



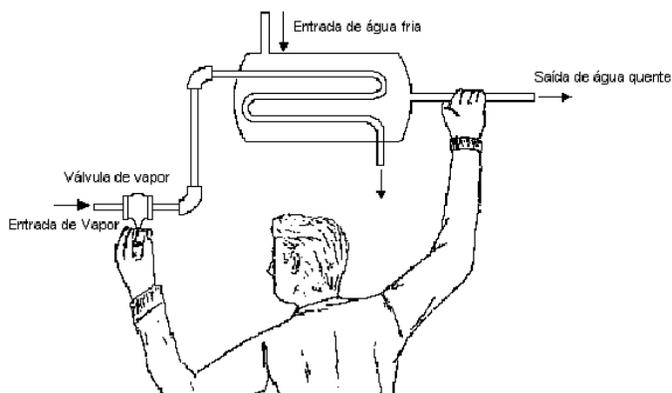
INSTRUMENTAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO É UMA CIÊNCIA QUE ESTUDA AS TÉCNICAS DE MEDIÇÃO, REGISTRO E CONTROLE DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO INDUSTRIAL

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



CONCEITOS E DEFINIÇÕES

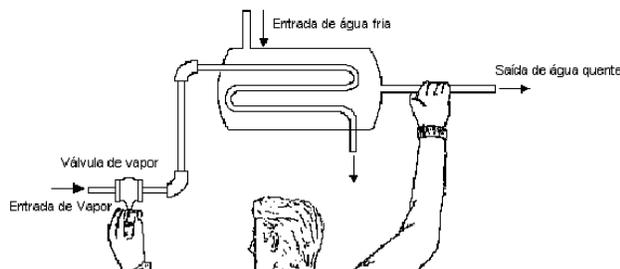


Nas indústrias, o termo **PROCESSO** tem um significado amplo. Uma operação unitária, como por exemplo, destilação, filtração ou aquecimento, é considerado um **PROCESSO**.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



CONCEITOS E DEFINIÇÕES



Quando se trata de controle, uma tubulação por onde escoo um fluido, um reservatório contendo água, um aquecedor ou um equipamento qualquer é denominado de **PROCESSO** .

PROCESSO é uma operação ou uma série de operações realizada em um determinado equipamento, onde varia pelo menos uma característica física ou química de um material.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



CONCEITOS E DEFINIÇÕES

PROCESSO CONTÍNUO

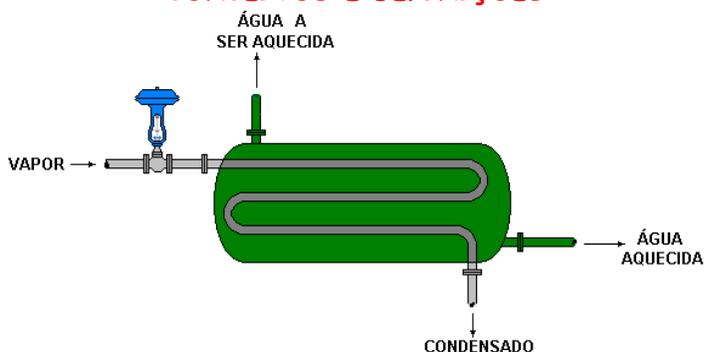
Um processo industrial é contínuo quando a matéria prima entra num lado do sistema e o produto final sai do outro, continuamente. Neste processo o termo contínuo significa um período de tempo relativamente longo, medido em horas, em dias e até em meses dependendo do processo.



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



CONCEITOS E DEFINIÇÕES

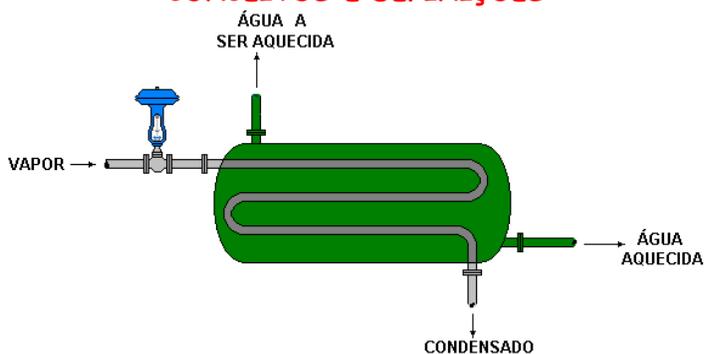


Variáveis de Processo São condições internas ou externas que afetam o desempenho de um processo, em todos os processos industriais é absolutamente necessário controlar e manter constantes algumas variáveis de processo, tais como pressão, nível, vazão, temperatura, pH, condutividade, velocidade, umidade, etc.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



CONCEITOS E DEFINIÇÕES



Variável Controlada de um processo é aquela que mais diretamente indica a forma ou o estado desejado do produto.

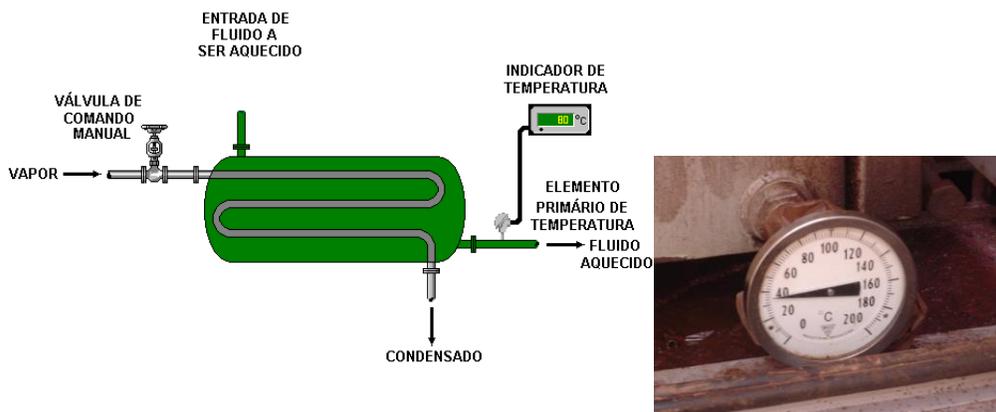
Variável manipulada do processo é aquela sobre a qual o controlador automático atua, no sentido de se manter a variável controlada no valor desejado

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



MALHA ABERTA E FECHADA

Na **MALHA ABERTA**, a informação sobre a variável controlada não é utilizada para ajustar qualquer entrada do sistema para compensar variações nas variáveis do processo.

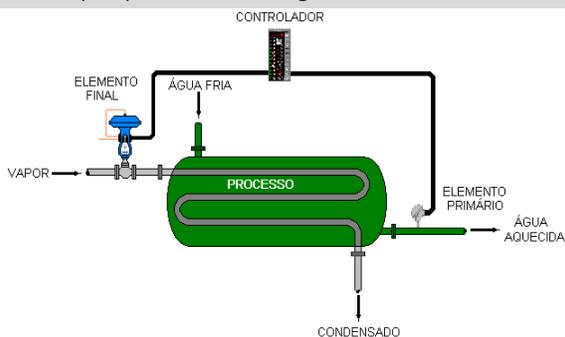


Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



MALHA ABERTA E FECHADA

Na **MALHA FECHADA**, a informação sobre a variável controlada, é comparada com o valor pré-estabelecido (SET POINT), e é utilizada para manipular uma ou mais variáveis do processo. No exemplo, a informação da temperatura do fluido da água aquecida, acarreta uma mudança no valor da variável do processo, no caso, a entrada de vapor. Se a temperatura da água aquecida estiver com o valor abaixo do valor do set point, a válvula abre, aumentando a vazão de vapor para aquecer a água. Se a temperatura da água estiver com um valor abaixo do set point, a válvula fecha, diminuindo a vazão de vapor para esfriar a água.



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



INSTRUMENTAÇÃO



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



INSTRUMENTAÇÃO

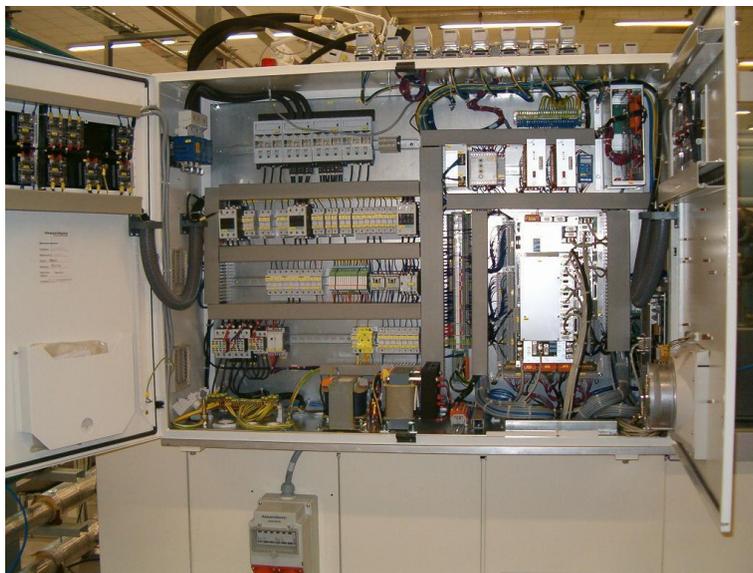


Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho





INSTRUMENTAÇÃO



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



INSTRUMENTAÇÃO



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



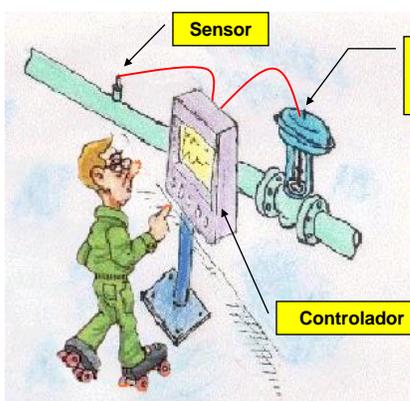
INSTRUMENTAÇÃO



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



INSTRUMENTAÇÃO CONTROLE AUTOMÁTICO LOCAL

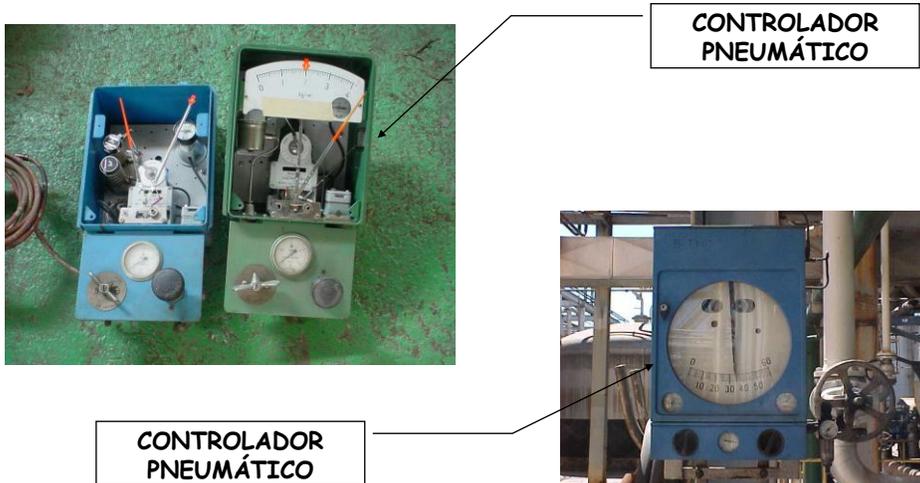


Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho





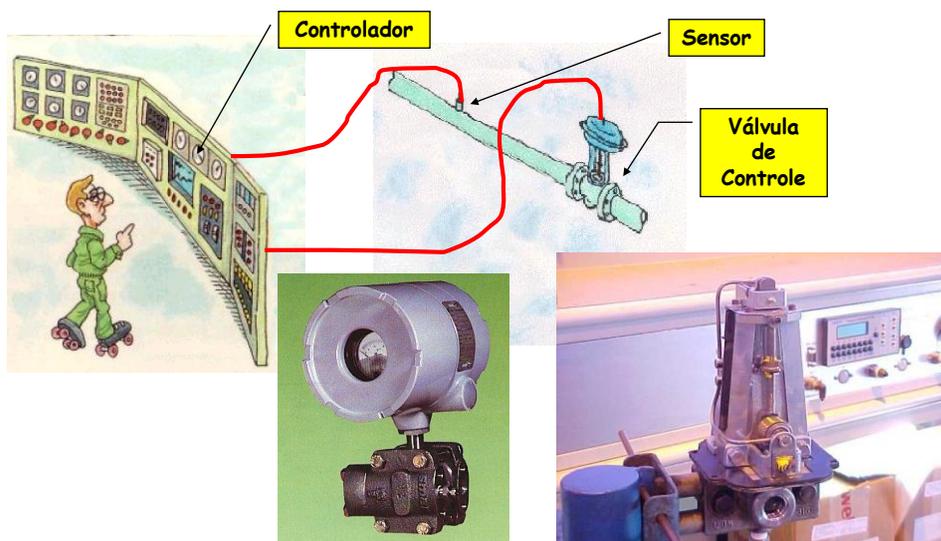
INSTRUMENTAÇÃO



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



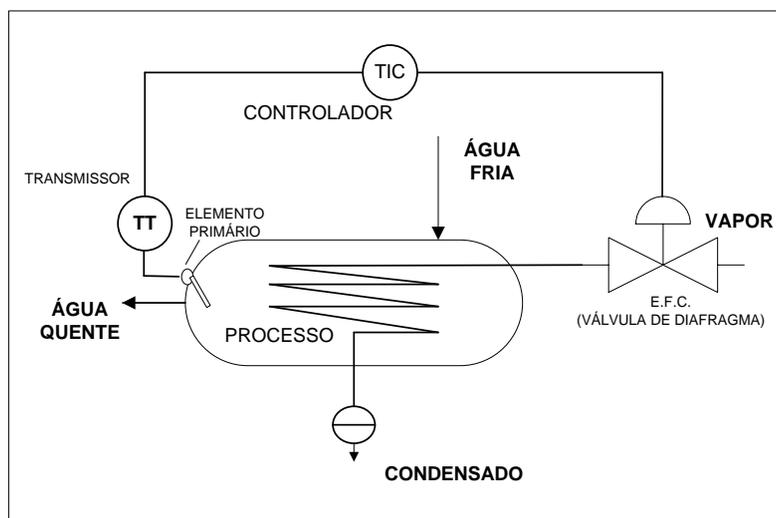
INSTRUMENTAÇÃO CONTROLE AUTOMÁTICO



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



INSTRUMENTAÇÃO



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



INSTRUMENTAÇÃO

DETETOR ou SENSOR (ELEMENTO PRIMÁRIO)= Dispositivos com os quais conseguimos detectar alterações na variável do processo. Pode ser ou não parte do transmissor

TRANSMISSOR= Tem a função de converter sinais do detector em outra forma capaz de ser enviada à distância para um instrumento receptor, normalmente localizado no painel.

ELEMENTO FINAL DE CONTROLE (VÁLVULA)= Dispositivo cuja função é modificar o valor de uma variável que leve o processo ao valor desejado.

CONTROLADOR= Instrumento que compara o valor medido com o desejado e, baseado na diferença entre eles, emite sinal de correção para a variável manipulada a fim de que essa diferença seja igual a zero

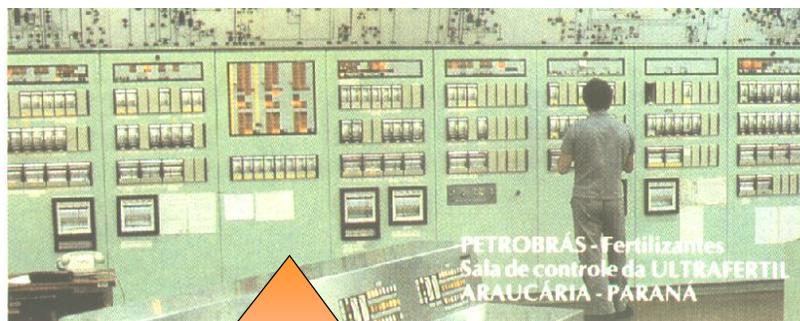
CAMPO

PAINEL

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



INSTRUMENTAÇÃO

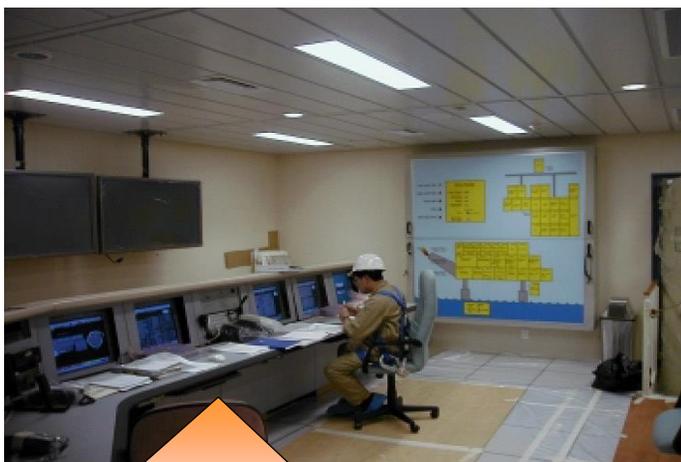


**SISTEMAS DE CONTROLE COM
INSTRUMENTAÇÃO DE PAINEL
CONVENCIONAL**

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



INSTRUMENTAÇÃO

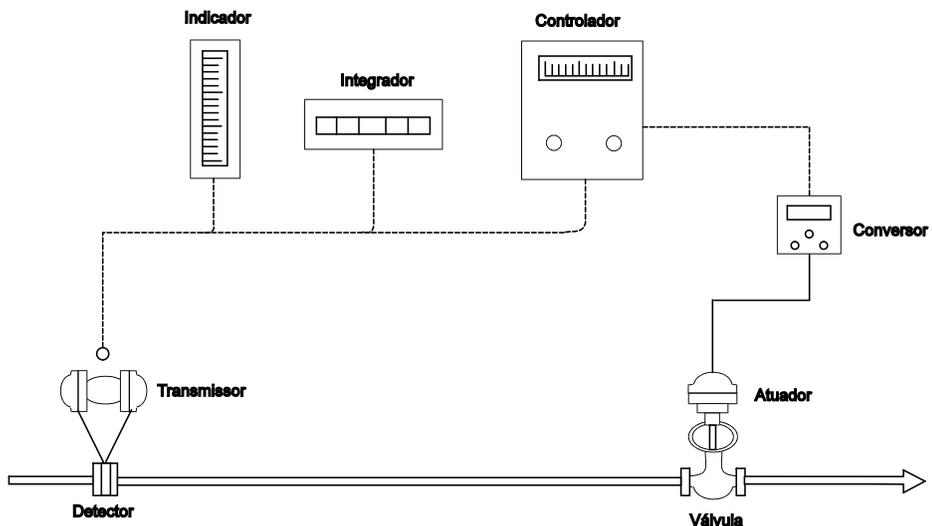


CONTROLE COM SISTEMAS DIGITAIS

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS



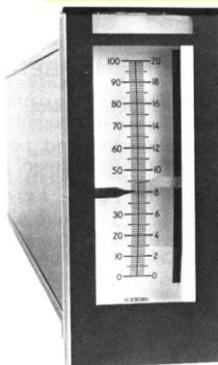
Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

INDICADOR

Instrumento que dispõe de um ponteiro e de uma escala graduada na qual podemos ler o valor da variável. Existem também indicadores digitais que indicam a variável em forma numérica com dígitos ou barras gráficas



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

REGISTRADOR

Instrumento que registra a(s) variável(s) através de um traço contínuo ou pontos em um gráfico.



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

CONTROLADOR

Instrumento que compara a variável controlada com um valor desejado e fornece um sinal de saída a fim de manter a variável controlada em um valor específico ou entre valores determinados. A variável pode ser medida, diretamente pelo controlador ou indiretamente através do sinal de um transmissor ou transdutor.



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho





CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

CONVERSOR

São instrumentos que recebem sinais correspondentes a variáveis de processos e fornecem um sinal de saída. No caso dos conversores, recebe informações na forma de uma ou mais quantidades físicas, modifica caso necessário as informações e fornece um sinal de saída resultante.



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

TRANSMISSOR

Os transmissores, determinam o valor de uma variável no processo através de um elemento primário, tendo o mesmo sinal de saída (pneumático ou eletrônico) cujo valor varia apenas em função da variável do processo.



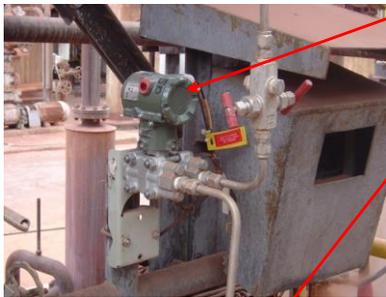
ELEMENTO FINAL DE CONTROLE (VÁLVULA)

Instrumento que modifica diretamente o valor da variável manipulada de uma malha de controle.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS



TRANSMISSOR DE PRESSÃO

VÁLVULA DE CONTROLE

CHAVE DE ALTA PRESSÃO



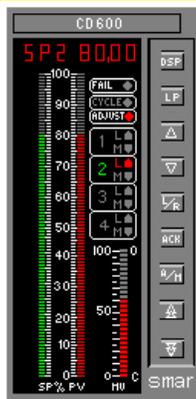
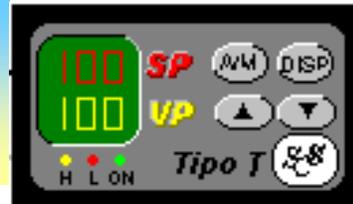
Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

Controlador "single-loop"

O controlador "single-loop" controla somente uma malha de uma determinada variável (pressão, nível, temperatura, vazão, pH, etc.).



Controlador "multi-loop"

O controlador "multi-loop" controla mais do que uma malha de determinadas variáveis, simultaneamente. Possui diversos blocos de controle que são interligados internamente através de uma programação (configuração), conforme as necessidades do usuário.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho





CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

Controlador Programável (CLP)

Possui uma memória programável para armazenamento interno de instruções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas e processos.

CPU	o-00	o-00	o-00	o-00	o-00	o-00
	o-01	o-01	o-01	o-01	o-01	o-01
	o-02	o-02	o-02	o-02	o-02	o-02
	o-03	o-03	o-03	o-03	o-03	o-03
	o-04	o-04	o-04	o-04	o-04	o-04
	o-05	o-05	o-05	o-05	o-05	o-05
	o-06	o-06	o-06	o-06	o-06	o-06
	o-07	o-07	o-07	o-07	o-07	o-07
	IN	IN	IN	OUT	OUT	OUT



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho

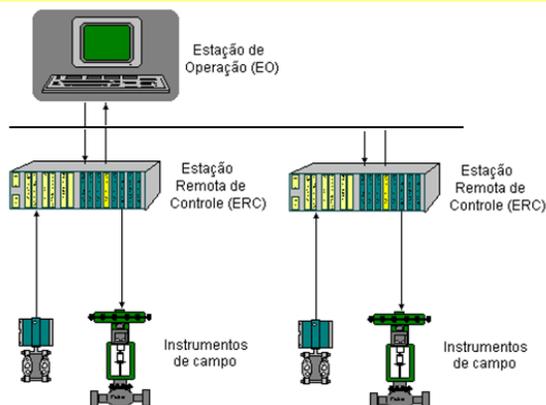


CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD)

É um sistema que possui estações remota de controle conectadas a um computador com monitores de vídeo, teclado, impressora e traçador de gráficos, permitindo a visualização e monitoração de todas as informações do processo.

As estações remota de controle recebem informações de diversos "devices" (instrumentos), com possibilidade de monitorar, controlar, manter e operar uma planta industrial. Incorporam funções de: comando de atuadores de campo, monitoração de dados de processo, controle contínuo, controle em bateladas e controle estatístico, além de alarmes de condições e estado de variáveis de processo, emissão de relatórios e aquisição de dados.



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



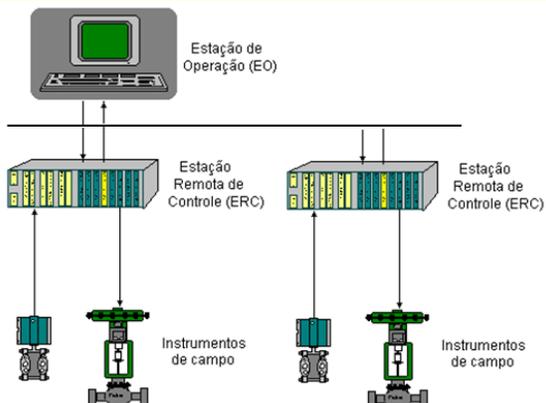


CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD)

As estações remota de controle recebem informações de diversos "devices" (instrumentos), com possibilidade de monitorar, controlar, manter e operar uma planta industrial.

Incorporam funções de: comando de atuadores de campo, monitoração de dados de processo, controle contínuo, controle em bateladas e controle estatístico, além de alarmes de condições e estado de variáveis de processo, emissão de relatórios e aquisição de dados.



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



CLASSIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

Sistema Supervisório



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



IDENTIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

1ª LETRA		LETRAS SUCESSIVAS			
	Variável Medida	Letra de Modificação	Função de Leitura Passiva	Função de Saída	Letra de Modificação
A	Análise (2)(3)(4)	-	Alarme	-	
B	Chama ou 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)	Diferencial, Diferença (11a)(12a)	-	-	Desvio (28)
E	Tensão elétrica (2)	-	Elemento primário, Sensor	-	-
F	Vazão ou Fluxo, Taxa de fluxo (2)	Razão ou Taxa (12b)	-	-	-
G	Escolha do usuário	-	Vidro, Indicação, Visor (16)	-	-
H	Manual (2)	-	-	-	Alto (27a)(28a)(29)
I	Corrente elétrica (2)	-	Indicação (17)		-
J	Potência elétrica (2)		Varredura (18)	-	-

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



IDENTIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

1ª LETRA		LETRAS SUCESSIVAS			
	Variável Medida	Letra de Modificação	Função de Leitura Passiva	Função de Saída	Letra de Modificação
K	Tempo, Calendário (2)	Taxa de variação (12c)(13)		Estação de controle (24)	
L	Nível (2)		Luz (19)	-	Baixo (27b)(28)(29)
M	Escolha do usuário (3a)(5)				Médio ou 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 ou restrição	-	Aberto (27a)
P	Pressão (2)		Ponto de teste	-	-
Q	Quantidade (2)	Integração ou totalização (11b)	-	-	-
R	Radiação (2)	-	Registro (20)	-	Rodando

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



IDENTIFICAÇÃO DE INSTRUMENTOS

1ª LETRA			LETRAS SUCESSIVAS		
	Variável Medida	Letra de Modificação	Função de Leitura Passiva	Função de Saída	Letra de Modificação
S	Velocidade ou frequência (2)	Segurança (14)		Chave (23b)	Parado
T	Temperatura (2)	-	-	Transmissor	-
U	Multivariável (2)(6)	-	Multifunção (21)	Multifunção (21)	
V	Vibração, análise mecânica (2)(4)(7)	-	-	Válvula ou Defletor (13)	-
W	Peso ou força (2)	-	Poço ou Provador	-	-
X	Não classificada (8)	Eixo X (11c)	Dispositivo acessório (22), Não classificado (8)	Não classificado (8)	Não classificado (8)
Y	Estado, presença ou evento (2)(9)	Eixo Y (11c)	-	Dispositivo auxiliar (23d)(25)(26)	-
Z	Posição, Dimensão (2)	Eixo Z (11c), Sistema Instrumentado de Segurança (30)	-	Atuador ou Elemento final de controle não classificado	-

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Símbolos de funções e dispositivos de instrumentação

Nota: Números entre parêntesis são explicados em notas a seguir.

No.	Monitoramento compartilhado, Controle compartilhado (1)		C	D	Acessibilidade e localização (6)
	A	B			
	Primeira Escolha ou Sistema de Controle de Processo Básico (2)	Escolha Alternativa ou Sistema Instrumentado de Segurança (3)	Software e Sistemas por Computador (4)	Discreto (5)	
1					<ul style="list-style-type: none"> •Localizado no campo. •Montado fora de console, gabinete ou painel. •Visível no campo. •Normalmente acessível ao operador.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Símbolos de funções e dispositivos de instrumentação

No.	Monitoramento compartilhado, Controle compartilhado		C	D	Acessibilidade e localização
	A	B			
	Primeira Escolha	Escolha Alternativa	Software e Sistemas por Computador	Discreto	
2					<ul style="list-style-type: none"> • Localizado em console ou painel central ou principal. • Visível na frente de painel ou monitor de vídeo. • Normalmente acessível ao operador na frente do painel ou console.
3					<ul style="list-style-type: none"> • Localizado na traseira de painel central ou principal. • Localizado em gabinete atrás de painel. • Não visível na frente de painel ou monitor de vídeo. • Normalmente não acessível ao operador do painel ou console.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Símbolos de funções e dispositivos de instrumentação

No.	Monitoramento compartilhado, Controle compartilhado		C	D	Acessibilidade e localização
	A	B			
	Primeira Escolha	Escolha Alternativa	Software e Sistemas por Computador	Discreto	
4					<ul style="list-style-type: none"> • Localizado em console ou painel local ou secundário. • Visível na frente de painel ou monitor de vídeo. • Normalmente acessível ao operador na frente do painel ou console.
5					<ul style="list-style-type: none"> • Localizado na traseira de painel local ou secundário. • Localizado em gabinete de campo. • Não visível na frente de painel ou monitor de vídeo. • Normalmente não acessível ao operador do painel ou console.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS

LOCALIZAÇÃO TIPO	LOCAÇÃO PRINCIPAL NORMALMENTE ACESSÍVEL AO OPERADOR	MONTADO NO CAMPO	LOCAÇÃO AUXILIAR NORMALMENTE ACESSÍVEL AO OPERADOR	LOCAÇÃO AUXILIAR NORMALMENTE NÃO ACESSÍVEL AO OPERADOR
INSTRUMENTOS DISCRETOS				
INSTRUMENTOS COMPARTILHADOS				
COMPUTADOR DE PROCESSO				
CONTROLADOR PROGRAMÁVEL				

ISA 5.1
antiga

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Símbolos de linha: conexões entre instrumentos

No.	Símbolo	Aplicação
1	IA _____	<ul style="list-style-type: none"> • IA pode ser substituído por PA [Ar de processo], NS [nitrogênio], ou GS [qualquer alimentação de gás]. • Indicar a pressão se necessário, por ex.: PA-70kPa, NS-150psig, etc.
2	ES _____	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentação elétrica de instrumento. • Indicar o tipo de tensão, conforme necessário, por exemplo: ES-220VAC. • ES poderá ser substituído por 24VDC ou 120VAC.
3	HS _____	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentação hidráulica de instrumento. • Indicar a pressão, conforme necessário, por exemplo: HS-70psig.
4		<ul style="list-style-type: none"> • Sinal Indefinido. • Usar em diagramas de fluxo de processo. • Usar em casos em que o tipo de sinal não é motivo de preocupação.
5		<ul style="list-style-type: none"> • Sinal pneumático, continuamente variável ou binário.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Símbolos de linha: conexões entre instrumentos

No.	Símbolo	Aplicação
6		<ul style="list-style-type: none">• Sinal eletrônico ou elétrico continuamente variável ou binário.• Sinal binário para diagrama funcional.
7		<ul style="list-style-type: none">• Sinal continuamente variável para diagramas funcionais.• Sinal elétrico em diagramas LADDER e barramentos de energia.
8		<ul style="list-style-type: none">• Sinal hidráulico.
9		<ul style="list-style-type: none">• Tubo capilar com fluido térmico de enchimento.• Linha com fluido entre selo e instrumento.
10		<ul style="list-style-type: none">• Sinal eletromagnético de onda guiada..• Sinal sônico de onda guiada.• Cabo de fibra ótica.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Símbolos de linha: conexões entre instrumentos

No.	Símbolo	Aplicação
11		<ul style="list-style-type: none">• Sinal eletromagnético não guiado, luz, radiação, rádio, som, sinal sem fio, etc.• Sinal de instrumentação sem fio.• Link de comunicação sem fio.
12		<ul style="list-style-type: none">• Link de comunicação e barramento de sistema entre dispositivos e funções de um sistema de controle e sistema de monitoramento compartilhado.• Link de comunicação e barramento de sistema de DCS, PLC, ou PC.
13		<ul style="list-style-type: none">• Link de comunicação ou barramento conectando dois ou mais sistemas independentes baseados em computadores ou microprocessadores• Conexões de DCS para DCS, DCS para PLC, PLC para PC e DCS p/ Fieldbus, etc.
14		<ul style="list-style-type: none">• Link de comunicação e barramento de sistema entre dispositivos e funções de um sistema fieldbus.• Link de/ para dispositivos "inteligentes".
15		<ul style="list-style-type: none">• Link de comunicação entre um dispositivo e um sistema ou dispositivo de ajuste para calibração remota.• Link de/ para dispositivos "smart".

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho





SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS

	SUPRIMENTO OU IMPULSO *		SINAL NÃO DEFINIDO
	SINAL PNEUMÁTICO **		SINAL ELÉTRICO
	SINAL HIDRÁULICO		TUBO CAPILAR
	SINAL ELETROMAGNÉTICO OU SÔNICO (TRANSMISSÃO GUIADA) ***		SINAL ELETROMAGNÉTICO OU SÔNICO (TRANSMISSÃO NÃO GUIADA) ***
	LIGAÇÃO CONFIGURADA INTERNAMENTE AO SISTEMA (LIGAÇÃO POR SOFTWARE)		LIGAÇÃO MECÂNICA
	SINAL BINÁRIO PNEUMÁTICO		SINAL BINÁRIO ELÉTRICO

ISA 5.1
antiga

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



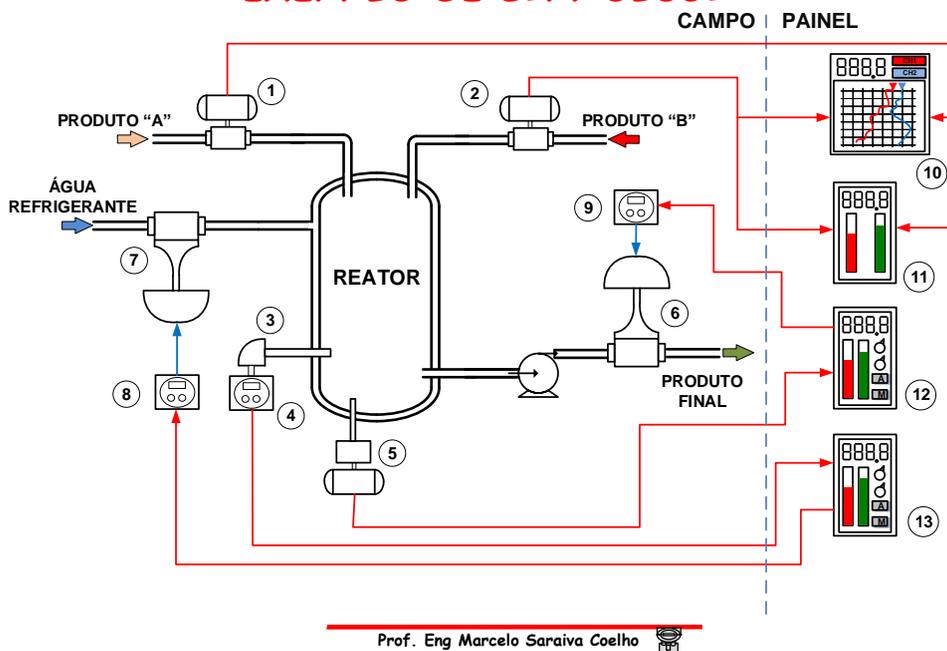
INDICADOR DE FUNÇÃO PARA CONVERSOR OU RELÉ

SÍMBOLO	FUNÇÃO	SÍMBOLO	FUNÇÃO
Σ ou $+$	SOMA	\times	MULTIPLICAÇÃO
Σ/x	MÉDIA	\div	DIVISÃO
Δ ou $-$	SUBTRAÇÃO	$\sqrt{\quad}$	EXTRAÇÃO DE RAIZ QUÁDRADA
K ou P	PROPORCIONAL	$\sqrt[n]{\quad}$	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	\downarrow	LIMITE SUPERIOR
$<$	SELETOR DE SINAL BAIXO	\uparrow	LIMITE INFERIOR
\pm	POLARIZAÇÃO	$\downarrow \uparrow$	LIMITADOR DE SINAL
$f(t)$	FUNÇÃO TEMPO	$\frac{D}{n}$	CONVERSÃO DE SINAL

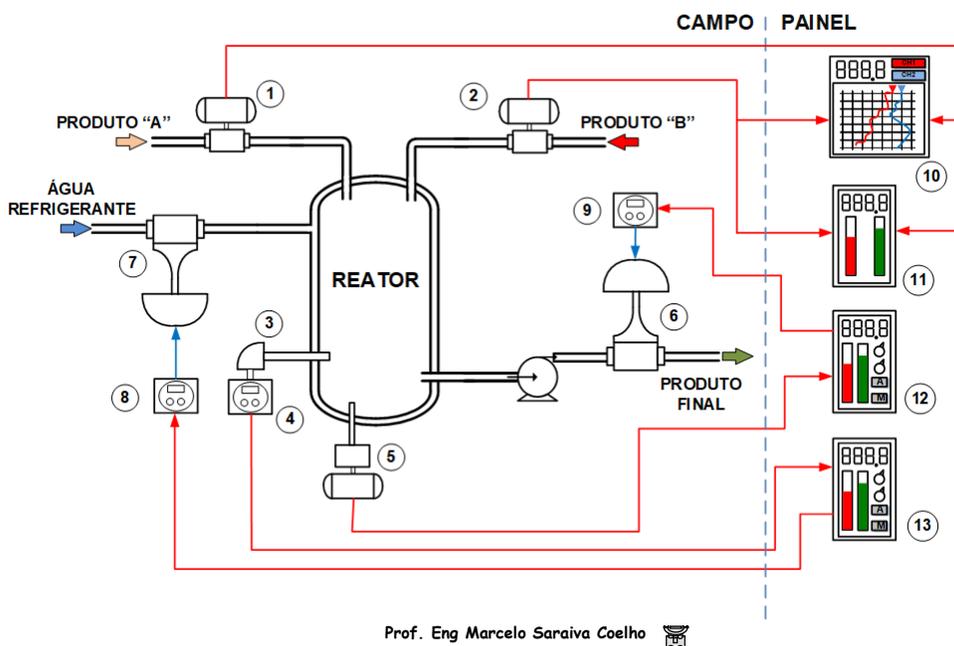
Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



EXEMPLO DE SIMBOLOGIA



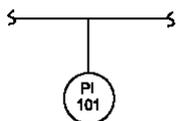
EXEMPLO DE SIMBOLOGIA



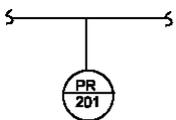


EXEMPLO DE SIMBOLOGIA

Pressão



Indicador de pressão
(manômetro) (montagem local)



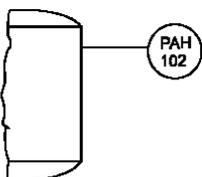
Registrador de pressão no
painel.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 

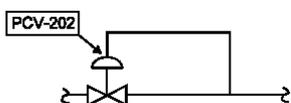


EXEMPLO DE SIMBOLOGIA

Pressão



Alarme de pressão alta
montagem local.



Válvula reguladora de pressão
auto-atuada.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



SIMBOLOGIA ELEMENTO PRIMÁRIO (SENSOR) DE VAZÃO

Flow	6		<ul style="list-style-type: none"> Generic orifice plate. Restriction orifice.
Flow	7		<ul style="list-style-type: none"> Orifice plate in quick-change fitting.
Flow	8		<ul style="list-style-type: none"> Concentric circle orifice plate. Restriction orifice.
Flow	9		<ul style="list-style-type: none"> Eccentric circle orifice plate.
Flow	10		<ul style="list-style-type: none"> Circle quadrant orifice plate.
Flow	11		<ul style="list-style-type: none"> Multi-hole orifice plate
Flow	12		<ul style="list-style-type: none"> Generic venturi tube, flow nozzle, or flow tube. Notation from Table 5.2.2 required at (*) if used for more than one type.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



SIMBOLOGIA ELEMENTO PRIMÁRIO (SENSOR) DE VAZÃO

Flow	16		<ul style="list-style-type: none"> Integral orifice plate.
Flow	17		<ul style="list-style-type: none"> Standard pitot tube.
Flow	18		<ul style="list-style-type: none"> Averaging pitot tube.
Flow	19		<ul style="list-style-type: none"> Turbine flowmeter. Propeller flowmeter.
Flow	20		<ul style="list-style-type: none"> Vortex shedding flowmeter
Flow	21		<ul style="list-style-type: none"> Target flowmeter.
Flow	22	(4) a) b)	<ul style="list-style-type: none"> Magnetic flowmeter.
Flow	23	(4) a) b)	<ul style="list-style-type: none"> Thermal mass flowmeter.

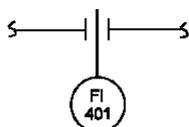
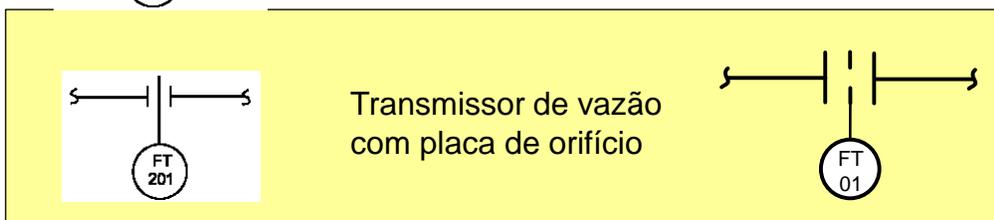


EXEMPLO DE SIMBOLOGIA ELEMENTO PRIMÁRIO (SENSOR) DE VAZÃO

Vazão



Medidor de linha (Rotâmetro)



Indicador de vazão com placa de
orifício (montagem local)

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



SIMBOLOGIA ELEMENTO PRIMÁRIO (SENSOR) DE NÍVEL

Level	32		<ul style="list-style-type: none"> Displacer internally mounted in vessel.
Level	33		<ul style="list-style-type: none"> Ball float internally mounted in vessel. May be installed through top of vessel.
Level	34		<ul style="list-style-type: none"> Radiation, single point. Sonic.
Level	35		<ul style="list-style-type: none"> Radiation, multi-point or continuous.
Level	36		<ul style="list-style-type: none"> Dip tube or other primary element and stilling well. May be installed through side of vessel. May be installed without stilling well.
Level	37		<ul style="list-style-type: none"> Float with guide wires. Location of readout should be noted, at grade, at top, or accessible from a ladder. Guide wires may be omitted.
Level	38		<ul style="list-style-type: none"> Insert probe. May be through top of vessel.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



SIMBOLOGIA **ELEMENTO PRIMÁRIO (SENSOR) DE ANÁLISE**

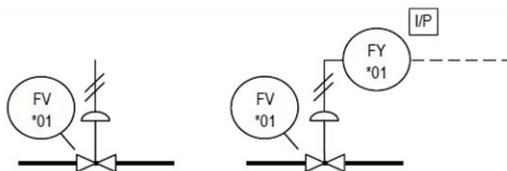
Analysis	1		<ul style="list-style-type: none">• Conductivity, moisture, etc.• Single element sensing probe.
Analysis	2		<ul style="list-style-type: none">• pH, ORP, etc.• Dual element sensing probe.
Analysis	3		<ul style="list-style-type: none">• Fiberoptic sensing probe.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



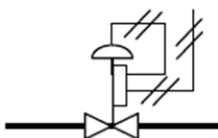
EXEMPLO DE SIMBOLOGIA **ELEMENTO FINAL DE CONTROLE (VÁLVULAS)**

**Válvulas de Controle sem
posicionador**

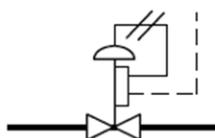


Referência: Anexo B - Norma ISA 5.1 (2009)

**Válvulas de Controle com
posicionador pneumático**



**Válvulas de Controle com
posicionador eletropneumático**



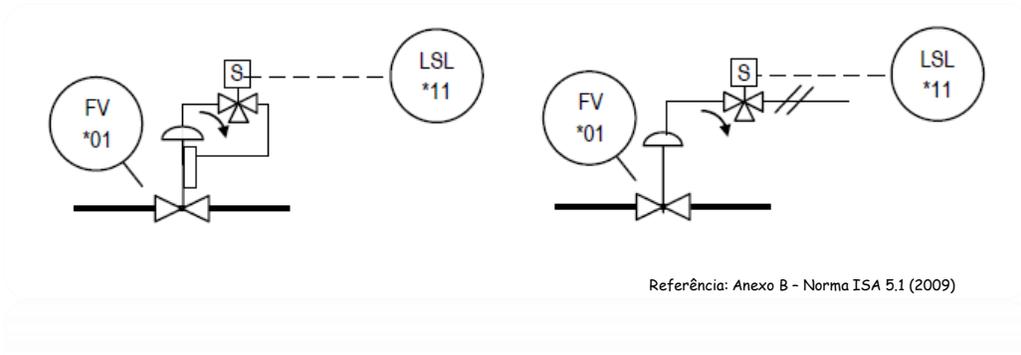
Referência: Anexo B - Norma ISA 5.1 (2009)

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



EXEMPLO DE SIMBOLOGIA ELEMENTO FINAL DE CONTROLE (VÁLVULAS)

Válvulas de Controle com e sem posicionador adicionada com solenóide de "trip"



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



SIMBOLOGIA Símbolos de linha: conexões entre sistemas digitais

Símbolo	Aplicação
—○—○—	<ul style="list-style-type: none"> • Link de comunicação e barramento de sistema entre dispositivos e funções de um sistema de controle e sistema de monitoramento compartilhado. • Link de comunicação e barramento de sistema de DCS, PLC, ou PC.
—●—●—	<ul style="list-style-type: none"> • Link de comunicação ou barramento conectando dois ou mais sistemas independentes baseados em computadores ou microprocessadores • Conexões de DCS para DCS, DCS para PLC, PLC para PC e DCS p/ Fieldbus, etc.
—◇—◇—	<ul style="list-style-type: none"> • Link de comunicação e barramento de sistema entre dispositivos e funções de um sistema fieldbus. • Link de/ para dispositivos "inteligentes".
- - ○ - - - - ○ - - - -	<ul style="list-style-type: none"> • Link de comunicação entre um dispositivo e um sistema ou dispositivo de ajuste para calibração remota. • Link de/ para dispositivos "smart".

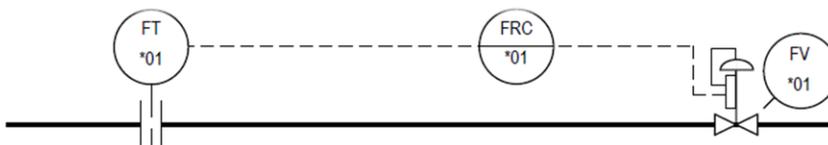
Referência: Anexo B - Norma ISA 5.1 (2009)

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



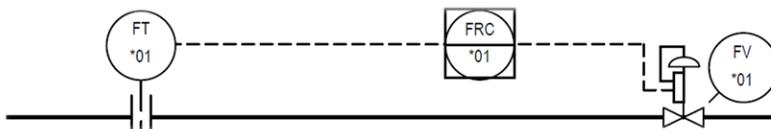
EXEMPLO DE SIMBOLOGIA MALHAS DE CONTROLE

Instrumentação discreta - Sinal de conexão eletrônico



Referência: Anexo B - Norma ISA 5.1 (2009)

Instrumentação de controle e mostrador compartilhados - Sinal de conexão eletrônico



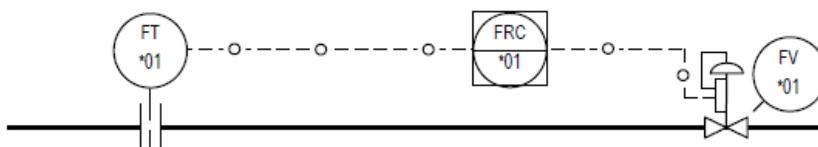
Referência: Anexo B - Norma ISA 5.1 (2009)

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



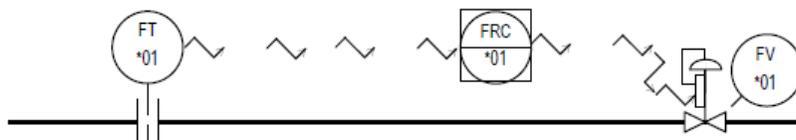
EXEMPLO DE SIMBOLOGIA MALHAS DE CONTROLE

Instrumentação de controle e mostrador compartilhados - Com barramento digital para diagnóstico e calibração de dispositivo de campo



Referência: Anexo B - Norma ISA 5.1 (2009)

Instrumentação de controle e mostrador compartilhados - Sinal de conexão sem fio - Wireless



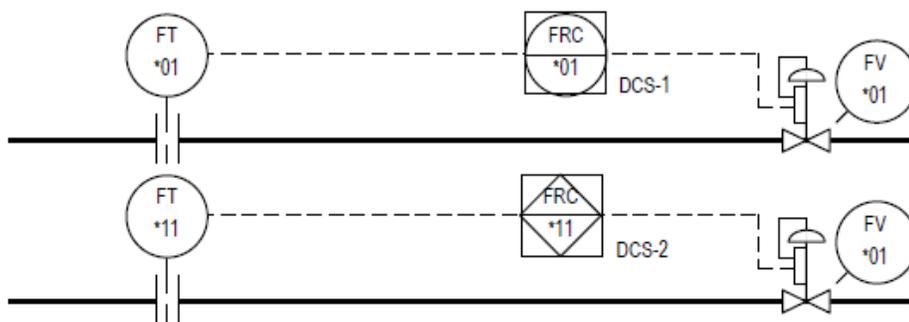
Referência: Anexo B - Norma ISA 5.1 (2009)

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



EXEMPLO DE SIMBOLOGIA MALHAS DE CONTROLE

Instrumentação de controle e mostrador compartilhados - Exemplo com símbolo de controlador/registrador de primeira escolha (preferencial) e alternativo sem barramento de comunicação



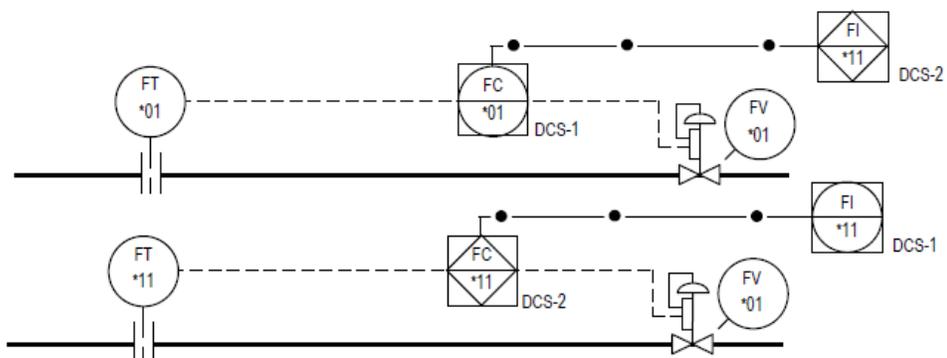
Referência: Anexo B - Norma ISA 5.1 (2009)

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



EXEMPLO DE SIMBOLOGIA MALHAS DE CONTROLE

Instrumentação de controle e mostrador compartilhados - Exemplo com sistema de primeira escolha e alternativo com barramento de comunicação

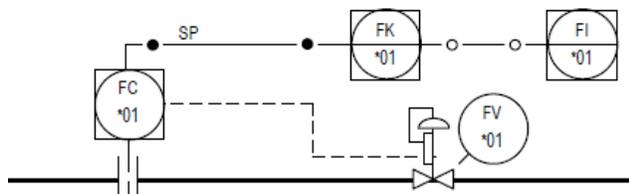


Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho

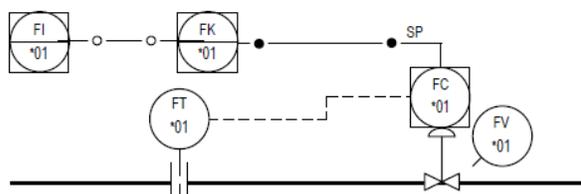


EXEMPLO DE SIMBOLOGIA MALHAS DE CONTROLE

Transmissor/Controlador FIELDBUS e Válvula com posicionador eletrônico



Controlador/Válvula com posicionador FIELDBUS e Transmissor eletrônico

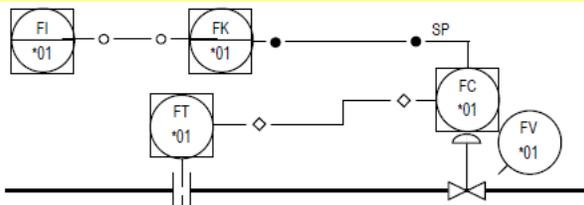


Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho

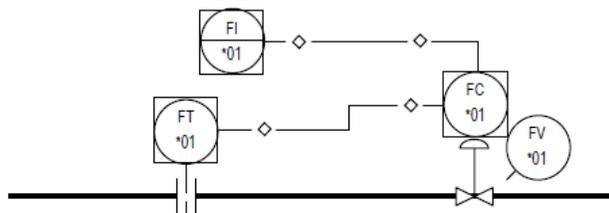


EXEMPLO DE SIMBOLOGIA MALHAS DE CONTROLE

Transmissor/Controlador e Válvula com posicionador FIELDBUS



Controlador/Válvula com posicionador, Transmissor e Indicador FIELDBUS



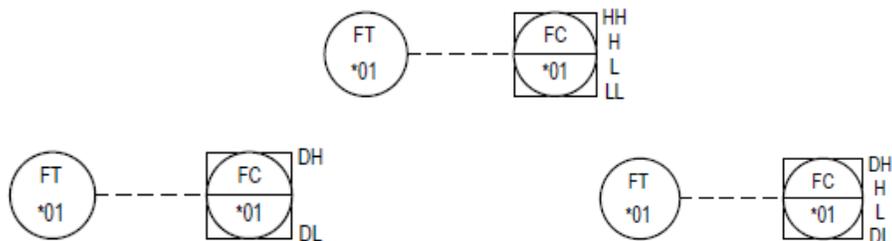
Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



EXEMPLO DE SIMBOLOGIA SISTEMAS DE ALARME

Alarmes

Controle compartilhado e funções de monitoramento geralmente permitem a indicação de quatro alarmes configuráveis para variáveis de processo e desvios de setpoint

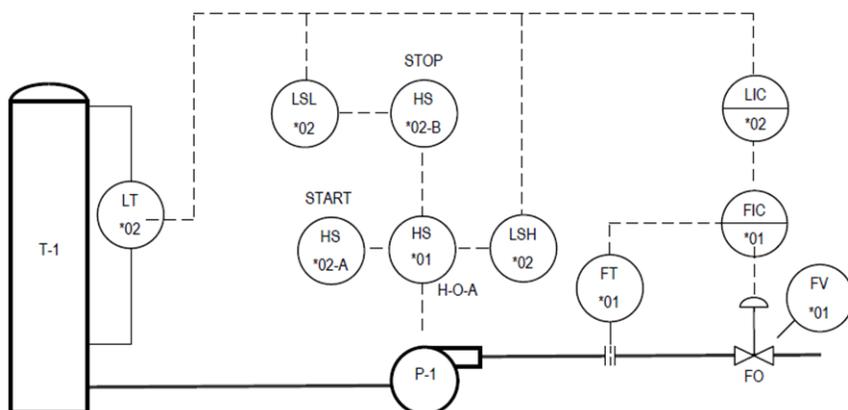


Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



EXEMPLO DE SIMBOLOGIA DIAGRAMA DE INSTRUMENTAÇÃO

Exemplo de diagrama de instrumentação para uma malha de controle

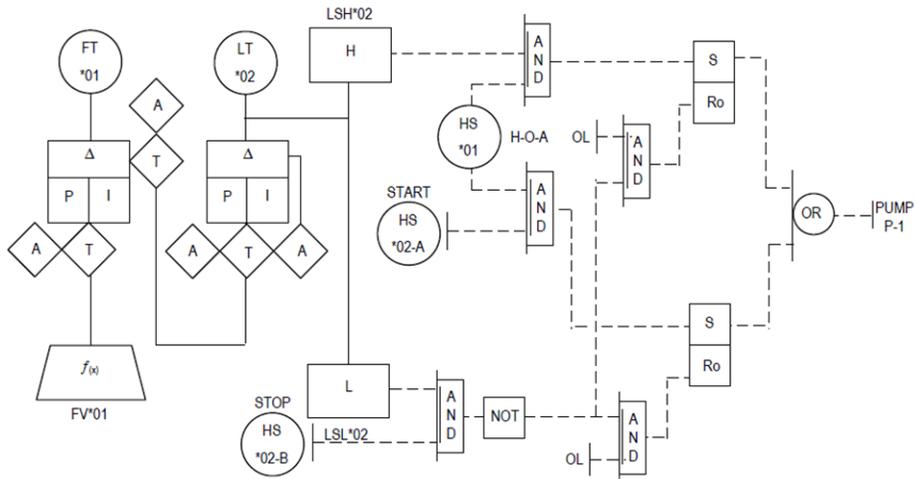


Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



EXEMPLO DE SIMBOLOGIA DIAGRAMA LÓGICO

Exemplo de diagrama lógico funcional de uma malha de controle

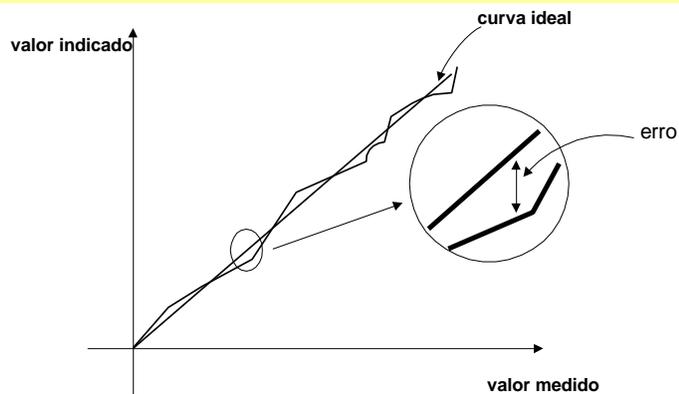


Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



TERMINOLOGIA ERRO

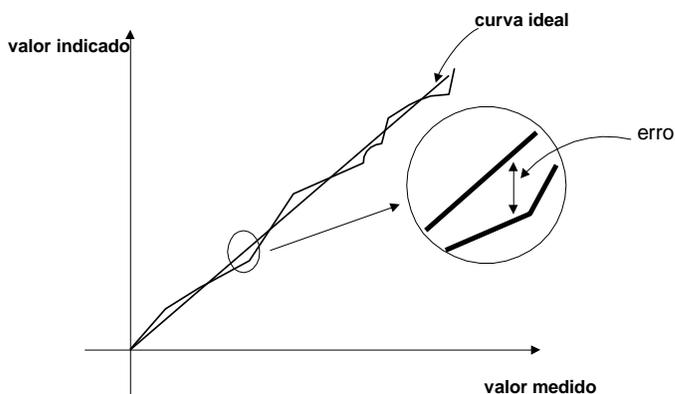
Erro: É a diferença entre o valor lido ou transmitido pelo instrumento, em relação ao valor real da variável medida. Se tivermos o processo em regime permanente, chamaremos de erro estático, que poderá ser positivo ou negativo, dependendo da indicação do instrumento, o qual poderá estar indicando a mais ou a menos.



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



TERMINOLOGIA ERRO

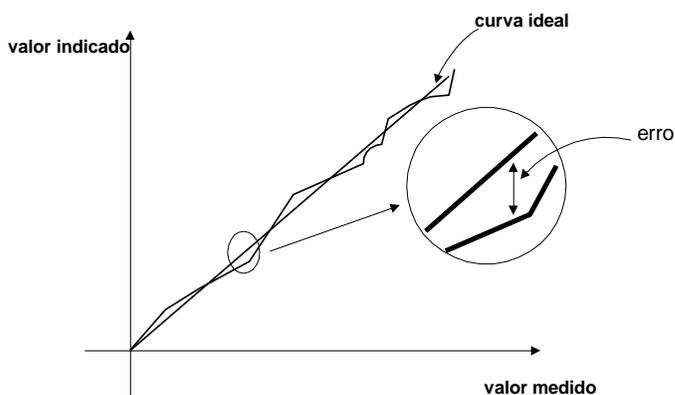


Quando tivermos a variável variando, teremos um atraso na transferência de energia do meio para o medidor. O valor medido estará geralmente atrasado em relação ao valor real da variável. Esta diferença entre o valor real e o valor medido é chamado de **ERRO DINÂMICO**.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



TERMINOLOGIA ERRO



Quando a variável não estiver variando, podemos ter somente o **ERRO ESTÁTICO**. Quando a variável estiver variando, poderemos ter o **ERRO DINÂMICO** e o **ERRO ESTÁTICO**.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Valor Verdadeiro (de uma grandeza) - Valor que caracteriza uma grandeza perfeitamente definida nas condições existentes quando ela é considerada. O valor verdadeiro de uma grandeza é um conceito ideal e não pode ser conhecido exatamente.

Valor Verdadeiro Convencional (de uma grandeza) - Valor de uma grandeza que para um determinado objetivo pode substituir o valor verdadeiro. Um valor verdadeiro convencional é, em geral, considerado como suficientemente próximo do valor verdadeiro para que a diferença seja insignificante para determinado objetivo.

Escala - Conjunto ordenado de marcas, associado a qualquer numeração, que faz parte de um dispositivo indicador.

Valor de uma Divisão - Diferença entre os valores da escala correspondentes a duas marcas sucessivas.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Ajuste (de um instrumento) - (antigo calibração) Operação destinada a fazer com que um instrumento de medir tenha um funcionamento e justeza adequados à sua utilização.

Calibração (de um instrumento) - (antigo aferição) Conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição e os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões. O resultado de uma calibração permite tanto o estabelecimento dos valores do mensurando para as indicações, como a determinação das correções a serem aplicadas. Quando registrada em um documento, temos um certificado de calibração ou relatório de calibração.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Faixa Nominal - (faixa de medida , RANGE) Conjunto de valores da grandeza medida que pode ser fornecido por um "instrumento de medir", consideradas todas as suas faixas nominais de escala. A faixa nominal é expressa em unidades da grandeza a medir, qualquer que seja a unidade marcada sobre a escala e é normalmente especificada por seus limites inferior e superior, como por exemplo 100°C a 200°C.

Amplitude da Faixa Nominal - (alcance, SPAN) Módulo da diferença entre os dois limites de uma faixa nominal de um "instrumento de medir".

Exemplo: faixa nominal: -10 V a 10 V amplitude da faixa nominal: 20 V

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS

URL (Upper Range Limit) - Limite superior da faixa nominal - máximo valor de medida que pode ser ajustado para a indicação de um instrumento de medir.

URV (Upper Range Value) - Valor superior da faixa nominal - máximo valor que pode ser indicado por um instrumento de medir. O URV ajustado num instrumento é sempre menor ou igual ao URL do instrumento.

LRL (Lower Range Limit) - Limite inferior da faixa nominal - mínimo valor de medida que pode ser ajustado para a indicação de um instrumento de medir.

LRV (Lower Range Value) - Valor inferior da faixa nominal - mínimo valor que pode ser indicado por um instrumento de medir. O LRV ajustado num instrumento é sempre maior ou igual ao LRL do instrumento.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Sensibilidade - Quociente da variação da resposta de um instrumento de medir pela variação correspondente do estímulo. A sensibilidade pode depender do estímulo.

Resolução - Expressão quantitativa da aptidão de um instrumento de medir e distinguir valores muito próximos da grandeza a medir sem necessidade de interpolação, ou seja, é a menor diferença entre indicações de um dispositivos mostrador que pode ser significativamente percebida.

É a razão entre a variação do valor indicado ou transmitido por um instrumento e a variação da variável que o acionou, após ter alcançado o estado de repouso. Pode ser expressa em unidades de medida de saída e entrada.

Exemplo: Um termômetro de vidro com range de 0 à 500 °C, possui uma escala de leitura de 50 cm.

Sensibilidade ou Resolução = $50/500 \text{ cm}/^{\circ}\text{C} = 0,1 \text{ cm}/^{\circ}\text{C}$

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Exatidão - Podemos definir como sendo o maior valor de erro estático que um instrumento possa ter ao longo de sua faixa de trabalho. Ou ainda podemos definir como o grau de concordância entre o resultado de uma medição e um valor verdadeiro do mensurando. Pode ser expresso de diversas maneiras:

- Em porcentagem do alcance (span)

Um instrumento com range de 50 à 150 °C, está indicando 80 °C e sua exatidão é de $\pm 0,5\%$ do span.

Sendo, $\pm 0,5\% = \pm 0,5/100 = \pm 0,005$ e o span = 100 °C, teremos: $0,005 \cdot 100 = \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Portanto, a temperatura estará entre 79,5 °C e 80,5 °C.

Zona morta - É a máxima variação que a variável possa ter, sem provocar variações na indicação ou sinal de saída de um instrumento ou em valores absolutos do range do mesmo.

Exemplo: Um instrumento com range de 0 °C à 200 °C, possui uma zona morta de $\pm 0,1\%$ do span. A zona morta do instrumento pode ser calculada da seguinte forma:

Sendo, $\pm 0,1\% = \pm 0,1/100 = \pm 0,001$, teremos: $0,001 \cdot 200 = \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$

Portanto, se a variável de processo variar 0,2 °C, o instrumento não apresentará resposta alguma.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Histerese - É a diferença máxima apresentada por um instrumento, para um mesmo valor, em qualquer ponto da faixa de trabalho, quando a variável percorre toda a escala no sentido ascendente e descendente. Podemos observar que o termo zona morta está incluído na histerese.

É expresso em porcentagem do span.

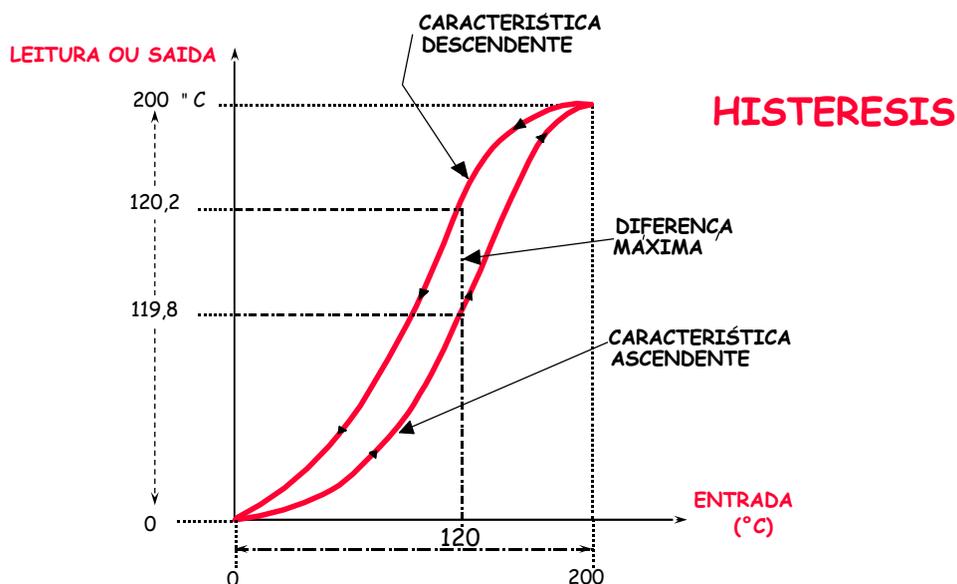
Exemplo: Durante a calibração de um determinado instrumento com range de 0 à 200 °C, foi levantada a curva dos valores indicados, conforme mostrado na figura.

A diferença entre 120,2 °C e 119,8 °C, representa o erro de histeresis correspondente a 0,2 % do span.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS

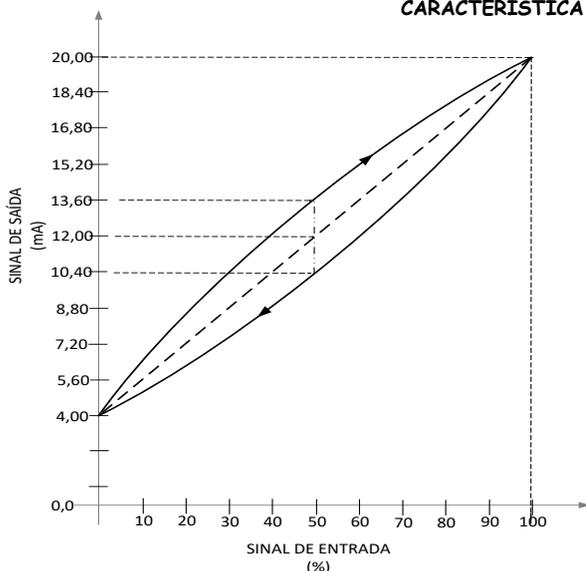


Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS

CARACTERISTICA



HISTERESIS

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS

Repetibilidade - É a máxima diferença entre diversas medidas de um mesmo valor da variável, adotando sempre o mesmo sentido de variação. Expressa-se em porcentagem do span.

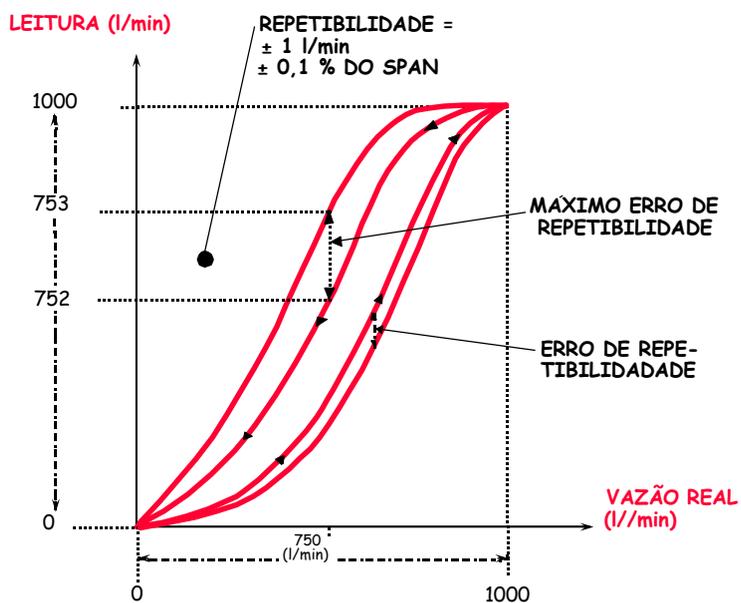
Exemplo: Um instrumento com range de 0 à 1000 l/min, com repetibilidade de $\pm 0,1$ % do span e com exatidão de ± 1 % do span, para uma vazão real na primeira passagem ascendente for 750 l/min e o instrumento indicar 742 l/min, numa segunda passagem ascendente com vazão real de 750 l/min o instrumento indicará 742 ± 1 l/min, conforme mostrado na figura.

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho





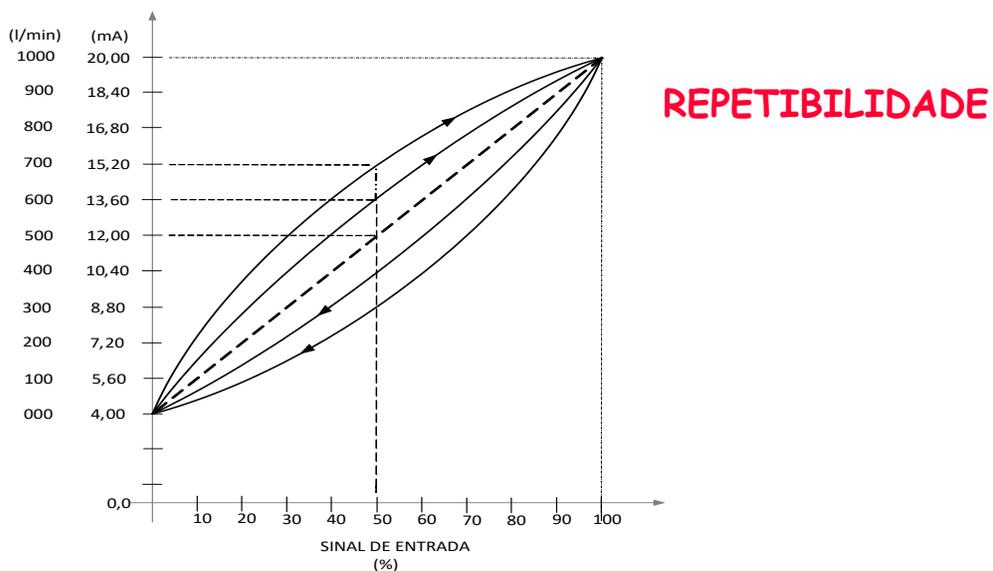
TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho



TERMINOLOGIA DE INSTRUMENTOS



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho





EXERCÍCIOS

19) Faça um diagrama de instrumentação de um processo de armazenamento e transferência de produto. Utilize o diagrama a seguir, como base para a solução deste exercício. Neste processo existe as seguintes malhas:

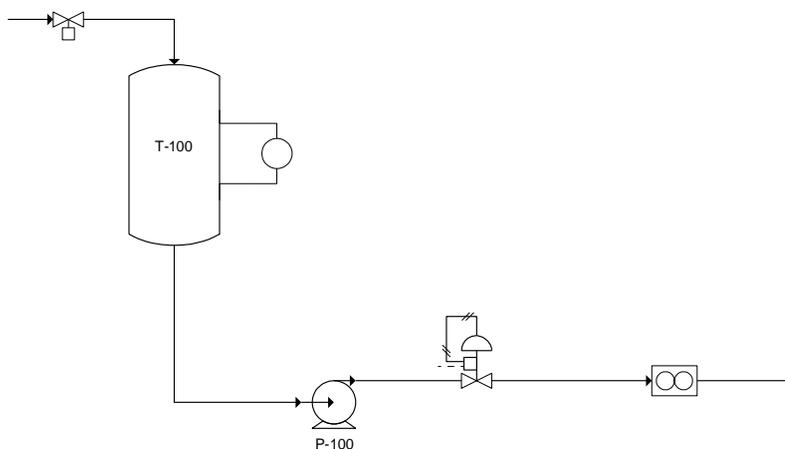
- Comando para abertura de entrada de produto no tanque T-100 com: Chave de comando manual (HS-100) e Válvula tipo ON/OFF com acionamento por solenoide (HY-100);
- Controle de nível do tanque T-100 com: Transmissor de nível (LT-101), Controlador e Indicador de nível (LIC-101) e Válvula de controle de nível (LV-101);
- Medição de temperatura na saída de produto com: Transmissor de temperatura (TT-102), Registrador e Indicador de temperatura (TIR-102), Indicador de temperatura (TI-102);
- Medição de pressão na saída de produto com: Transmissor de pressão (PT-103), Registrador e Indicador de pressão (PIR-103), Indicador de pressão (PI-103);
- Medição de vazão na saída de produto com: Transmissor de vazão (FT-104), Registrador e Indicador de vazão (FIR-104), Indicador de vazão (FI-104);

Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 



EXERCÍCIOS

19) Faça um diagrama de instrumentação de um processo de armazenamento e transferência de produto. Utilize o diagrama a seguir, como base para a solução deste exercício. Neste processo existe as seguintes malhas:



Prof. Eng Marcelo Saraiva Coelho 