

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Apresentação e Introdução

Instrumentação e CLP

Professor: Andouglas Gonçalves da Silva Júnior

Apresentação e Introdução

Disciplina

Instrumentação e CLP. Carga-Horária: 60h (80h/a)

Ementa

Instrumentação Industrial: princípios da instrumentação industrial nos campos da medição de pressão, temperatura, vazão e nível. **Controlador Lógico Programável (CLP):** fundamentos da programação em Controladores Lógicos Programáveis no campo industrial.

Apresentação e Introdução

Objetivos

- Compreender a finalidade da instrumentação;
- Relacionar elementos básicos de um sistema de medida;
- Relacionar as características gerais dos instrumentos;
- Identificar os elementos básicos dos instrumentos de medição de pressão, temperatura, vazão e nível;
- Elaborar Programas em Controladores Lógicos Programáveis

Apresentação e Introdução

Métodos Avaliativos

1º Bimestre

- **Início:** 07 de novembro de 2016
- **Término:** 16 de janeiro de 2017
- **Trabalhos:** 40% da nota *;
- **Avaliação:** 60% da nota *;

2º Bimestre

- **Início:** 23 de janeiro de 2017
- **Término:** 28 de março de 2017
- **Prática:** 40% da nota *;
- **Avaliação:** 60% da nota *;

* Forma de avaliação e pesos podem ser modificados durante o semestre.

Apresentação e Introdução

Métodos Avaliativos

2ª Chamada de Provas

Art. 247. Dar-se-á uma oportunidade de reposição ao estudante que deixar de comparecer à atividade avaliativa cujo resultado seja contabilizado para a nota do bimestre.

§ 1º. Para a realização da reposição, o estudante deverá apresentar requerimento à Diretoria Acadêmica, no prazo de até 2 (dois) dias úteis após retornar às atividades acadêmicas, pelos seguintes motivos:

- tratamento de saúde, comprovado por meio de atestado médico;
- ausência de transporte (inter)municipal, comprovado por meio de declaração do órgão competente da prefeitura; ou
- plantão militar ou de trabalho, comprovado por meio de declaração do chefe imediato.

§ 2º. Os motivos não previstos neste artigo deverão ser analisados pelo Coordenador do Curso em conjunto com o professor da disciplina.

Apresentação e Introdução

Bibliografia

Bibliografia Básica

- SIGHIERI, L.; NISHINARI, A. Controle automático de processos industriais. Editora Edgard Blücher Ltda. 1990
- DELMÉE, G.J. Manual de medição de vazão. 2º ed. Editora Edgard Blücher Ltda. 1999
- Dunn, W. C.; Instrumentação Industrial e Controle de Processos. Bookman. 2013.
- NATALE, F. Automação industrial; São Paulo; Ed. Érica; 2006.

Bibliografia Complementar

- Bega, Egidio Alberto et all. Instrumentação Industrial. Ed. Interciencia. 2006
- SOISSON, H. E. Instrumentação Industrial, E. Hemus. São Paulo.
- SILVEIRA, Paulo Rogério da. Automação e controle discreto; São Paulo; Ed. Érica; 2004.

Apresentação e Introdução

Horários de CA

- 2T5 - Segunda, tarde, quinto horário;
- 3T5 - terça, tarde, quinto horário;
- 3M34 - Terça, manhã, terceiro e quarto horários;

Contatos

- Email: andouglas.silva@ifrn.edu.br
- Na instituição: Laboratório de Automação Industrial - Sala 65

Apresentação e Introdução

Regras para utilização do laboratório

- Calça;
- Tênis / Sapato / Sandália fechada;
- Camisa;
- Ao chegar no laboratório, guardar o material em baixo das bancadas.

1.1 Introdução

- A instrumentação é a base para o controle de processos na indústria.
- Utilizada em processos simples ou complexos, como as utilizadas na indústria de petróleo ou química.
- No controle industrial, um grande número de variáveis, que compreende desde a vazão, temperatura e pressão até o tempo e a distância, pode ser detectado simultaneamente.

1.2 Controle de Processo

Definição

Controle, geralmente automático, de uma variável de saída por meio da medição da amplitude do parâmetro de saída a partir do processo, comparando-a com um valor desejado ou estabelecido e realimentado um sinal de erro no intuito de controlar uma variável de entrada.

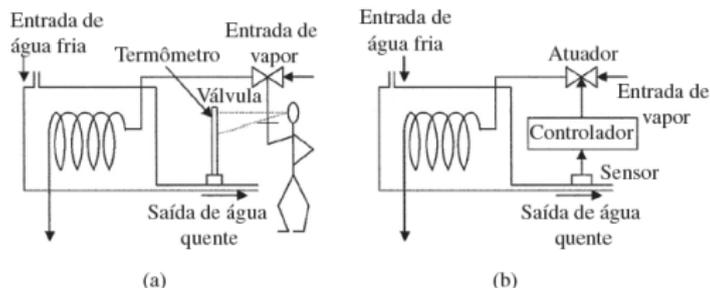


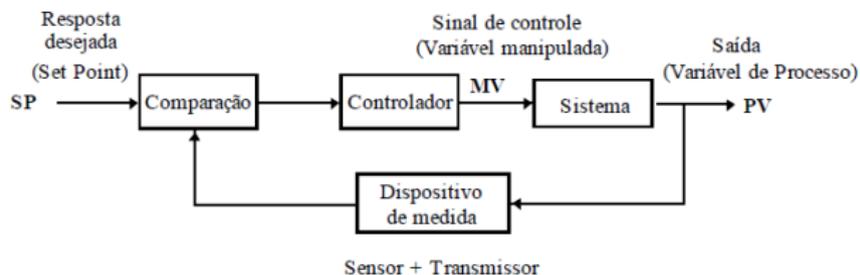
FIGURA 1.1 Controle de processo. (a) Controle manual envolvendo uma malha de processo em um trocador de calor simples. (b) Controle automático envolvendo uma malha de processo em um trocador de calor.

1.3 Malhas de Controle

Malha Aberta



Malha Fechada



1.4 Elementos em uma malha de controle

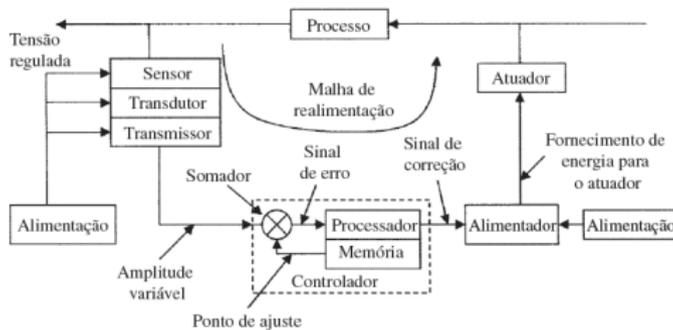


FIGURA 1.4 Diagrama de blocos dos elementos que constituem o caminho de realimentação em uma malha de controle de processo.

- Elemento de Medição - Sensor, transdutor e transmissor;
- Elemento de Controle - Atuador, circuito de controle de alimentação e sua própria fonte de alimentação;
- Controlador - Processador com memória e um circuito somador para comparação do ponto de ajuste com o sinal medido de modo a gerar o sinal de erro;

1.4 Elementos em uma malha de controle

- Malha de realimentação - Percurso do sinal da saída até a entrada para corrigir qualquer variação entre o valor de saída e o nível definido.
- Variável controlada ou medida - Variável de saída monitorada a partir de um processo.
- Variável manipulada - Variável de entrada ou parâmetro de um processo que é alterado por um sinal de controle proveniente do processador para um atuador.
- Ponto de ajuste - Valor desejado do parâmetro de saída ou variável a ser monitorada por um sensor.
- Instrumento - Nome dado a qualquer um dos vários tipos de dispositivos usados na indicação ou medição de grandezas físicas.

1.4 Elementos em uma malha de controle

- Sensores - Dispositivos capazes de detectar as variáveis físicas, tais como a temperatura, a intensidade luminosa ou movimento, possuindo a capacidade de fornecer uma saída mensurável que varia em relação à amplitude da variável física.
- Transdutores - Dispositivos que podem converter uma forma de energia em outra como, por exemplo, um termômetro de resistência ou um termopar.
- Conversores - Dispositivos usados para alterar o formato de um sinal sem provocar alterações na forma de energia (conversão de uma tensão em um sinal de corrente).
- Controladores - Dispositivos que monitoram sinais de transdutores e atuam de forma adequada para manter o processo dentro de limites especificados de acordo com um programa definido.

1.4 Elementos em uma malha de controle

- Sinal de Erro - Diferença entre o ponto de ajuste e a amplitude da variável medida.
- Transmissores - Dispositivos utilizados para amplificar e formatar sinais, sendo adequados para a transmissão em grande distâncias com perda nula ou mínima de informação.

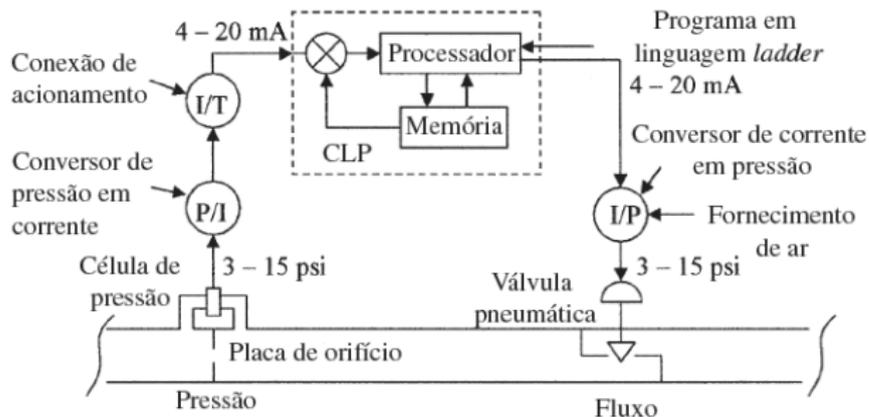


FIGURA 1.5 Controle do processo com um regulador de vazão utilizado no Exemplo 1.1.

1.5 Unidades e Normas

Basicamente, as unidades de medidas são classificadas em dois sistemas distintos:

- Sistema Britânico (Inglês).
- Sistema Internacional (SI).

Grandeza	Sistema Britânico		SI		Conversão
	Unidades	Símbolo	Unidade	Símbolo	
Comprimento	Pé	ft	Metro	m	1 ft = 0,305 m
Massa	Libra	Lb (slug)	Quilograma	kg	1 lb = 14,59 kg
Tempo	Segundo	s	Segundo	s	
Temperatura	Rankine	R	Kelvin	K	$1^\circ \text{R} = (5/9) \text{K}$
Corrente Elétrica	Ampére	A	Ampére	A	

1.5 Unidades e Normas

Exemplo 1

Quantos metros há em 110 jardas? (Dados: 1 jarda = 3 ft)

Exemplo 2

Qual o comprimento equivalente a 2,5 m em polegada (Dados: 1ft = 12 in)?

Exemplo 3

Quantos Rankine equivalem a 123 K?

1.6 Parâmetros de instrumentos

Precisão

- Diferença entre o valor indicado e o valor real.
- Determinada pela comparação de uma leitura indicada com um padrão conhecido.
- Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia.
- Depende da linearidade, histerese, deslocamento, desvio e sensibilidade.
- O resultado é expresso como um desvio \pm a partir do valor real, normalmente especificada como uma porcentagem da leitura corresponde ao valor total (fundo de escala - %FSD). Também pode ser expressa em porcentagem do alcance ou span.

1.6 Parâmetros de instrumentos

Precisão

Exemplo 4

Um manômetro possui escala que varia de 0 a 50 psi, sendo que a pior variação obtida nas leituras é de $\pm 4,35$ psi. Qual a precisão %FSD?

1.6 Parâmetros de instrumentos

Precisão

Exemplo 4

Um manômetro possui escala que varia de 0 a 50 psi, sendo que a pior variação obtida nas leituras é de $\pm 4,35$ psi. Qual a precisão %FSD?

$$\%FSD = \pm \left(\frac{4,35psi}{50psi} \times 100 = \pm 8,7 \right)$$

1.6 Parâmetros de instrumentos

Faixa

- Especifica as leituras menores e maiores que podem ser medidas.

Exemplo 5

Um termômetro cuja escala varia de -40°C a 100°C tem uma faixa de -40°C a 100°C .

1.6 Parâmetros de instrumentos

Alcance ou Span

- Corresponde à faixa que varia de valor mínimo ao valor máximo da escala.

Exemplo 6

Um termômetro cuja escala varia de -40°C a 100°C possui um span de 140°C .

1.6 Parâmetros de instrumentos

Precisão de Leitura

- Desvio do valor real no ponto onde a leitura é obtida e é expressa como uma porcentagem.

Exemplo 7

Se um desvio de $\pm 4,35$ psi no exemplo 4 foi medido em 28,5 psi, a precisão da leitura seria $(4,35/28,5) \times 100 = \pm 15,26\%$.

Exemplo 8

Na folha de dados de uma balança capaz de pesar até 200 lb, a precisão é dada como $\pm 2,5\%$ de uma leitura. Qual é o desvio nas leituras de 50 lb e 100 lb e qual é a precisão %FSD?

1.6 Parâmetros de instrumentos

Precisão de Leitura

- Desvio do valor real no ponto onde a leitura é obtida e é expressa como uma porcentagem.

Exemplo 7

Se um desvio de $\pm 4,35$ psi no exemplo 4 foi medido em 28,5 psi, a precisão da leitura seria $(4,35/28,5) \times 100 = \pm 15,26\%$.

Exemplo 8

Na folha de dados de uma balança capaz de pesar até 200 lb, a precisão é dada como $\pm 2,5\%$ de uma leitura. Qual é o desvio nas leituras de 50 lb e 100 lb e qual é a precisão %FSD?

$$\text{Desvio em 50 lb} = \pm(50 \times 2,5/100) \text{ lb} = \pm 1,25 \text{ lb}$$

$$\text{Desvio em 100 lb} = \pm(100 \times 2,5/100) \text{ lb} = \pm 2,5 \text{ lb}$$

O desvio máximo ocorre em FSD, isto é, ± 5 lb ou $\text{FSD}\% = \pm 2,5\%$

1.6 Parâmetros de instrumentos

Precisão Absoluta

- Desvio do valor real expresso como um número, e não como uma porcentagem.

Exemplo 7

Se um voltímetro tem uma precisão absoluta de ± 3 V na escala de 100 volts, o desvio é de ± 3 V em todos os valores da escala, por exemplo, 10 ± 3 V, 70 ± 3 V, etc.

1.6 Parâmetros de instrumentos

Reprodutibilidade

- Capacidade de um instrumento ler repetidamente o mesmo sinal ao longo do tempo e fornecer o mesmo valor de saída nas mesmas condições.
- Um instrumento pode não ser preciso, mas pode ter uma boa reprodutibilidade.

1.6 Parâmetros de instrumentos

Sensibilidade

- Medida da mudança na saída de um instrumento em virtude da alteração da variável medida.
- A alta sensibilidade em um instrumento é desejável, pois confere a capacidade de obtenção de maiores amplitude de saída.
- Este parâmetro deve ser ponderado considerando a linearidade, o alcance e a precisão.

Quando a saída de um transdutor de pressão muda em 3,2 mV para uma mudança de pressão de 1 psi, a sensibilidade é de 3,2 mV/psi.

1.6 Parâmetros de instrumentos

Offset e Deslocamento

Offset

- Leitura de um instrumento com entrada nula.

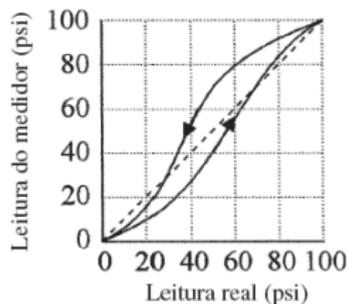
Deslocamento

- Variação na leitura de um instrumento de variável fixa ao longo do tempo.

1.6 Parâmetros de instrumentos

Histerese

- Diferença nas leituras obtidas quando um instrumento aproxima-se de um sinal a partir de direções opostas.
- Se um instrumento lê um valor na metade da escala a partir do zero, pode-se obter um valor diferente após a realização da leitura do valor máximo da escala.
- Ocorre devido a esforços induzidos no material do instrumento, alterando a sua forma quando ocorre a deflexão de zero até o valor máximo da escala.



(b)

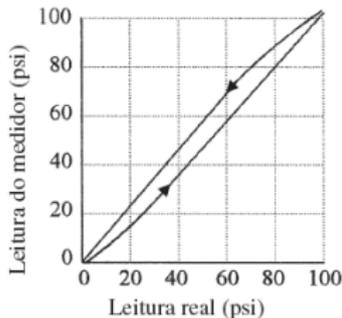
1.6 Parâmetros de instrumentos

Histerese

Exemplo 8

Um manômetro está sendo calibrado. A pressão é obtida de 0 psi a 100 psi e as medições retornam a 0 psi. As seguintes leituras foram obtidas com o medidor:

Pressão Real (psi)	0	20	40	60	80	100	80	60	40	20	0
Medidor (psi)	1,2	19,5	37,0	57,3	81,0	104,2	83,0	63,2	43,1	22,5	1,5



1.6 Parâmetros de instrumentos

Resolução e Repetibilidade

Resolução

- Menor quantidade de uma variável que um instrumento pode medir.
- Menor mudança em uma variável para a qual o instrumento irá responder.

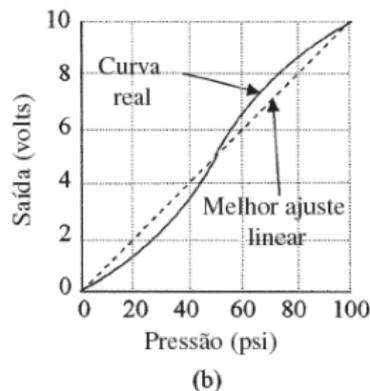
Repetibilidade

- Medida do grau de concordância entre um número de leituras (10 a 12) obtido consecutivamente de uma variável, antes que a variável tenha tempo para mudar.
- A leitura média é calculada e a diferença no valor das leituras é obtido.

1.6 Parâmetros de instrumentos

Linearidade

- Medida da proporção entre o valor real de uma variável a ser medida e a saída do instrumento ao longo de sua faixa de operação.



1.7 Atividades

- 1.1 - Quantas libras são equivalentes a 63 kg?
- 1.2 - Quantos micrômetros são equivalentes a 0,73 mili-polegadas?
- 1.3 - Qual é a sensibilidade do instrumento cuja saída é de 17,5 mV para uma mudança na entrada de 7 °C?
- 1.4 - Um sensor de temperatura possui faixa de 0 a 120 °C e precisão absoluta de ± 3 °C. Qual é a precisão percentual de escala total e de span?