



CONCEITOS BÁSICOS DE INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE

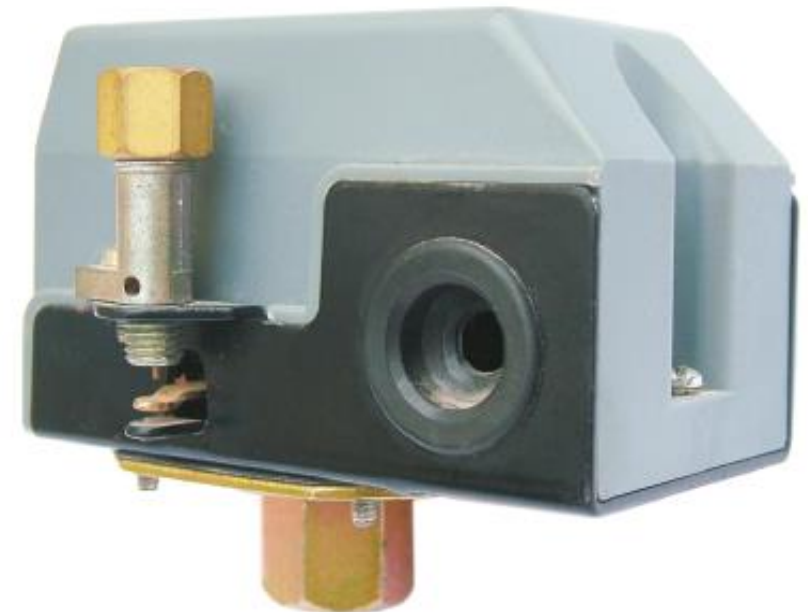
INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

Prof Roger Cruz

CLASSIFICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

INSTRUMENTOS CEGOS

- São instrumentos que não possuem indicação visível da variável medida, como os pressostatos e termostatos (elementos de controle de pressão e temperatura) que somente possuem uma escala externa com um índice de seleção para ajuste do *set-point* (ponto de atuação).



CLASSIFICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS



- São os instrumentos que possuem indicador e escala graduados, nos quais pode ser verificado, através da leitura, o valor da variável medida ou controlada.



CLASSIFICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

INSTRUMENTOS REGISTRADORES

- São instrumentos que registram a variável medida/controlada com um ou mais traços contínuos ou através de pontos





CLASSIFICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

- ELEMENTOS PRIMÁRIOS
- São elementos que estão em contato direto com a variável medida/controlada e que utilizam ou absorvem energia do próprio meio, para fornecer ao sistema de medição uma resposta em função da variação da variável medida ou controlada.



CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

- **Transdutores**
- São dispositivos que transformam um tipo de energia (através de um sensor) em uma grandeza mensurável.



Transdutor de pressão



Transdutor de temperatura



Transdutor de vazão

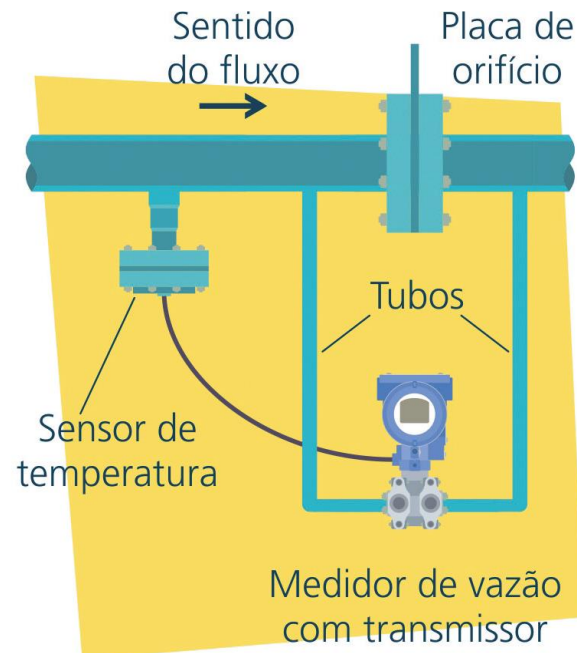


Transdutor de nível

CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS



(a)



(b)

- TRANSMISSORES
- São instrumentos que detectam as variações da variável medida/controlada através do elemento primário e transmitem-na a distância.
- (a) Transmissor de pressão
- (b) transmissor de pressão com compensação de temperatura
- Fonte: (a) www.yokogawa.com.br (b) CTISM



IDENTIFICAÇÃO E SÍMBOLOS DE INSTRUMENTOS

- As normas de instrumentacao estabelecem simbolos graficos e codificações para identificacao alfanumerica de instrumentos ou funcoes programadas que deverao ser utilizadas nos diagramas e malhas de controle de projetos de instrumentacao.

Quadro 6.1: Letras de identificação da instrumentação					
1º Grupo de Letras			2º Grupo de Letras		
Variável Medida ou Inicial			Função		
	1ª Letra	Modificadora	Informação ou Passiva	Ativa	Modificadora
A	analisador		alarme		
B	chama (de queima-dura)				
C	condutividade elétrica			controlador	
D	densidade ou massa específica (density)	diferencial			
E	tensão elétrica		elemento primário-sensor		
F	vazão (flow)	razão fração			
G	medida dimensional		visor		
H	comando manual (hand)				alto
I	corrente elétrica		indicador		
J	potência	varredura ou seleção manual			
K	tempo	taxa de variação		estação de controle	
L	nível		lâmpada		baixo
M	multivariável		multifunção	multifunção	multifunção
N	livre escolha				
O	livre escolha		orifício		
P	pressão		conexão para ponto teste		
Q	quantidade ou evento	integrador ou totalizador			
R	radiação, radioatividade		registrador ou impressor		
S	velocidade ou frequência	segurança		chave	
T	temperatura			transmissor	
U	unidade	instantâneo			média
V	viscosidade			válvula	
W	peso ou força		ponto de prova ou poço		
X	não classificado	eixo dos X	não classificado	não classificado	não classificado
Y	estado, presença ou sequência de eventos	eixo dos Y	relé, conversor, solenóide		
Z	posição ou dimensão	eixo dos Z	acionador, atuador não classificado		

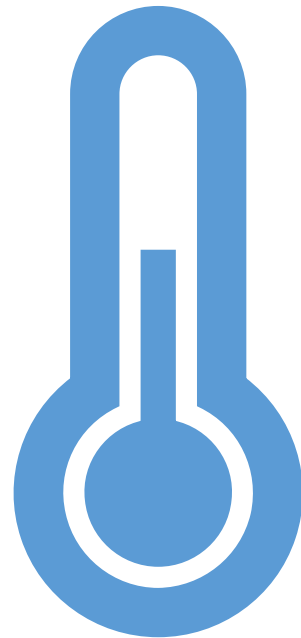
Quadro 6.1: Letras de identificação da instrumentação

1º Grupo de Letras Variável Medida ou Inicial			2º Grupo de Letras Função		
1ª Letra	Modificadora	Informação ou Passiva	Ativa	Modificadora	
A	analisador		alarme		
B	chama (de queima- dura)				
C	condutividade elétrica		controlador		
D	densidade ou massa específica (density)	diferencial			
E	tensão elétrica		elemento primário-sensor		
F	vazão (flow)	razão fração			
G	medida dimensional		visor		
H	comando manual (hand)				alto
I	corrente elétrica		indicador		
J	potência	varredura ou seleção manual			
K	tempo	taxa de variação		estação de controle	

L	nível		lâmpada		baixo
M	multivariável		multifunção	multifunção	multifunção
N	livre escolha				
O	livre escolha		orifício		
P	pressão		conexão para ponto teste		
Q	quantidade ou evento	integrador ou totalizador			
R	radiação, radioatividade		registrador ou impressor		
S	velocidade ou frequência	segurança		chave	
T	temperatura			transmissor	
U	unidade	instantâneo			média
V	viscosidade			válvula	
W	peso ou força		ponto de prova ou poço		
X	não classificado	eixo dos X	não classificado	não classificado	não classificado
Y	estado, presença ou sequência de eventos	eixo dos Y	relé, conversor, solenóide		
Z	posição ou dimensão	eixo dos Z	acionador, atuador não classificado		



Exemplo



- **a)** TRC - 210 - 02A
- T variavel medida: Temperatura
- R funcao passiva: Registrador
- C funcao ativa: Controlador
- 210 area da fabrica onde o instrumento atua
- 02 numero da malha de controle
- A sufixo

















Usando as referências da simbologia ISA, identifique os instrumentos citados a seguir:

- a) LIC-210-02
 - L **NÍVEL**
 - C CONTROLADOR
 - I INDICADOR
 - Descrição completa do instrumento:
 - L variavel medida: **NÍVEL**
 - I funcao passiva: **INDICADOR**
 - C funcao ativa: **Controlador**
 - 210 area da fabrica onde o instrumento atua
 - 02 numero da malha de controle
-
- b) TE-110-01B
 - T **TEMPERATURA** E **SENSOR PRIMÁRIO**
 - Descrição completa do instrumento:
 - T variavel medida: **TEMPERATURA**
 - E funcao passiva: **SENSOR PRIMÁRIO**
 - 110 área da fabrica onde o instrumento atua
 - 01 numero de malha de controle
 - B O sufixo do instrumento

- c) FT-110-03
- F = Vazão
- T = Transmissão
- Descrição completa do instrumento:
- F variavel medida: Vazão
- T função passiva: Transmissor
- 110 area da fabrica onde o instrument atua
- 03 numero de malha de controle

SIMBOLOGIA

- A Figura representa como os instrumentos e componentes do processo são localizados e a sua configuração.
- Podemos exemplificar: Um termometro podera ser localizado “no campo”, ou seja, não estara em uma sala, e podera ser ou não acessível ao operador

	Instrumentos discretos	Instrumentos compartilhados	Computador de processo	Controlador programável
Locação principal acessível ao operador				
Montado no campo				
Locação auxiliar acessível ao operador				
Locação auxiliar não acessível ao operador				

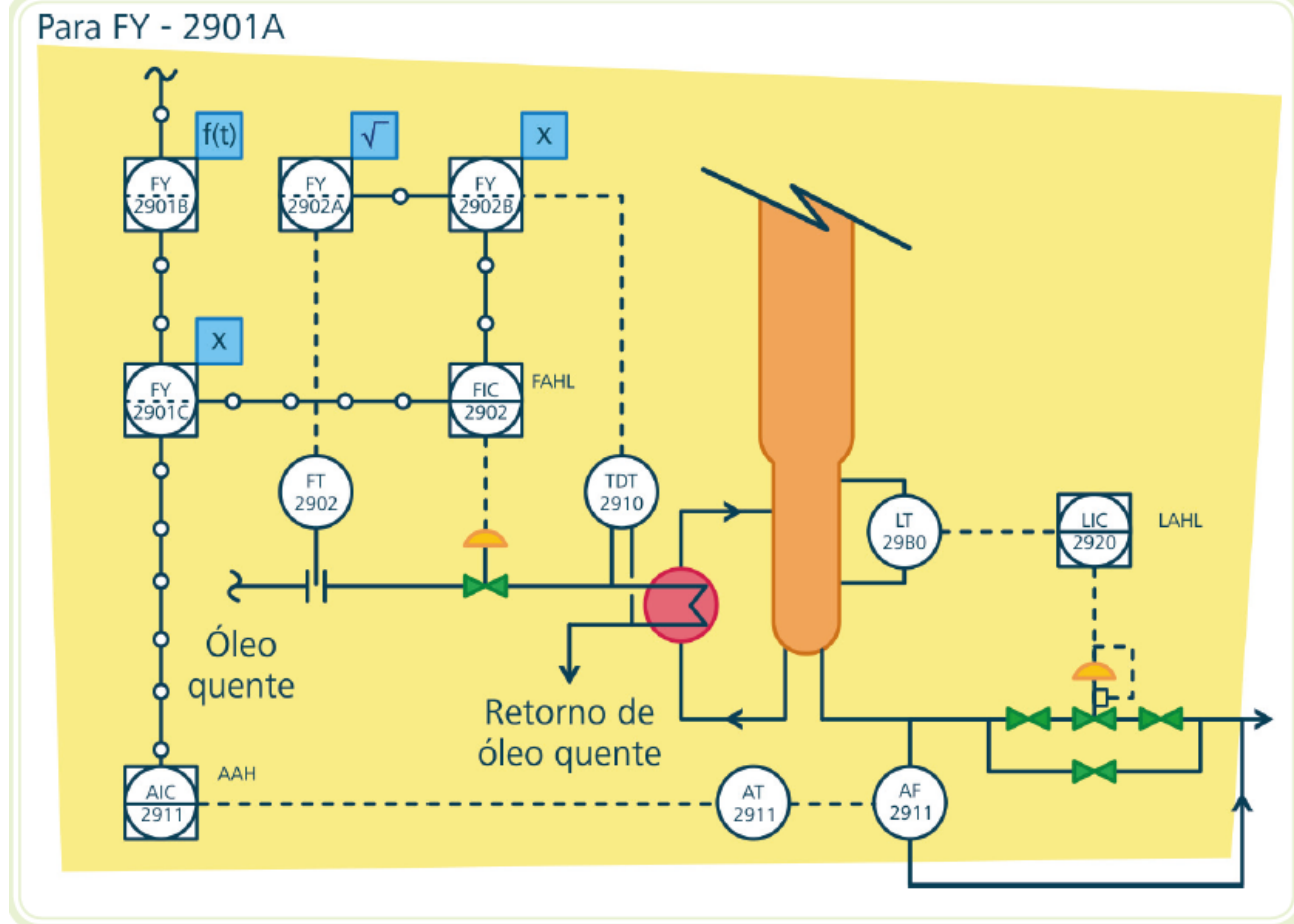


SIMBOLOGIA

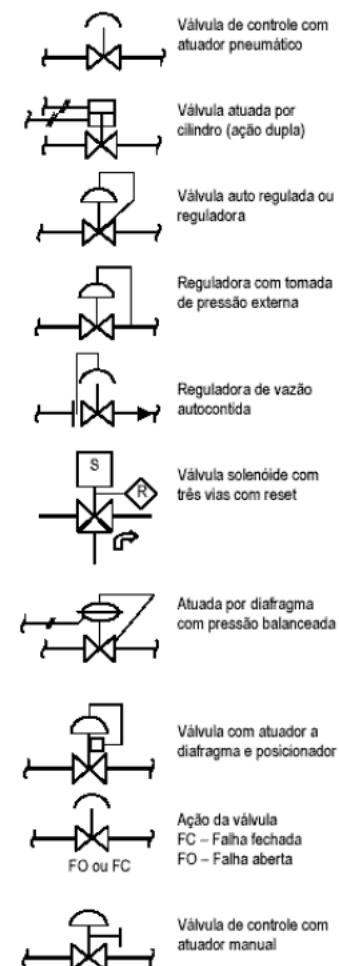
Símbolo	Função	Símbolo	Função
Σ ou +	Soma	\times	Multiplicação
Σ / M	Média	\div	Divisão
Δ ou -	Subtração	$\sqrt{\quad}$	Extração de raiz quadrada
K ou P	Proporção	$\sqrt[n]{\quad}$	Extração de raiz
\int ou I	Integral	x^n	Exponenciação
$\frac{d}{dt}$ ou D	Derivativo	f (x)	Função não linear
>	Seletor de sinal alto	∇	Limite superior
<	Seletor de sinal baixo	\nwarrow	Limite inferior
\pm	Polarização	$\nabla \nwarrow$	Limitador de sinal
f (t)	Função tempo	\div	Conversão de sinal

Símbolo	Função	Símbolo	Função
————	Suprimento	$\times \times \times$	Sinal binário pneumático
$\nabla \nabla \nabla$	Sinal não definido	-----	Sinal elétrico
$\nabla \nabla \nabla$	Sinal pneumático	$\nabla \nabla \nabla$	Sinal elétrico
$\nabla \nabla \nabla$	Sinal hidráulico	$\times \times \times$	Tubo capilar
$\nabla \nabla \nabla$	Sinal eletromagnético ou sônico (transmissão guiada)	$\sim \sim \sim$	Sinal eletromagnético ou sônico (transmissão não guiada)
$\nabla \nabla \nabla$	Ligação configurada internamente ao sistema (ligação por <i>software</i>)	$\nabla \nabla \nabla$	Ligação mecânica
$\nabla \nabla \nabla$	Sinal <i>fieldbus</i>	-----	Sinal binário elétrico
$\nabla \nabla \nabla$		$\nabla \nabla \nabla$	

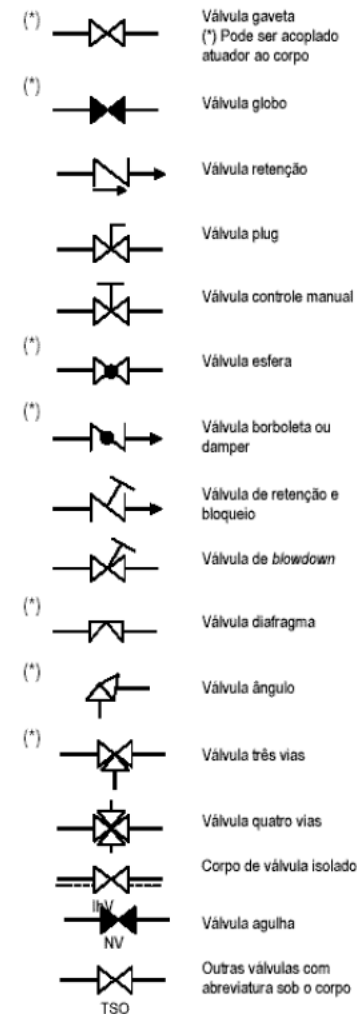
EXEMPLO DE FLUXOGRAMA



Tab. 1.2.1. Válvulas de controle



Tab. 1.2.2. Válvulas manuais



NECESSIDADE DO PROJETO

- As grandezas a serem medidas (temperatura, pressão, nível, vazão, etc.);
- Como será medida a grandeza;
- As unidades de medida de cada grandeza;
- Os tipos de instrumentos;
- O material de construção do instrumento.

DIAGRAMA FUNCIONAL

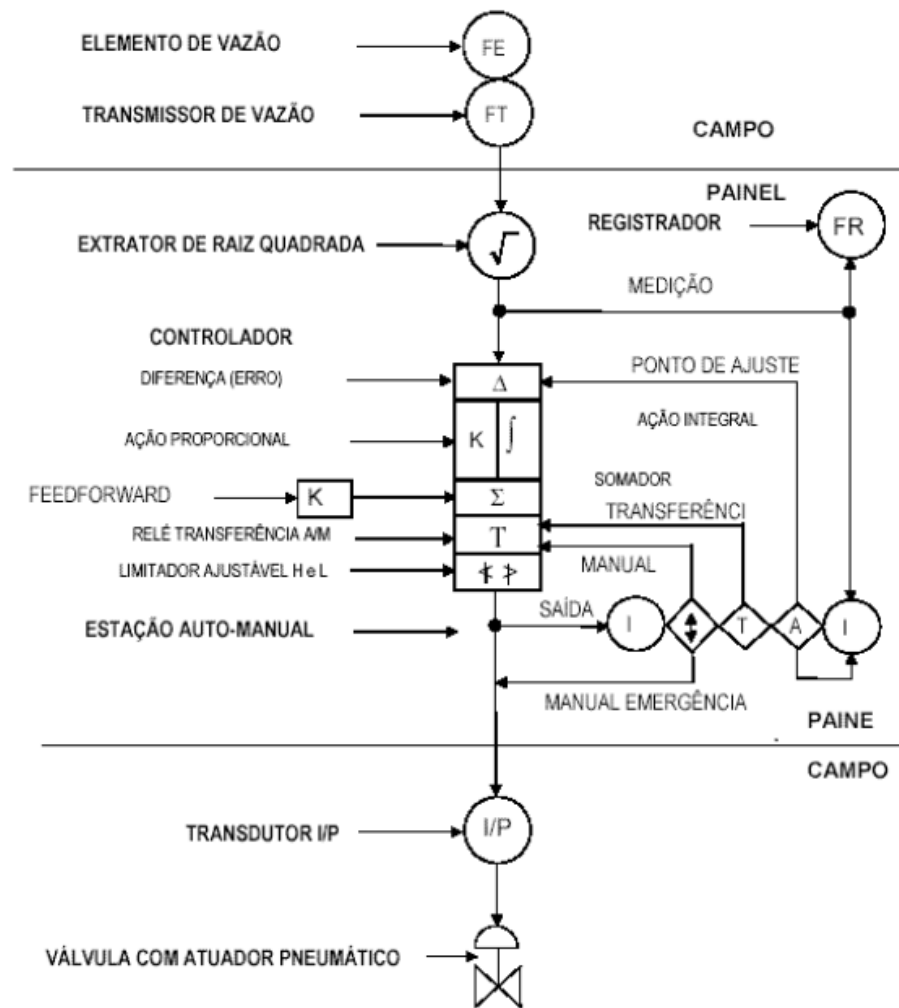


Diagrama funcional detalhado típico de uma malha de controle.



SISTEMAS DE CONTROLE

- CONTROLADORES
- São instrumentos que possuem um sinal de saída que pode ter o valor da sua grandeza modificado, para manter a variável de processo (temperatura) dentro do *set-point* (valor estabelecido), ou para alterá-la para um valor previamente determinado
- **Controladores analógicos** – possuem construção de tecnologia analógica.
- **Controladores digitais** – possuem construção de tecnologia digital.

ELEMENTOS FINAIS DE CONTROLE

- São equipamentos que recebem o sinal de correção do controlador e, em função desse sinal, modificam/atuam sobre a variável manipulada ou agente de controle



Válvula de controle instalada:

- (a) atuador pneumático;
- (b) elemento obturador;
- (c) transmissor;
- (d) sensor
- (e) ar comprimido

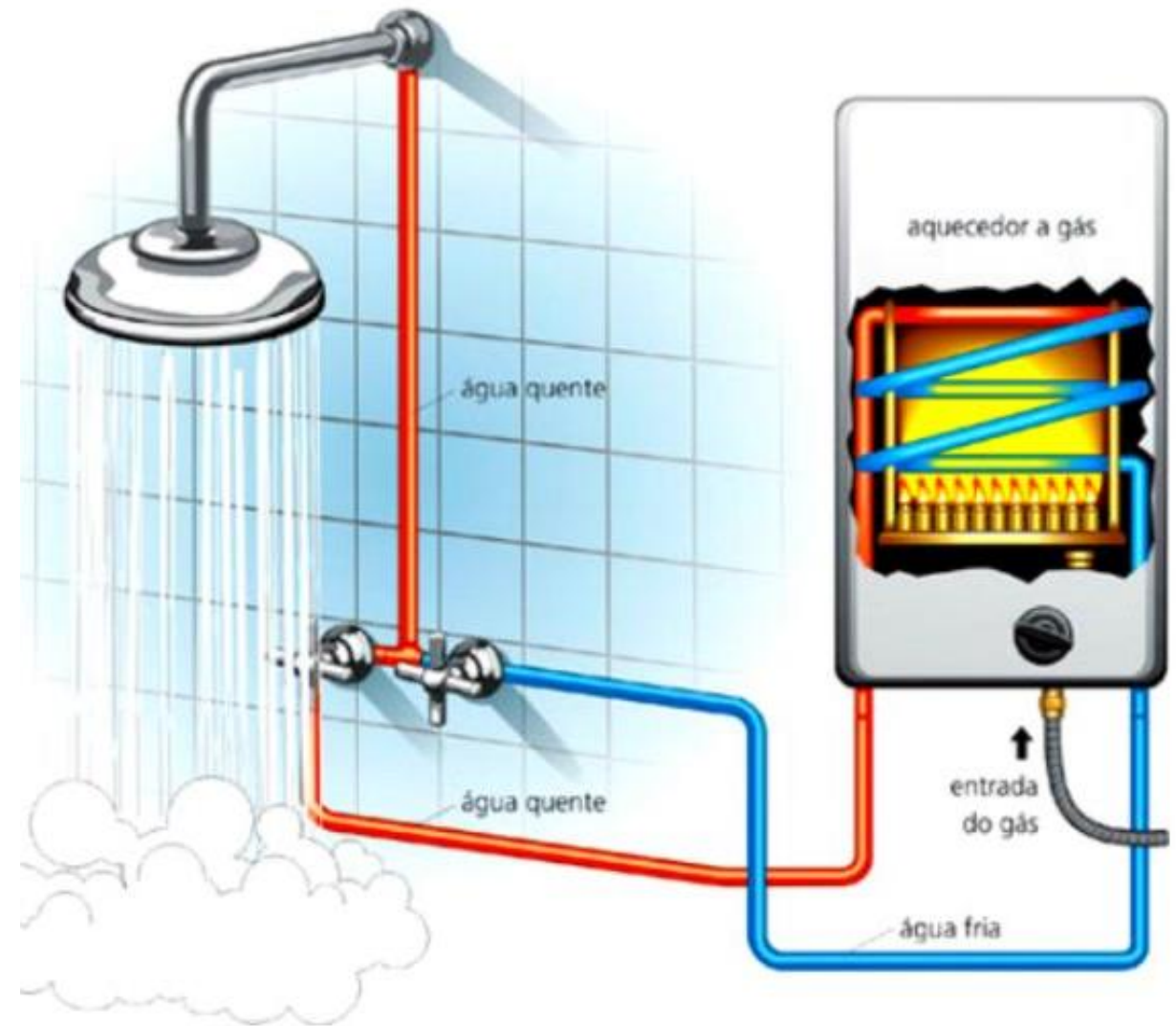


Natureza lógica dos sistemas de controle

- A necessidade de controle de encher um reservatório de água.
- Abre-se a entrada de água.
- Quando o reservatório estiver cheio basta fechar a entrada de água; portanto, é um controle simples.

Natureza lógica dos sistemas de controle

- Em um processo contínuo de aquecimento de água (lembre-se do seu chuveiro), se variar a pressão da rede de água, irá variar a quantidade de água e, se não houver variação da potência continuamente, conforme varia a quantidade de água, a temperatura de saída irá variar.





Tipos de controle de processos

Malha aberta – não considera as variações que podem ocorrer no processo. Programa temporal (exemplo: partida estrela/triângulo de um motor elétrico). Programa sequencial (fechamento da malha por operador humano).

Exemplo

Aquecimento de água através de um chuveiro ou torneira elétrica.



Tipos de controle de processos

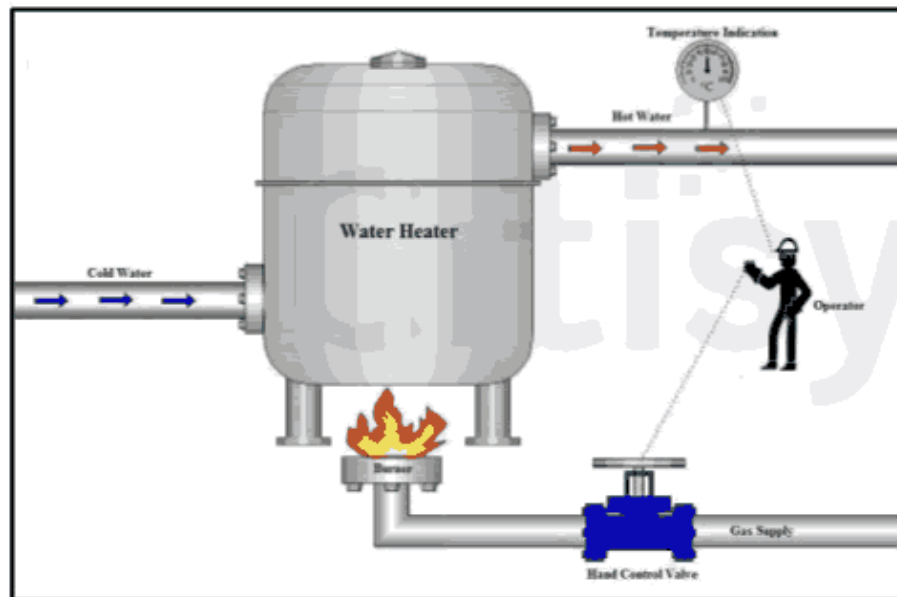
Malha fechada – determina o valor do erro e opera para reduzi-lo a zero, da melhor forma possível, através de:

- *Feedback*/realimentação.
- *Feedforward*/antecipação.

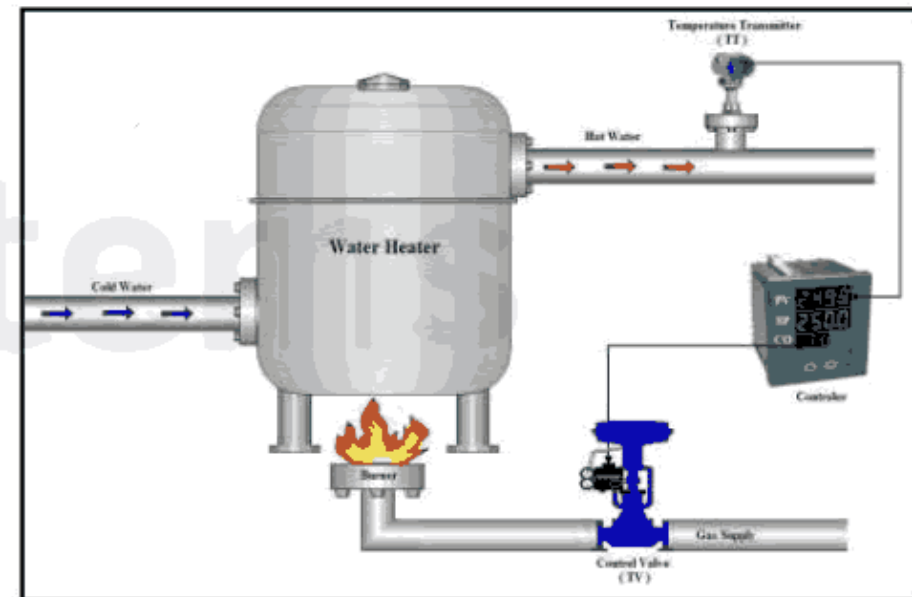
Exemplo

Aquecimento de água com temperatura constante a vapor.

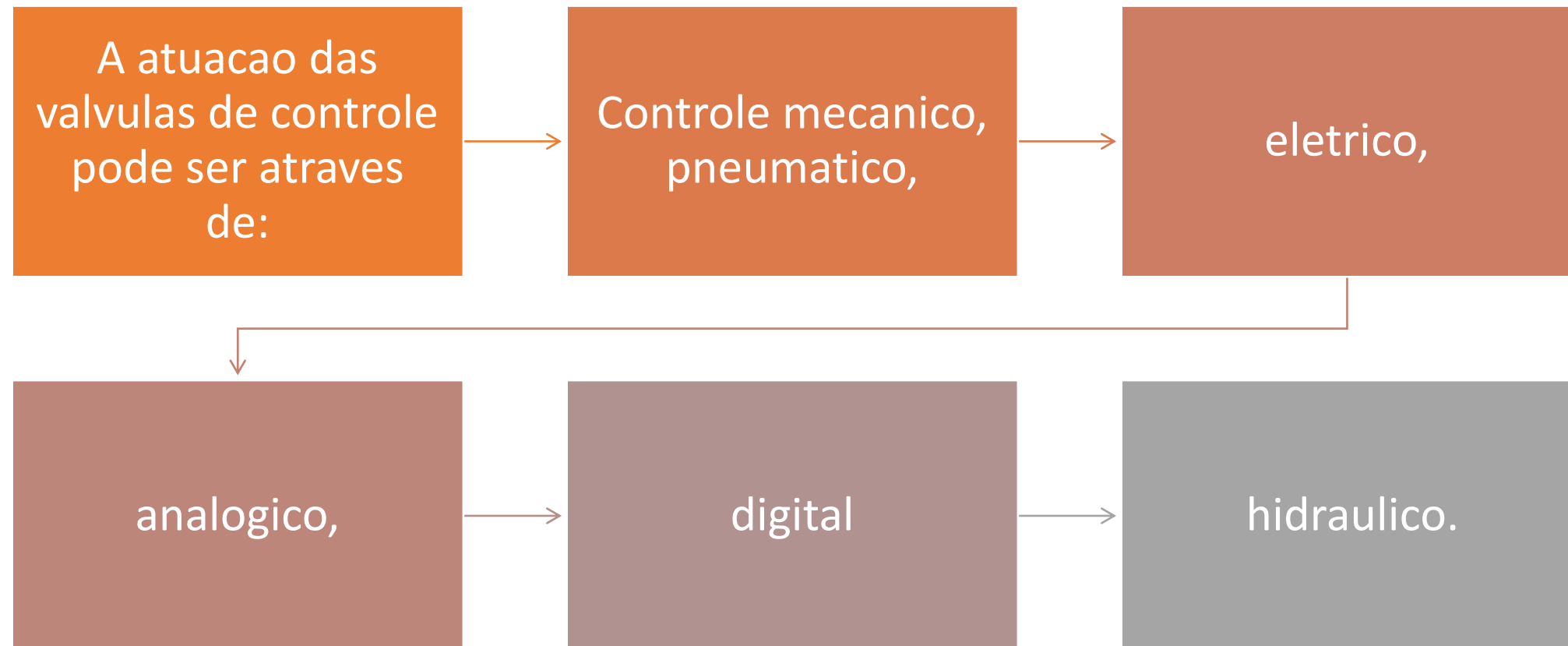
Controle em Malha Aberta



Controle em Malha Fechada

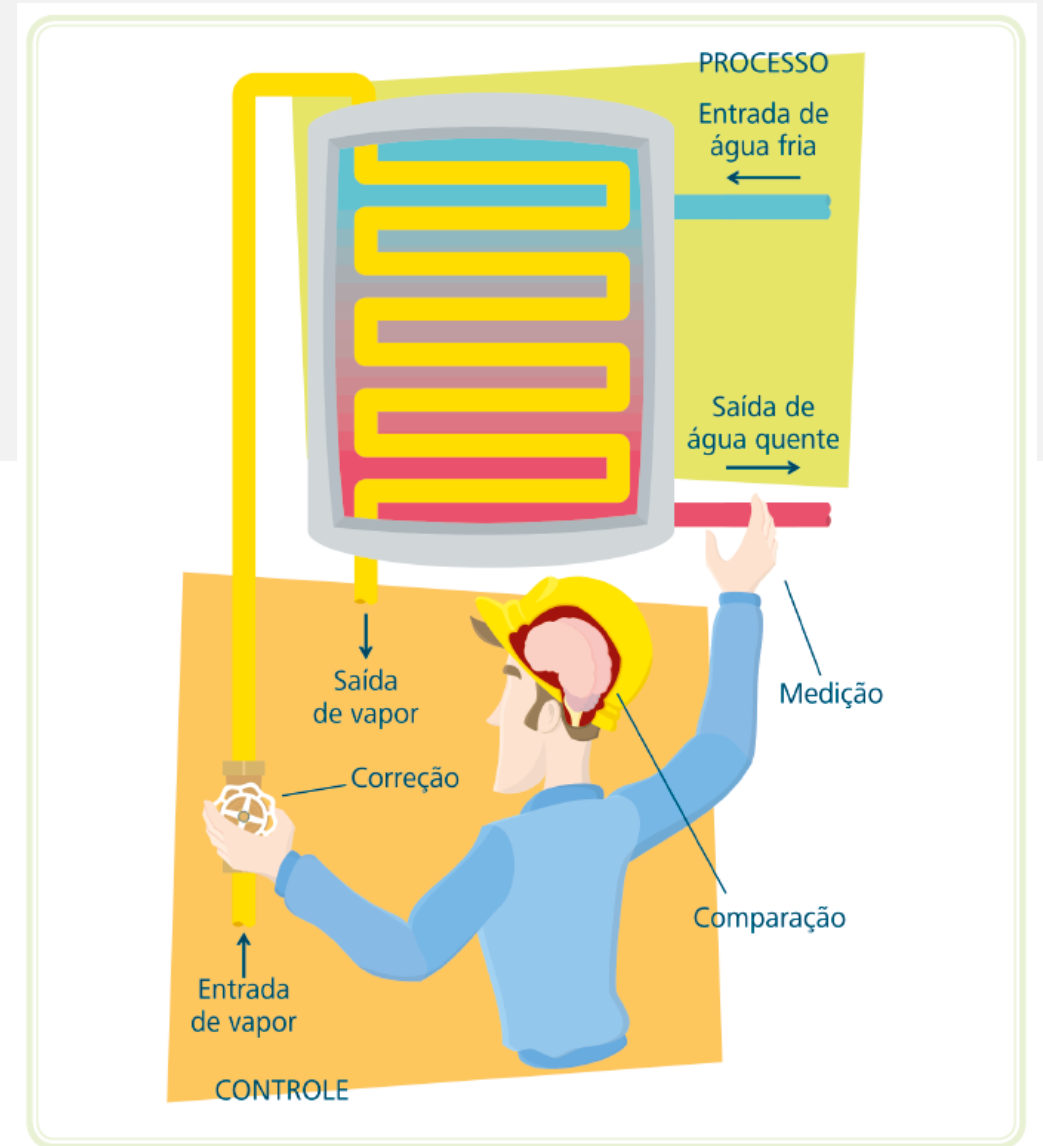


Natureza física dos sistemas de controle

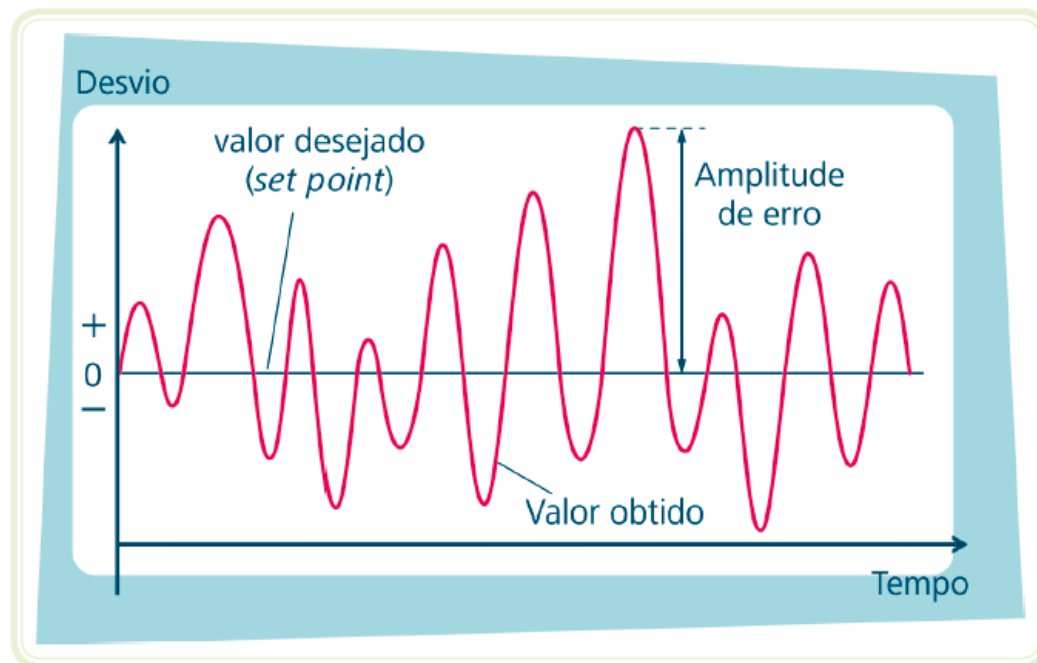


Instrumentação de controle de processos

- Os sistemas de controle evoluíram desde os controles manuais, nos quais a verificação, comparação e decisão eram, e ainda são, tomadas pelo operador.
- O método obriga a verificação contínua do(s) instrumento(s) e a manipulação do atuador, buscando manter a variável dentro dos limites exigidos para o processo.



Instrumentação de controle de processos



- O controle de processos manual não é eficiente, pois além da possibilidade de falta de atenção do operador, é difícil (para humanos) prever as oscilações do processo, resultando em grandes amplitudes de variação

SISTEMAS DE CONTROLE

