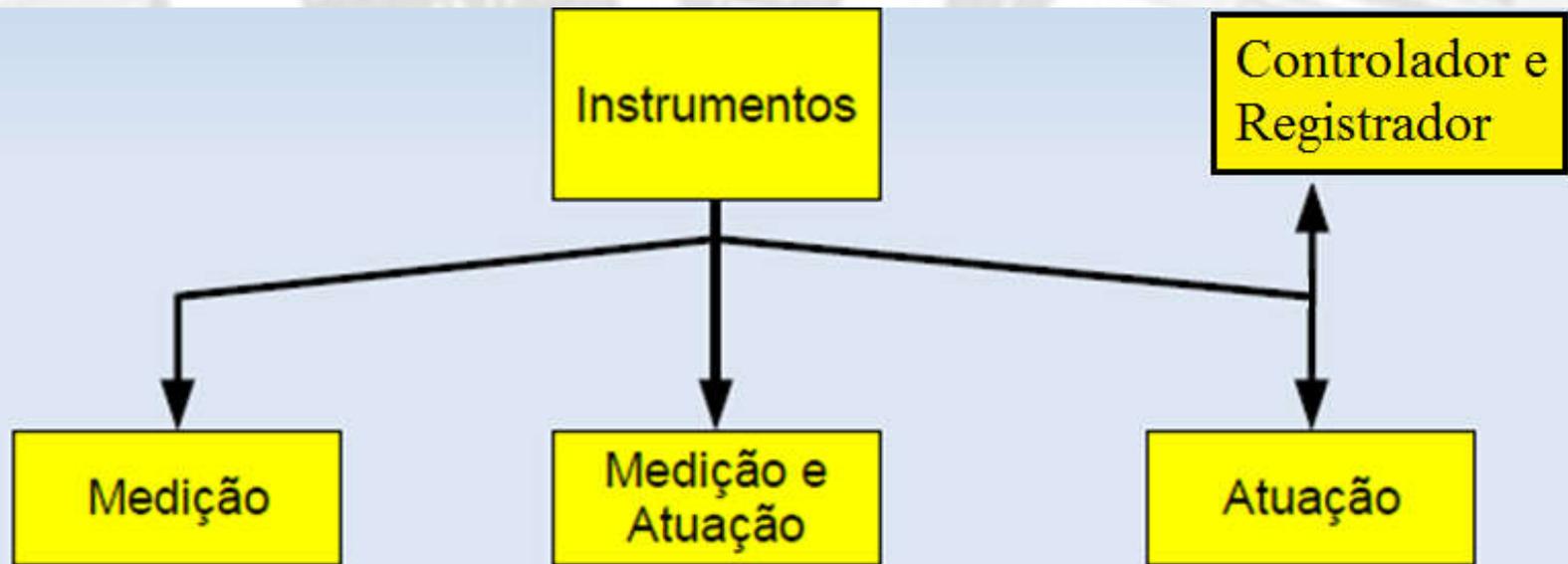
Etc.

Vazão

pH

Densidade

Instrumentação



Termômetros, manômetros, velocímetros, medidores de vazão, medidores de nível, etc.

Termostatos, pressostatos, chaves de fim de curso, etc.

Válvulas manuais e automáticas, motores de passo, inversores de frequência, motores elétricos, bombas, aquecedores, etc.

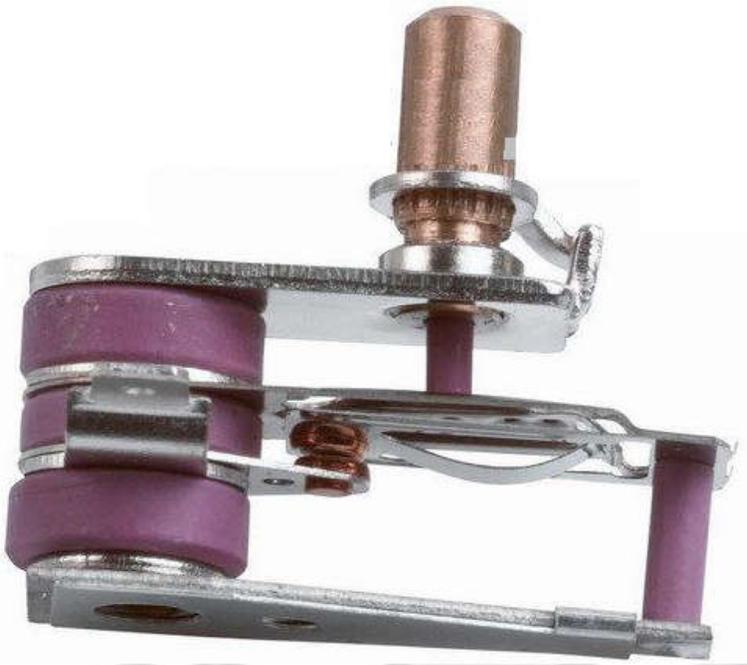
Instrumentação

Instrumentos podem ser classificados segundo o tipo de sinais produzidos ou manipulados:

Discretos: assumem somente 2 valores possíveis: zero/um, aceso/apagado, ligado/desligado, etc.

- Chave de Nível (indica se o nível é superior ou inferior a um dado limiar);
- Chave de pressão ou pressostato;
- Chave de temperatura ou termostato;
- Chave fim de curso;
- Alarmes;
- Válvulas solenóides (que se abrem ou se fecham completamente, e em condição normal indica-se NA – normalmente aberta, ou NF – normalmente fechada.)

Instrumentação

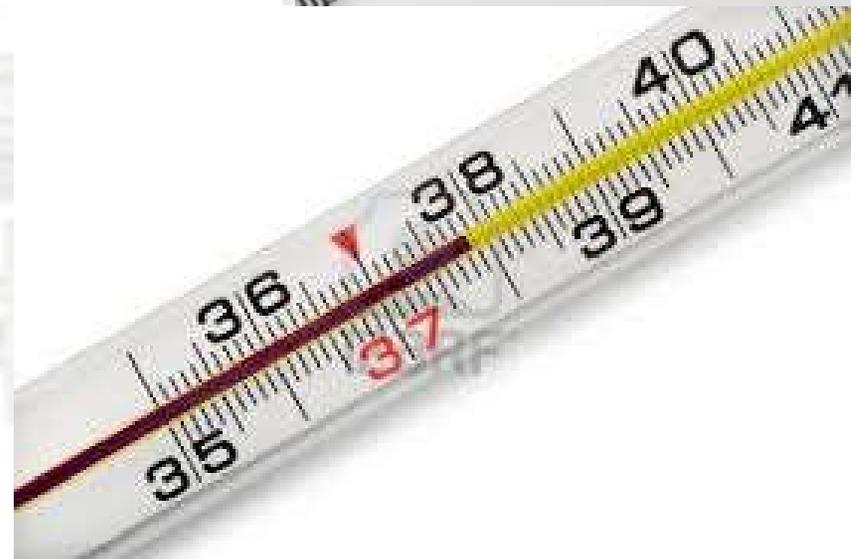
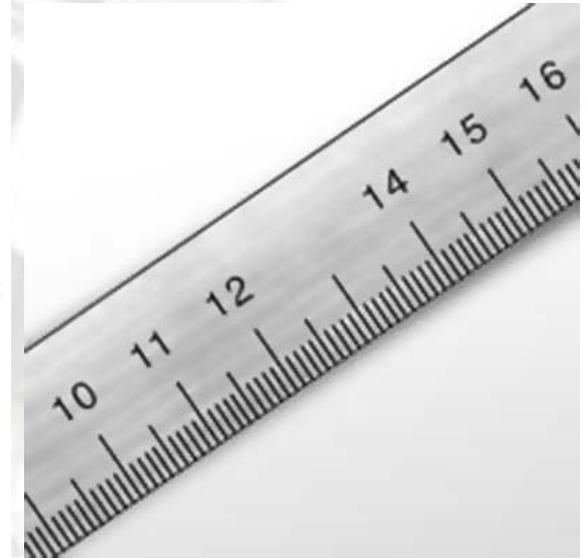
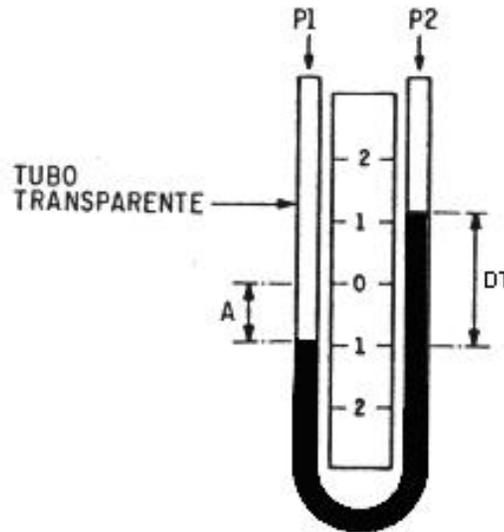


Instrumentação

Analógicos: assumem ou indicam valores em um conjunto finito de possibilidades (faixa contínua de valores em um intervalo finito).

- Termômetro de mercúrio;
- Manômetro de tubo em U;
- Réguas;
- Válvula pneumática com acionamento contínuo;
- Aquecedor elétrico com tensão de acionamento contínua.

Instrumentação



Transmissão de sinais em instrumentação industrial

É comum encontrar-se os seguintes padrões de envio de medições/comandos em Instrumentação Industrial:

- Sinais de pressão de 3 psi a 15 psi (libras por polegada quadrada);
- Sinais de corrente de 4 mA a 20 mA (Exemplo: um transmissor de pressão envia um sinal de 8mA para um instrumento receptor que efetua a conversão de 8mA para uma unidade de engenharia, por exemplo 2Kgf/cm);
- Sinais de tensão de 1 V a 5 V.

O valor mínimo enviado diferente de zero possibilita testar se o instrumento está funcionando, mesmo que o valor da medição ou do comando seja nulo.

Classificação dos Instrumentos

De acordo com a função desempenhada, os instrumentos encontrados numa malha de controle podem ser classificados em:

- **Elemento primário ou sensor:** presente em uma malha ou outro instrumento que primeiro sente o valor da variável de processo.
- **Conversor ou transdutor:** emite sinal de saída não-padronizado modificado em relação à natureza do correspondente sinal de entrada. Ex.: termopar (mV), cristal piezoelétrico , PT100 (Ω).

Classificação dos Instrumentos

➤ **Indicador:** Apenas indica o valor de uma determinada variável de processo.

➤ **Transmissor:** Sente a variável de processo por meio de um elemento primário e produz uma saída proporcional à variável de processo e padronizado (4 a 20mA, 1 a 5 V, etc).

Indicador



Classificação dos Instrumentos

- **Registrador:** Armazena os valores de uma variável de processo. Atualmente feita de modo digital.



Classificação dos Instrumentos

- **Elemento final de controle:** Elemento final de controle que controla diretamente a vazão de um ou mais fluidos do processo (válvula).
- **Chave:** Conecta, desconecta ou transfere um ou mais circuitos, manual ou automaticamente. Pode ser usada para atuar alarmes, lâmpadas-piloto, Intertravamentos ou sistemas de segurança.

Principais Instrumentos

Pressão	Temperatura	Vazão	Nível
Bourdon	Bimetal	Orifício	Flutuador
Fole	Termorresistência	Volumétrico	Pressão
Diafragma	Termopar	Turbina	Radar
Capacitivo	Radiação	Magnético	Ultrassom
Strain Gage		Ultrassom	
Piezoelétrico		Coriolis	

Norma ISA D5.1

Estabelecida pela International Society of Automation (ISA) a ISA D5.1 padroniza os símbolos gráficos e codificação para identificação alfanumérica de instrumentos ou funções programadas que deverão ser utilizados nos diagramas e malhas de controle de projetos de instrumentação internacionalmente.

Norma ISA D5.1

No	Símbolo	Aplicação
1	(1) IA _____	IA (Ar instrumento) pode ser substituído por PA [Ar planta], NS [nitrogênio], ou GS [Alimentação gás]. Indicar pressão de alimentação quando requerido, e.g. PA-70 kPa, NS-150 psig, etc.
2	(1) ES _____	Fonte de alimentação de instrumento elétrico. Indicar tensão e tipo quando requerido, e.g. ES-220 V AC. ES pode ser substituído por 24 V DC ou 120 V AC.
3	(1) HS _____	Fonte de alimentação de instrumento hidráulico. Indicar pressão de alimentação quando requerido, e.g. HS-70 kPa
4		Sinal indefinido. Usar para Fluxograma de Processo. Usar para discussões ou diagramas onde o tipo do sinal não interessa
5		Sinal pneumático analógico (variando continuamente) ou binário.
6		Sinal eletrônico ou elétrico analógico (variando continuamente) ou binário. Sinal binário em diagrama funcional.

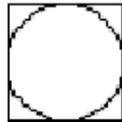
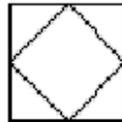
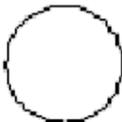
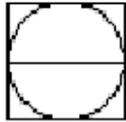
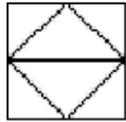
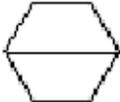
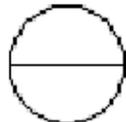
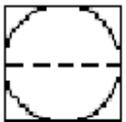
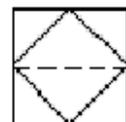
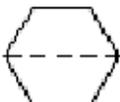
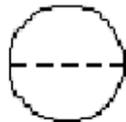
Norma ISA D5.1

7		Sinal analógico (variando continuamente) para diagrama funcional. Sinal e linhas de alimentação do diagrama ladder de esquema elétrico.
8		Sinal hidráulico.
9		Tubo capilar do elemento de enchimento termal. Linha sensora cheia entre selo de pressão e instrumento.
10		Sinal eletromagnético guiado. Sinal sônico guiado Cabo de fibra óptica.
11	(6) a  b 	Sinal eletromagnético não guiado, luz, radiação, rádio, som, sem fio, etc. Sinal de instrumentação sem fio. Link de comunicação sem fio.
12	(2) 	Link de comunicação e barramento (bus) do sistema entre equipamentos e funções de um display compartilhado, sistema de controle compartilhado. DCS, PLC, or PC communication link and system bus.

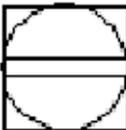
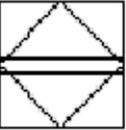
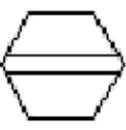
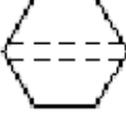
Norma ISA D5.1

13	(3) 	Link de comunicação ou barramento (bus) conectando dois ou mais sistemas independentes a microprocessador ou baseado em computador. Conexões DCS para DCS, DCS para PLC, PLC para PC e DCS para Fieldbus, etc.
14	(4) 	Link de comunicação ou barramento (bus) entre equipamentos e funções de um sistema de bus de campo. Link e e para equipamentos "inteligentes".
15	(5) 	Link de comunicação entre um equipamento e um sistema ou dispositivo de ajuste de calibração remota. Link e e para equipamentos "smarts".
16		Link ou conexão mecânica.

Norma ISA D5.1

	Display compartilhado, Controle compartilhado (1) (4)		C	D	
	A	B			
No.	Escolha Principal ou Sistema de Controle Básico de Processo (2)	Escolha Alternativa ou Sistema Instrumentado Segurança (3)	Computador Sistemas e Software (5)	Discreto (6)	Local e acessibilidade (7)
1					<ul style="list-style-type: none"> • Localizado no campo. • Não montado em painel, gabinete ou console. • Visível no local do campo. • Normalmente acessível ao operador.
2					<ul style="list-style-type: none"> • Localizado no ou em frente do painel ou console central. • Visível no painel frontal ou no display de vídeo. • Normalmente acessível ao operador no painel ou console central.
3					<ul style="list-style-type: none"> • Localizado atrás do painel central ou principal. • Localizado em painel atrás do gabinete. • Não visível na frente do painel ou do display de vídeo. • Não normalmente acessível ao operador no painel ou console.

Norma ISA D5.1

	Display compartilhado, Controle compartilhado (1) (4)		C	D	
	A	B			
No.	Escolha Principal ou Sistema de Controle Básico de Processo (2)	Escolha Alternativa ou Sistema Instrumentado Segurança (3)	Computador Sistemas e Software (5)	Discreto (6)	Local e acessibilidade (7)
4					<ul style="list-style-type: none"> • Localizado no ou em frente do painel ou console secundário ou local. • Visível em frente do painel ou no display de vídeo. • Normalmente acessível do operador na frente do painel ou console.
5					<ul style="list-style-type: none"> • Localizado atrás do painel secundário ou local. • Localizado em gabinete de campo. • Não visível na frente do painel ou no display de vídeo. • Normalmente não acessível ao operador no painel ou no console.

Norma ISA D5.1



Norma ISA D5.1



Norma ISA D5.1



Norma ISA D5.1

Centro de Controle de Motores (CCM)



Norma ISA D5.1



Norma ISA D5.1

Nota: Números em parêntesis se referem às notas explanatórias em 4.2.

	Primeiras letras (1)		Letras sucessivas (15)		
	Coluna 1 Variável Medida Inicializada	Coluna 2 Modificador Variável (10)	Coluna 3 Função Leitura-Passiva	Coluna 4 Função Saída-Ativa	Coluna 5 Modificador Função
A	Análise (2)(3)(4)		Alarme		
B	Queimador, Combustão (2)		Escolha do Usuário (5)	Escolha do Usuário (5)	Escolha do Usuário (5)
C	Escolha do Usuário (3a)(5)			Controle (23a)(23e)	Fechado (27b)
D	Escolha do Usuário (3a)(5)	Diferença, Diferencial, (11a)(12a)			Desvio (28)
E	Tensão elétrica (2)		Sensor, Elemento primário		
F	Vazão (2)	Relação, fração (12b)			
G	Escolha do Usuário		Visor, Gauge, Dispositivo Visão (16)		
H	Manual (2)				Alto (27a)(28a)(29)

Norma ISA D5.1

I	Corrente [2]		Indicar [17]		
J	Potência [2]r	Varredura [18]			
K	Tempo, Schedule [2]	Taxa de variação [12c](13)		Estação de Controle [24]	
L	Nível [2]		Lâmpada [19]		Baixo (27b)(28)(29)
M	Escolha do Usuário (3a)(5)				Médio, Intermediário (27c)(28) (29)
N	Escolha do Usuário (5)		Escolha do Usuário (5)	Escolha do Usuário (5)	Escolha do Usuário (5)
O	Escolha do Usuário (5)		Orifício, Restrição		Aberto (27a)
P	Pressão [2]		Ponto (Conexão de Teste)		
Q	Quantidade [2]	Integrar, Totalizar [11b]	Integrar, Totalizar		
R	Radiação [2]		Registrar (20)		Rodar

Norma ISA D5.1

S	Velocidade, Frequência (2)	Segurança (14)		Chave (23b)	Parar
T	Temperatura (2)			Transmitir	
U	Multivariável (2)(6)		Multifunção (21)	Multifunção (21)	
V	Vibração, Análise Mecânica (2)(4)(7)			Válvula, Basculante (23c)(23e)	
W	Peso, Força (2)		Poço, Probe		
X	Não-classificado (8)	Eixo X (11c)	Equipamentos Acessórios (22), Não-classificado (8)	Não-classificado (8)	Não-classificado (8)
Y	Evento, Estado, Presença (2)(9)	Eixo Y (11c)		Equipamentos Auxiliares (23d)(25)(26)	
Z	Posição, Dimensão (2)	Eixo Z (11c), Sistema Instrumentado Segurança (30)		Driver, Atuador, Elemento final controle Não-classificado	

T = Temperatura
F = Vazão

R = Registrador
V = Válvula

P = Pressão
L = Nível

I = Indicador
G = Visor

Norma ISA D5.1

TIC = Indicador Controlador de Temperatura

LIC = Indicador Controlador de Nível

FIC = Indicador Controlador de Vazão

JIC = Indicador Controlador de Potência

SIC = Indicador Controlador de Velocidade

BIC = Indicador Controlador de Queima ou Combustão (Queimadores de caldeiras ou fornos ou outros)

LAH = Alarme de Nível Alto: Neste exemplo a letra "A" define a função de informação , indicando que o instrumento esta sendo utilizado para um alarme. A letra modificadora " H " complementa esta informação indicando o parâmetro do alarme, no caso nível alto.

TAGGING (“ETIQUETAGEM”)

Todo equipamento industrial deve ser identificado por seu tag. Este tag é formado pelo nome da área, tipo do equipamento e um número sequencial, caso haja mais de uma equipamento do mesmo tipo na mesma área.

14-TC-06

Sequencial: 06

Tipo de equipamento: transportador de correia

Área: 14

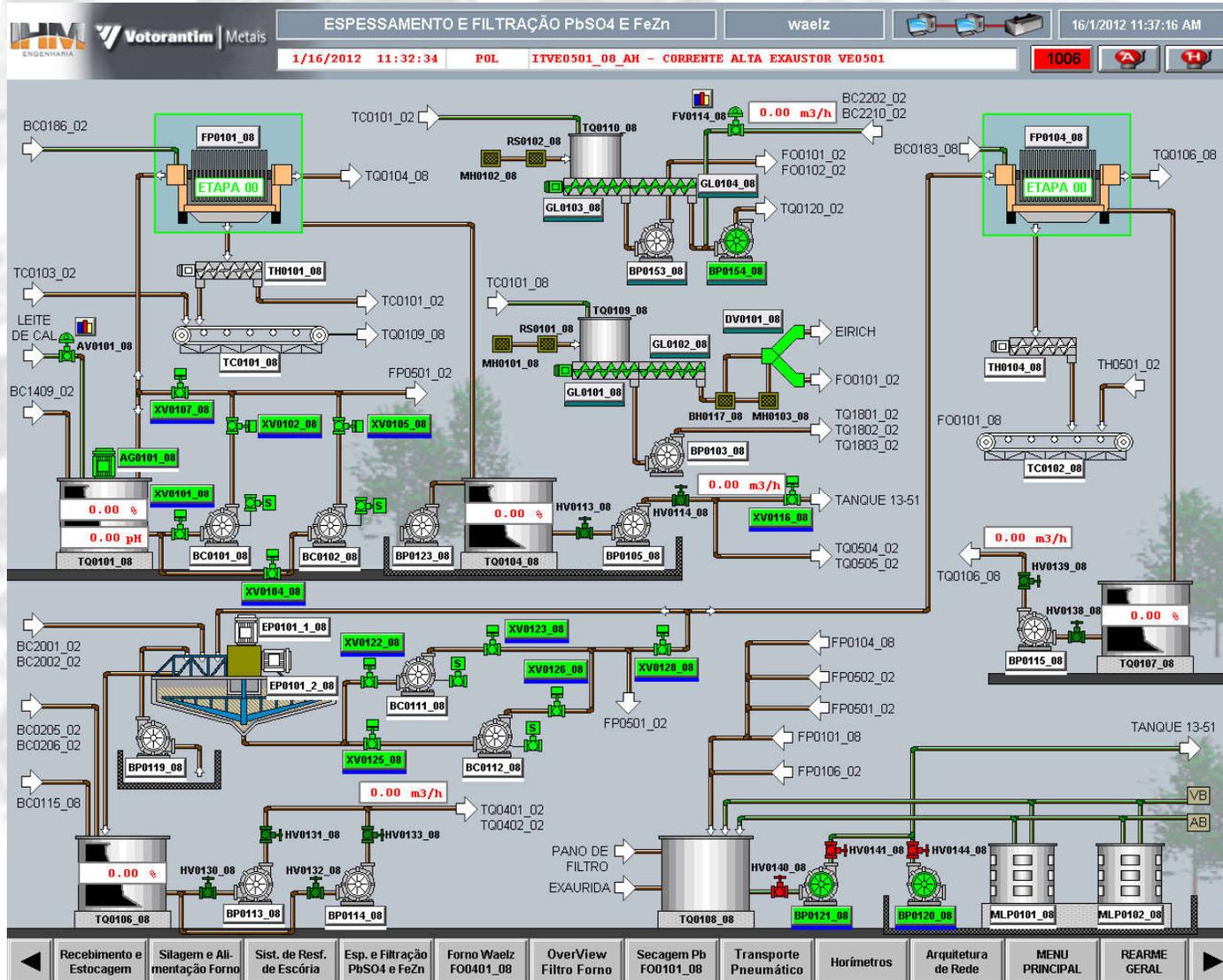
Norma ISA S5.1

FLUXOGRAMAS

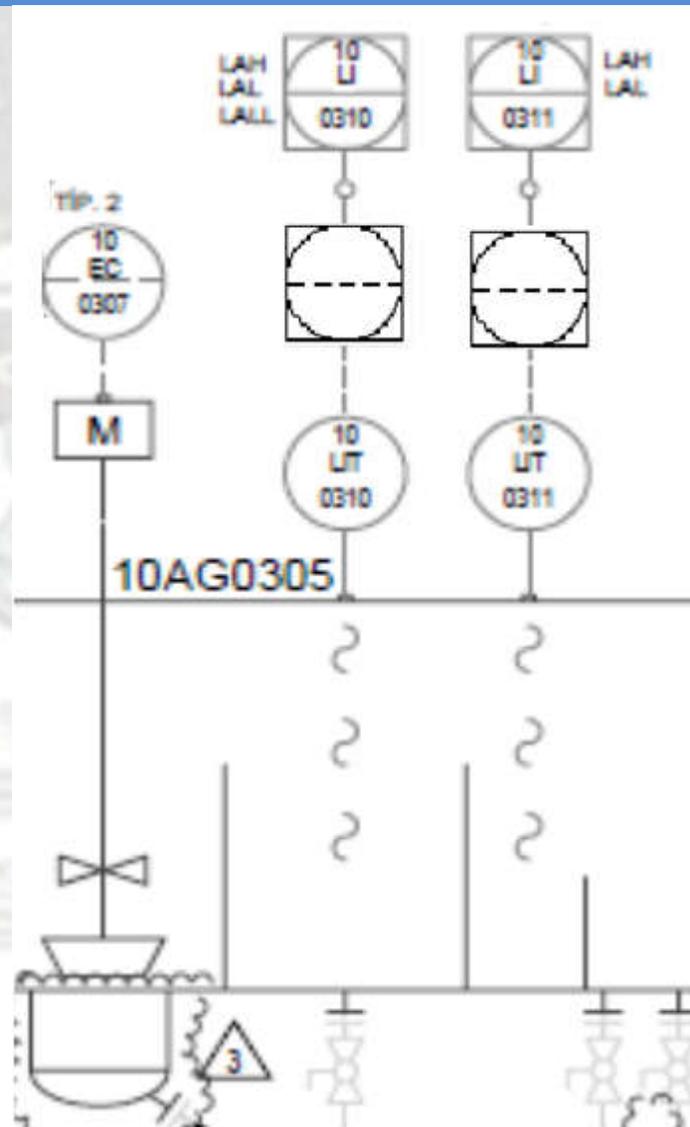
Ou

Diagramas P&I: process and
instrumentation

Instrumentação

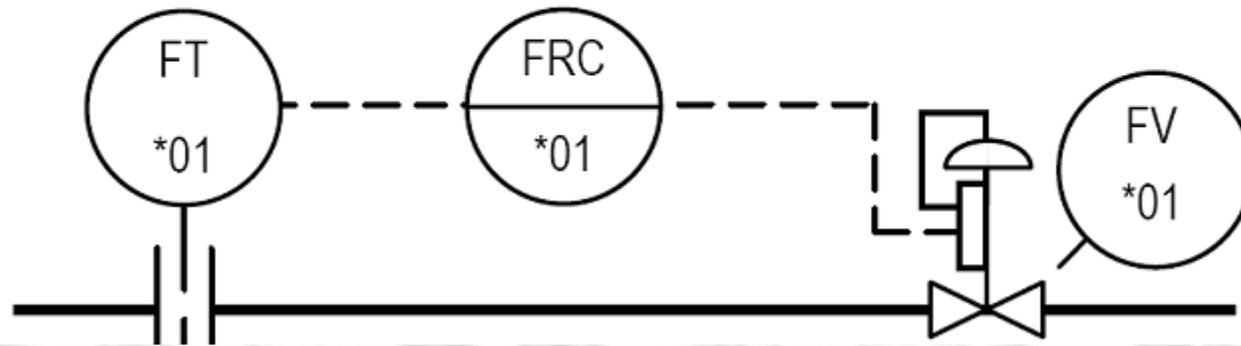


Instrumentação

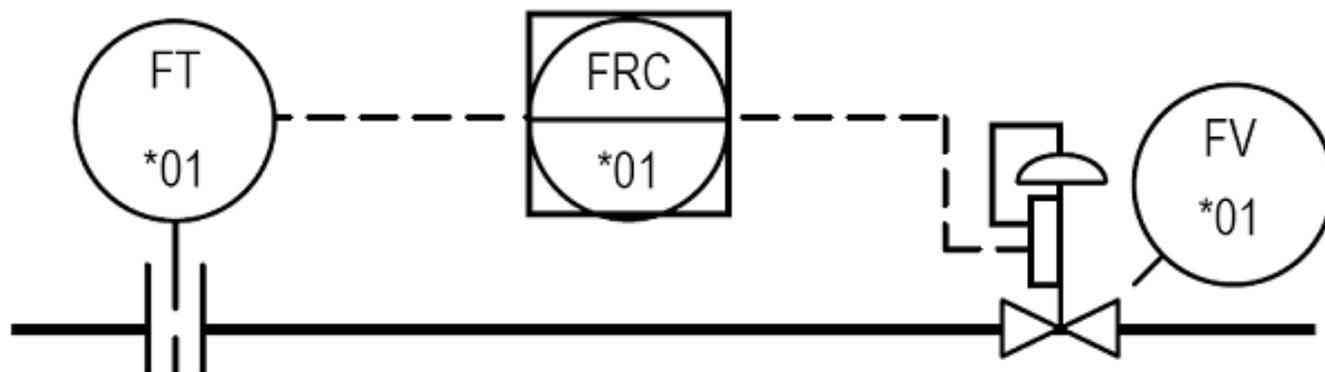


Instrumentação

Instrumentação eletrônica discreta:

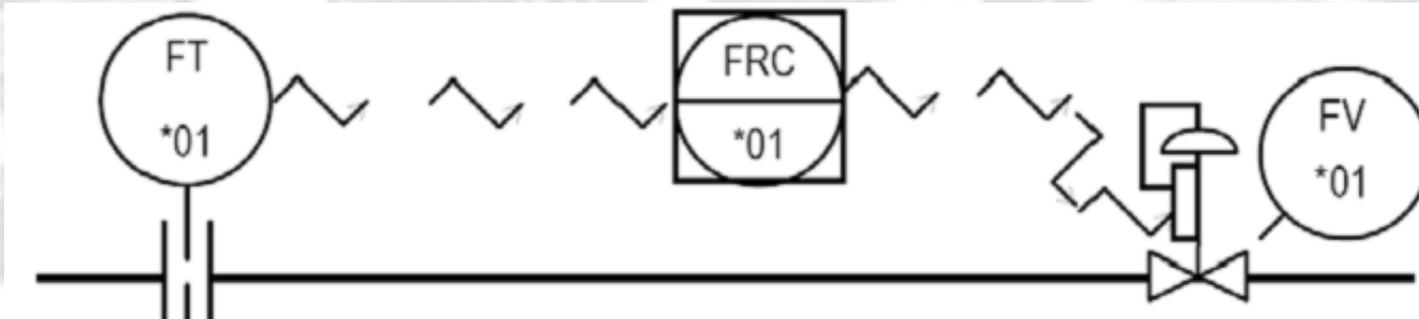


Display compartilhado, instrumentação de controle compartilhado:

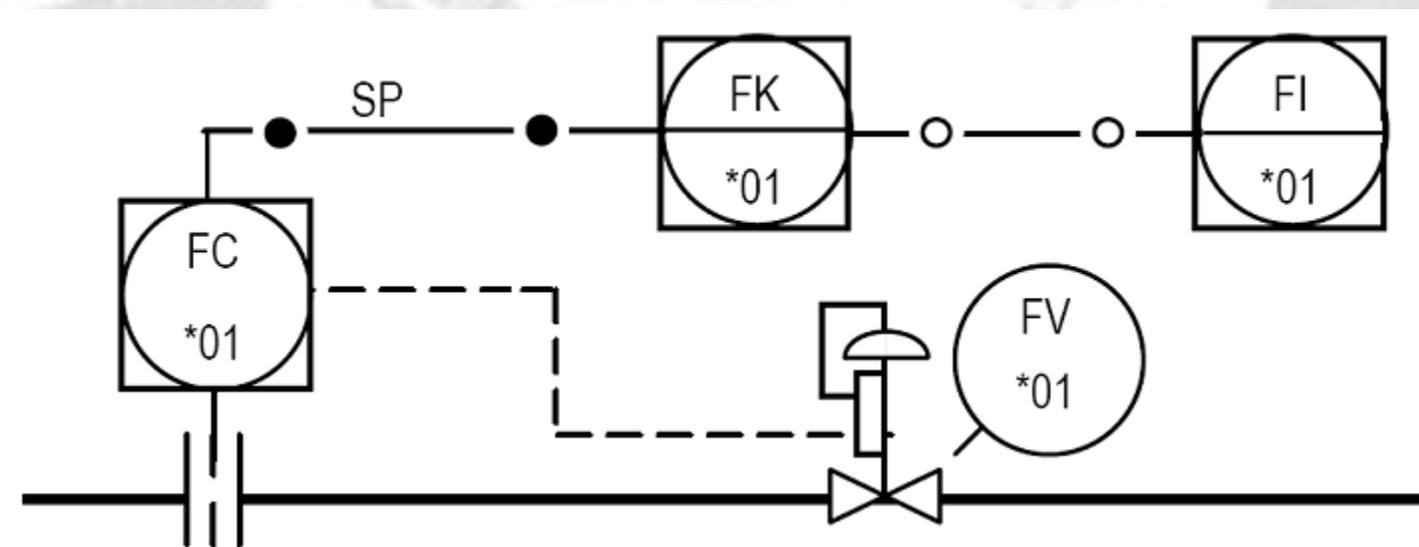


Instrumentação

Display compartilhado, controle compartilhado e instrumentação wireless:



Transmissor/controlador fieldbus e posicionador de válvula eletrônico:





Avaliação

Bibliografia

- DOEBELIN, ERNEST O. Measurement Systems: Applications and Design. McGraw Hill.
- ALVES, JOSÉ L. L. Instrumentação, Controle e Automação de Processos. LTC.