

Respostas dos Exercícios

Instrumentação Industrial Controle Total de Processos

Ricardo Oscar



editora
VIENA

1ª Edição
Bauru/SP
Editora Viena
2016

Capítulo 1

1. Responda com suas palavras:

a) O que é range?

Faixa de medição.

b) O que é span?

É o alcance do instrumento, retratado pela diferença algébrica entre os valores inferiores e superiores da graduação da escala.

c) O que é erro?

É a diferença entre o valor lido e o valor de referencia.

d) O que é histerese?

É a diferença apresentada por um instrumento, para um mesmo valor, em qualquer ponto da faixa, quando a variável percorre toda a escala nos sentidos de carregamento e de descarregamento.

2. Calcule a exatidão ou accuracy de um “TI” com range de 30 ~ 150 °C, para o valor medido de 80 °C com uma exatidão de 2 % nas seguintes condições:

a) Fundo de escala:

$$150 \times 0,02 = 3$$

$$80 + 3 = 83,0 \text{ °C}$$

b) Span:

$$120 \times 0,02 = 2,4$$

$$80 + 3 = 82,4 \text{ °C}$$

c) Valor lido:

$$R: 80 \times 0,02 = 1,6$$

$$80 + 1,6 = 81,6 \text{ °C}$$

3. Correlacione a primeira coluna com a segunda.

a) Range

(K) Mínima variação aceitável que um mensurando pode apresentar sem que provoque alterações na indicação ou sinal de saída.

b) Span

(I) Máxima variação aceitável que um mensurando pode apresentar sem que provoque alterações na indicação ou sinal de saída.

c) Erro

(F) Grau de concordância entre os resultados de medição sucessivos de um mesmo mensurando efetuadas sob as mesmas condições de medição.

d) Desvio

(H) Menor divisão da variável medida.

e) Exatidão

(A) Faixa de medição, compreendidas dentro de valores limites. É representada sempre indicando os valores extremos.

f) Repetitividade

(D) Diferença entre a média do valor obtido ao se medir uma grandeza e um valor adotado, que mais se aproxima do valor real.

g) Precisão

(G) Concordância entre os valores obtidos, em medições repetidas no mesmo objeto, sob mesmas condições.

h) Resolução

(J) Maior diferença, para um mesmo valor, nos sentidos de carregamento e de descarregamento.

i) Zona morta

(E) Aptidão de cada instrumento de apresentar resultados o mais próximo possível do valor considerado verdadeiro.

j) Histerese

(C) Diferença entre o valor lido e o valor de referencia da variável.

k) Sensibilidade

(B) Alcance do instrumento, retratado pela diferença algébrica entre os valores inferiores e superiores da graduação da escala.

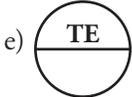
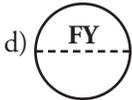
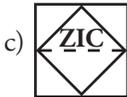
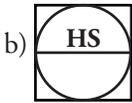
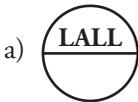
4. Complete com verdadeiro ou falso.

(F) Indicador é um instrumento analógico com um ponteiro e uma escala graduada na qual se pode ler o valor da variável.

4 • RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS

- (F) Registrador é um instrumento que compara a variável do processo com um valor desejado usualmente chamada de, set point.
- (V) O transmissor converte uma variável física ou química, em outra de mais fácil mensuração.
- (F) Controlador é um instrumento que indica o valor da variável em um display digital.
- (V) Os instrumentos conhecidos como elementos finais de controle são os que vão atuar diretamente no sistema a ser controlado

5. Indique o nome completo e local de instalação dos instrumentos abaixo.



- a) Alarme de Nível Muito Baixo instrumento discreto montado em painel.
- b) Comando Manual compartilhado montado em painel.
- c) Controlador Indicador de Posição executado em PLC montado entre o campo e o painel.
- d) Computação da Vazão Instrumento discreto montado entre o campo e o painel.
- e) Elemento Primário de Temperatura instrumento discreto montado no campo.
- f) Controlador Indicador de Peso ou Força compartilhado montado em painel local ou do equipamento.

6. Indique o nome dos símbolos usados nos diagramas de processo.

Suprimento ou impulso

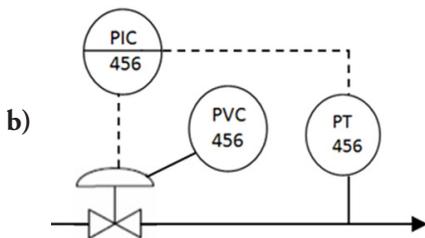
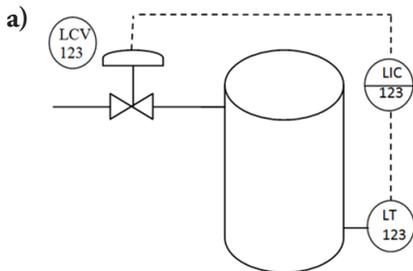
// // //

Sinal pneumático

┌ ┌ ┌ ┌

Sinal hidráulico

7. Identifique adequadamente os nomes dos instrumentos abaixo pelo nome, sinal recebido e transmitido além do local de instalação no processo.



Capítulo 2

1. Responda com suas palavras:

a) O que é telemetria?

Técnica de transmitir à distância os resultados de medições obtidas nos processos de fabricação, através de um instrumento transmissor.

b) Cite duas vantagens da telemetria.

a) Os instrumentos agrupados podem ser consultados mais facilmente e rapidamente, possibilitando à operação uma visão conjunta do desempenho da unidade.

b) Podemos reduzir o número de operadores com simultâneo aumento da eficiência do trabalho.

c) Cresce consideravelmente a utilidade e a eficiência dos instrumentos face às possibilidades de pronta consulta, manutenção e inspeção, em situação mais acessível, mais protegida e mais confortável.
Etc.

c) O que é transmissão pneumática?

É a transmissão que utiliza um gás comprimido, cuja pressão é alterada conforme o valor que se deseja representar

d) Cite dois tipos de transmissão pneumática?

3 a 15 PSI

0,2 ~ 1 Kgf/Cm²

20 a 100 KPa

e) Defina o protocolo HART.

O HART é um protocolo utilizado para comunicação entre sistemas em tempo real, que permite a sobreposição do sinal de comunicação digital aos sinais analógicos de 4-20 mA, sem interferência, na mesma fiação.

f) O pôr que do “zero vivo” nos sinais de transmissão?

O “zero vivo” é utilizado, quando adotamos o valor mínimo de 4 mA, oferece a vantagem também de podermos detectar uma avaria (rompimento dos fios), que provoca a queda do sinal, quando ele está em seu valor mínimo.

2. Calcule o valor pedido:

- a) g) 15% de 4 - 20 mA = 6,4
- b) g) 45% de 4 - 20 mA = 11,2
- c) h) 75% de 4 - 20 mA = 16

Capítulo 3

1. Responda com suas palavras:

- a) O que é processo industrial?
Qualquer operação ou sequencia de operações envolvendo modificação de matérias primas
- b) O que é processo contínuo?
É dito contínuo quando a matéria prima entra num lado do sistema e o produto final sai do outro lado pronto, continuamente.
- c) O que é processo por batelada?
Em batelada, uma determinada quantidade de material é processada através de passos unitários, sendo cada passo completado antes do inicio do seguinte.
- d) O que é processo de manufatura?
O processo de manufatura está ligado a montagem de produtos utilizando peças prontas. Tais processos são muito comuns, estando presentes principalmente na indústria automobilística, onde um veículo é montado utilizando peças prontas.
- e) O que é variável de processo?
É uma grandeza física que altera seu valor em função de outras variáveis e principalmente em relação ao tempo.
- f) O que é uma variável controlada?
É aquela indicada para representar o estado do sistema. As variáveis controladas dão os parâmetros que indicam se a qualidade dos produtos ou as condições de operação do processo estão adequadas.

G) O que é uma variável manipulada?

É aquela escolhida para controlar o estado do processo, sofrendo ações de forma a manter a variável controlada dentro de valores pré-determinados. A variável manipulada determina o tipo do elemento final de controle a ser usado.

H) O que é distúrbio?

Variáveis indesejáveis que afetam o desempenho do processo.

I) O que é malha aberta?

Malha aberta, a informação sobre a variável que se deseja controlar, não é utilizada para ajustar nenhuma entrada no sistema, nem para compensar variações nas variáveis do processo em si.

J) O que é malha fechada?

Na malha fechada, a informação sobre a variável controlada é lida, registrada, processada, comparada com o valor de set point e por fim, é utilizada para manipular uma ou mais variáveis do processo.

Capítulo 4

1. Responda com suas palavras:

a) O que é pressão absoluta?

É a pressão positiva a partir do vácuo perfeito

b) O que é Pressão diferencial?

É o resultado da diferença de duas pressões medidas

c) Explique o que é pressão estática e pressão dinâmica:

Pressão Estática é a pressão exercida em um ponto, em fluidos estáticos, que é transmitida integralmente em todas as direções e produz a mesma força em áreas iguais.

Pressão Dinâmica é a pressão exercida por um fluido em movimento paralelo à sua corrente.

2. Como funcionam os manômetros tipo:

a) Bourdon

consiste em um tubo com seção oval, que poderá estar disposto em forma de “C”

b) Diafragma

Diafragma é um disco circular utilizado para medir pressões geralmente de pequenas amplitudes. É uma membrana fina de material elástico, metálico ou não

c) Coluna de líquido (tubo em “U”)

É constituído por um tubo de material transparente (geralmente vidro) curvado em formato de U e fixado sobre uma escala graduada

3. Faça a conversão das seguintes pressões:

a) 7 kgf/cm² para BAR.

6,8649 BAR

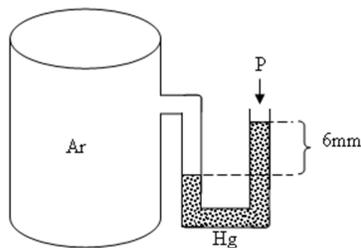
b) 15 psi para ATM.

1,02 ATM

c) 25 BAR para mmHg.

18751,5 mmHg

4. Calcule a pressão hidrostática e a absoluta em PA (pascal) dentro de uma tubulação onde temos a circulação de ar, sabendo que o desnível do nível do mercúrio observado no manômetro de coluna é de 6 mm?



Considere:

Densidade do Mercúrio (ρ_{Hg}) = 13600 kg/m³Aceleração gravitacional $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Observando o Princípio de Stevin, calculamos a pressão manométrica da tubulação através da equação:

$$P = P_{atm} + P_{hidrost} = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h$$

$$P = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h = 13600 \times 9,81 \times 0,006 = 800,496 \text{ PA}$$

A pressão absoluta é a soma desse resultado com a pressão atmosférica (101325 Pascals).

$$\text{Logo: } 101325 + 800,496 = 102125,496 \text{ PA.}$$

5. Para um PI do tipo Bourdon, instalado em processos com variações bruscas de pressão, o que pode ser feito para aumentar a vida útil do instrumento?

Pode-se instalar um amortecedor de pulsação.

6. Para que servem os sifões em algumas instalações de manômetros?

Os sifões são utilizados, para selar e isolar o calor das linhas de altas temperaturas.

7. Como deve ser feita a leitura de pressão nas colunas líquidas quando aparece o menisco?

No caso do mercúrio, a leitura é feita na parte de cima do menisco, e para a água na parte de baixo do menisco.

8. Cite sensores de pressão quais se aplicam para medições em torno de:

a) 14223 PSI
Tubo de Bourdon (1000 kgf/cm²)

b) 9,7 atm
Fole (10 kgf/cm²)

c) 3000 mmH₂O
Diafragma (3 kgf/cm²)

9. Cite 3 tipos de coluna líquida.

Coluna reta vertical;
Reta inclinada;
Em forma de “U”.

10. Como é constituído o fole?

O fole é uma peça corrugada que pode expandir ou diminuir em função da força aplicada, a variação de pressão deforma o fole que transmite este movimento para um sistema mecânico de indicação.

Capítulo 5

1. Responda com suas palavras:

a) Defina o que é nível.

Nível é a altura do conteúdo de um reservatório. O conteúdo pode ser sólido ou líquido.

b) Qual a finalidade da medição de nível?

Através da determinação de nível de um reservatório temos condições de:

Avaliar o estoque de tanques de armazenamento.

Controle de processos contínuos onde existam volumes líquidos ou sólidos de acumulação temporária, amortecimento, mistura, residência, etc.

Segurança de alguns processos onde o nível do produto não pode ultrapassar uma determinada faixa.

c) Cite 3 métodos de medição de nível?

Os três métodos básicos de medição de nível são:

- Direto;
- Indireto;
- Descontínuo.

d) Cite 3 tipos de medidores diretos de nível?

Neste tipo de medição podemos utilizar:

- Régua ou gabaritos;
- Visores de nível;
- Boia ou flutuador.

e) No que consiste o medidor de nível tipo régua?

Consiste em uma régua graduada a qual tem um comprimento conveniente para ser introduzida no reservatório a ser medido.

A determinação do nível se efetuará através da leitura direta do comprimento molhado na régua pelo líquido.

f) Qual o princípio de funcionamento dos visores de nível?

Este medidor usa o princípio dos vasos comunicantes; o nível é observado por um visor de vidro especial, podendo haver uma escala graduada acompanhando o visor.

g) Quais as propriedades físicas usadas na medição de nível indireta?
 Neste tipo de medição são usadas propriedades físicas:

- Pressão;
- Empuxo;
- Radiação;
- Propriedades elétricas.

h) Calcule a pressão no fundo de um reservatório cujo nível da água está a 2,5 m da base.

$$P = h \cdot \rho$$

$$P = 2500 \cdot 1$$

$$P = 2500 \text{ mmH}_2\text{O}$$

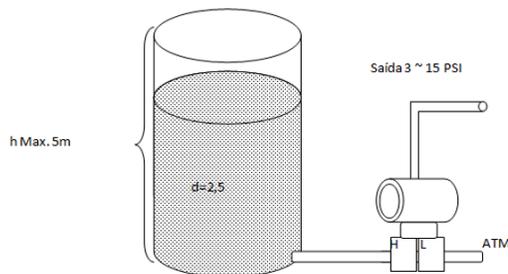
i) Calcule a pressão no fundo de um tanque de óleo cujo nível esta a 3 m da base. A densidade do óleo é de 0,8.

$$P = h \cdot \rho$$

$$P = 3000 \cdot 0,8$$

$$P = 2400 \text{ mmH}_2\text{O}$$

2. Baseado no esquema abaixo determine:



a) Range do instrumento: _____ mmH₂O.

Para nível = 0%

$$\Delta P0\% = PH - PL$$

$$\Delta P0\% = (h \cdot dr) - 0 = 0 - 0$$

$$\Delta P0\% = 0 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Para nível = 100%

$$\Delta P100\% = PH - PL$$

$$\Delta P100\% = (h \cdot dr) - 0 =$$

$$\Delta P100\% = 5000 \cdot 2,5$$

$$\Delta P100\% = 12500 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Range: 0 ~ 12.500 mmH₂O

b) Qual o valor de saída do instrumento quando o nível for 78%: _____

PSI.

$$((x-3)/(15-3))=((78-0)/(100-0))$$

$$x - 3 = 0,78 \cdot 12$$

$$x = 9,36 + 3$$

$$x = 12,36$$

Sinal de saída = 12,36 PSI

3. Explique em que situação de instalação se deve fazer o ajuste de “supressão de zero” em um transmissor de nível por pressão diferencial.

Para maior facilidade de manutenção e acesso ao instrumento, muitas vezes o transmissor é instalado abaixo do tanque.

Outras vezes a falta de plataforma fixadora em torno de um tanque elevado resulta na instalação de um instrumento em um plano situado em nível inferior à base do tanque.

Em ambos os casos, uma coluna líquida se formará com a altura do líquido dentro da tomada de impulso; se o problema não for contornado, o transmissor indicaria um nível superior ao real.

4. Calcule:

a) 20% da faixa de 30 mmHg a 50 mmHg =

$$x = [0,2 \cdot (50 - 30)] + 30 = 34 \text{ mmHg}$$

b) 4% da faixa de 10 H₂O a 25 H₂O =

$$x = [0,04 \cdot (25 - 10)] + 10 = 10,6 \text{ mmHg}$$

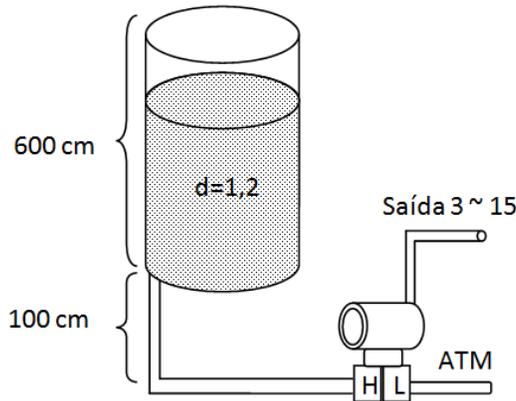
c) 70% da faixa de 50 pol Hg a 250 pol Hg =

$$x = [0,7 \cdot (250 - 50)] + 50 = 190 \text{ pol Hg}$$

d) 30% da faixa de 20 mmH₂O a 100 mmH₂O =
 $x = [0,3 \cdot (100 - 20)] + 20 = 44 \text{ mmHg}$

e) 40% da faixa de 100 mmca a 500 mmca =
 $x = [0,4 \cdot (500 - 100)] + 100 = 260 \text{ mmHg}$

5. Baseado nos esquemas abaixo determine:



a) Range do instrumento: _____ mm H₂O

Para nível = 0%

$$\Delta P_{0\%} = P_H - P_L$$

$$\Delta P_{0\%} = (h_{CL} + h_{S.H}) \cdot \rho \cdot g - 0 = (0 + 1000) \cdot 1,2 =$$

$$\Delta P_{0\%} = 1200 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Para nível = 100%

$$\Delta P_{100\%} = P_H - P_L$$

$$\Delta P_{100\%} = (h_{CL} + h_{S.H}) \cdot \rho \cdot g - 0 = (6000 + 1000) \cdot 1,2$$

$$\Delta P_{100\%} = 7000 \cdot 1,2$$

$$\Delta P_{100\%} = 8400 \text{ mmH}_2\text{O}$$

$$\text{Range: } 1200 \sim 8.400 \text{ mmH}_2\text{O}$$

6. Como é feita a medição de nível indireta em tanques fechados e pressurizados?

Neste tipo de medição, a tubulação de impulso da parte de baixo do tanque é conectada à câmara de alta pressão do transmissor de nível.

A pressão atuante na câmara de alta é a soma da pressão exercida sob a superfície do líquido e a pressão exercida pela coluna de líquido no fundo do reservatório.

A câmara de baixa pressão do transmissor de nível é conectada na tubulação de impulso da parte de cima do tanque onde mede somente a pressão exercida sob a superfície do líquido.

7. Explique em que situação de instalação se deve fazer o ajuste de “elevação de zero” em um transmissor de nível por pressão diferencial.

Quando o fluido do processo possuir alta viscosidade, ou quando o fluido se condensa nas tubulações de impulso, ou ainda no caso do fluido ser corrosivo, devemos utilizar um sistema de selagem nas tubulações de impulso, das câmaras de baixa e alta pressão do transmissor de nível.

Selam-se então ambas as tubulações de impulso, bem como as câmaras do instrumento.

8. Calcule:

a) 42% da faixa de -50 H₂O a 100 H₂O = _____
 $x = 0,42 \cdot [100 - (-50)] + (-50) = 13 \text{ H}_2\text{O}$

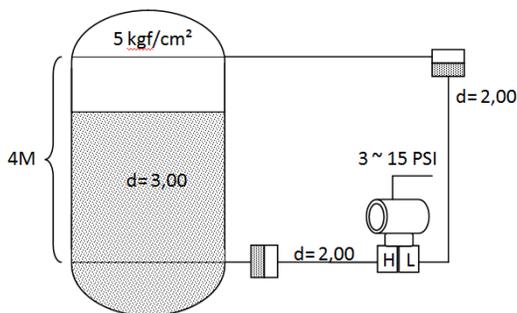
b) 81% da faixa de -500 mmH₂O a 800 mmH₂O = _____
 $x = 0,81 \cdot [800 - (-500)] + (-500) = 553 \text{ mmH}_2\text{O}$

c) 73% da faixa de -20 mmca a 120 mmca = _____
 $x = 0,73 \cdot [120 - (-20)] + (-20) = 82,2 \text{ mmca}$

d) 93% da faixa de -150 Hg a 20Hg = _____
 $x = 0,93 \cdot [20 - (-150)] + (-150) = 8,1 \text{ Hg}$

e) 20% da faixa de -100 mmHg a 200 mmHg = _____
 $x = 0,2 \cdot [200 - (-100)] + (-100) = -40 \text{ mmHg}$

9. Baseado no esquema abaixo determine:



a) Determinar o range do instrumento em mmH₂O:

$$\text{Range} = \text{_____} \text{ mmH}_2\text{O}$$

Para nível = 0%

$$\Delta P0\% = PH - PL = (PINT + PCL + PS.H) - (PINT + PS.L)$$

$$\Delta P0\% = hCL \cdot drCL + hS.H \cdot drS.H - hS.L \cdot drS.L$$

$$\Delta P0\% = 0.3 + 0.2 - 4000 \cdot 2 =$$

$$\Delta P0\% = -8000 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Para nível = 100%

$$\Delta P100\% = PH - PL = (PINT + PCL + PS.H) - (PINT + PS.L)$$

$$\Delta P100\% = hCL \cdot drCL + hS.H \cdot drS.H - hS.L \cdot drS.L$$

$$\Delta P100\% = 4000 \cdot 3 + 0.2 - 4000 \cdot 2 = 12000 - 8000$$

$$\Delta P100\% = 4000 \text{ mmH}_2\text{O}$$

$$\text{Range: } -8.000 \sim 4.000 \text{ mmH}_2\text{O}$$

10. Responda com suas palavras:

a) Quais são as aplicações da medição de nível com o borbulhador?

Com o sistema de borbulhador podemos detectar o nível de líquidos viscosos, corrosivos, bem como de quaisquer líquidos à distância.

b) Em que princípio se baseia a medição de nível por empuxo? E o que ele diz? Baseia-se no Princípio de Arquimedes.

“Todo o corpo mergulhado em um fluido sofre a ação de uma força vertical dirigida de baixo para cima igual ao peso do volume do fluido deslocado”.

c) Defina o que é interface, e em que situação do processo ocorre à medição de nível por interface?

Podemos definir interface como sendo o ponto comum entre dois fluidos não miscíveis.

Na indústria muitas vezes temos que medir o nível da interface em um tanque contendo dois líquidos diferentes não miscíveis. Este fato ocorre em torres de destilação, torres de lavagem, decantadores, etc.

d) Qual a vantagem da medição de nível por raios gama?

Os medidores que utilizam radiações nucleares se distinguem pelo fato de serem completamente isentos do contato com os produtos que estão sendo medidos.

Além disso, dispensando sondas ou outras técnicas que mantêm contato com sólidos ou líquidos tornando-se possível, em qualquer momento, realizar a manutenção desses medidores, sem a interferência ou mesmo a paralisação do processo.

Dessa forma os medidores que utilizam radiações podem ser usados para indicação e controle de materiais de manuseio extremamente difíceis e corrosivos, abrasivos, muito quentes, sob pressões elevadas ou de alta viscosidade.

e) No que consiste a medição de nível por raios gama?

O sistema de medição por raios gama consiste em uma emissão de raios gama montado verticalmente na lateral do outro lado do tanque terá uma câmara de ionização que transforma a radiação Gama recebida em um sinal elétrico de corrente contínua.

Como a transmissão dos raios é inversamente proporcional à altura do líquido do tanque, a radiação captada pelo receptor é inversamente proporcional ao nível do líquido do tanque, já que o material bloquearia parte da energia emitida.

f) Na medição de nível capacitivo, quando os líquidos forem condutores o que devemos fazer?

Em fluídos condutores o eletrodo é deve ser isolado.

g) Como são geradas e medidas as ondas do ultrassom?

A geração ocorre quando uma força externa excita as moléculas de um meio elástico, esta excitação é transferida de molécula a molécula do meio, com uma velocidade que depende da elasticidade e inércia das moléculas.

A propagação do ultrassom depende, portanto, do meio.

As ondas de ultrassom são geradas e captadas pela excitação elétrica de materiais piezoelétricos.

h) Cite duas aplicações onde é utilizado o medidor tipo radar, em que não poderia ser utilizado o medidor tipo ultrassom.

Serve para medir distância, nível, volume:

Líquidos com espumas;

Tanques de armazenamento com agitadores.

i) Defina o que são medidores descontínuos de nível.

Estes medidores são empregados para fornecer indicação apenas quando o nível atinge certos pontos desejados.

j) Quais são os dispositivos utilizados na medição de nível de sólidos?

Esta medição é comumente feita por dispositivos eletromecânicos, onde é colocada uma sonda sobre a carga ou conteúdo.

Em algumas aplicações mais recentes, é muito comum as indústrias utilizarem células de cargas. Para se instalar este tipo de sensor, é necessário que se corte os “pés dos silos”, para que o mesmo fique apoiado sobre o sensor.

Mais recentemente foram desenvolvidas novas células de cargas, que não necessitam mais cortar as estruturas dos silos. Elas estão presas na estrutura do silo apenas com dois parafusos e conseguem perceber a modificação da estrutura do material metálico a qual estão presas.

Capítulo 6

1. Responda com suas palavras:

a) O que significa termometria?

Termo mais abrangente que engloba tanto a pirometria, como a criometria.

b) O que significa pirometria?

Medição de altas temperaturas, na faixa onde os efeitos de radiação térmica passam a se manifestar.

c) O que significa criometria?

Medição de baixas temperaturas, ou seja, aquelas próximas ao zero absoluto de temperatura.

d) Defina energia térmica.

A Energia térmica de um corpo é a soma da energia cinética, também pode ser entendida como sendo a energia cinética total de suas moléculas depende também da massa e do tipo da substância.

e) O que foi criado por Fahrenheit?

criou uma nova escala termométrica, cujo ponto mínimo 0, determinou-se utilizando uma mistura de água, gelo, sal e amônia. E o ponto máximo de 212° é o da ebulição da água, e a temperatura necessária para a fusão do gelo é de 32°, estando a um ATM de pressão.

f) O que foi proposto por Celsius em 1742?

Propôs uma escala onde o ponto de fusão da água correspondesse ao valor de 100° e o ponto de ebulição correspondesse ao valor de 0°, observados a uma pressão atmosférica padrão, também chamada de pressão normal.

g) Quais são as escalas mais comuns?

Graus Fahrenheit °F:

Graus Celsius °C:

Graus Rankine °R ou °Ra:

Graus Kelvin K

h) Qual o limite inferior da temperatura, e qual o seu valor?
 zero absoluto a temperatura em que as moléculas de um corpo encontram-se completamente inertes, 0 K ou $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

i) Onde é mais utilizada a escala Kelvin?
 Muito utilizada na física e química é utilizado para medir a temperatura absoluta de um objeto

2. Calcule:

a) Qual a relação matemática entre $^{\circ}\text{C}$ x $^{\circ}\text{F}$?

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{^{\circ}\text{F}-32}{9}$$

b) Qual a relação matemática entre $^{\circ}\text{C}$ x K?

$$\text{K}=273,15+^{\circ}\text{C}$$

c) Qual a relação matemática entre $^{\circ}\text{F}$ x $^{\circ}\text{R}$?

$$\text{R}=459,67+^{\circ}\text{F}$$

d) Qual a relação matemática entre K x $^{\circ}\text{R}$?

$$\text{R}:\text{K} = \frac{\text{R}\times 5}{9}$$

3. Defina com suas palavras:

a) Defina ponto fixo de temperatura.

R: fenômenos de mudança do estado físico de substâncias puras, que somente ocorrem em condições únicas de temperatura e pressão.

b) Defina calor.

Calor é energia em trânsito ou a forma de energia que é transferida através de corpos em virtude da diferença de temperatura entre eles

c) Qual o princípio de funcionamento do termômetro de dilatação de líquido?
 Os termômetros de dilatação de líquidos, baseiam-se na lei de expansão volumétrica de um líquido com a temperatura dentro de um recipiente fechado.

d) Quais são os tipos de construção de termômetros de dilatação de líquidos?
Recipiente de vidro transparente
Recipiente metálico

e) Quais são os tipos de líquidos mais utilizados nos termômetros de vidro?
Os líquidos mais usados são: Mercúrio, Tolueno, Álcool.

f) Onde são mais utilizados os termômetros de vidro?
O uso deste termômetro é mais comum em laboratórios ou em indústrias, com a utilização de uma proteção metálica.

g) Qual o princípio de funcionamento do termômetro bimetálico?
Baseia-se no fenômeno da dilatação linear dos metais com a temperatura.

h) No que consiste o termômetro bimetálico?
O termômetro bimetálico consiste em duas lamina de metais com coeficientes de dilatação diferentes sobrepostas, formando uma só peça. Variando-se a temperatura do conjunto, proporcional à temperatura.
Na prática a lamina bimetálica é enrolada em forma de espiral ou hélice, o que aumenta bastante a sensibilidade.

i) Normalmente, qual o material da lâmina bimetálica?
Normalmente usa - se o Invar (aço com 64% Fe e 36% Ni) com baixo coeficiente de dilatação e o latão como metal de alto coeficiente de dilatação.

j) Em geral qual é a variação das escalas do termômetro bimetálico?
A faixa de trabalho dos termômetros bimetálicos vai aproximadamente de -50 a 800 °C, sendo sua escala bastante linear.

k) Qual é a exatidão do termômetro bimetálico?
Possui exatidão na ordem de +/- 1%.

l) No que consiste um termopar?
Um termopar consiste de dois condutores metálicos, de naturezas distintas, na forma de metais puros ou de ligas homogêneas.
Os fios são soldados em um extremo ao qual se dá o nome de junta quente ou junta de medição.
A outra extremidade dos fios é levada ao instrumento de medição de FEM (força eletromotriz), fechando um circuito elétrico por onde flui a corrente.

m) Qual o nome da junção que vai ao processo?
Junta de Medição ou Junta Quente.

n) Qual o nome da junção que vai ao instrumento?

Junta de Referência ou Junta Fria.

o) Quais são os quatro fenômenos que ocorrem em um termopar?

Quatro fenômenos ocorrem simultaneamente: o efeito Seebeck, o efeito Peltier, o efeito Thomson e o efeito Volta

p) Qual o fenômeno que Seebeck descobriu?

Ele notou que em um circuito fechado, formado por dois condutores diferentes A e B, ocorre uma circulação de corrente enquanto existir uma diferença de temperatura ΔT entre as suas junções.

q) Qual o fenômeno que Peltier descobriu?

Dado um par termoelétrico com ambas as junções à mesma temperatura, se, mediante uma bateria exterior, produz-se uma corrente no termopar, as temperaturas das junções variam em uma quantidade não inteiramente devida ao efeito Joule.

Capítulo 7

1. Responda com suas palavras:

a) Qual a definição de vazão?

a quantidade volumétrica ou gravimétrica de fluido que passa através de uma área definida em uma unidade de tempo considerada

b) Quais as formas que a vazão de um fluido pode ser expressa?

Mássica e volumétrica

c) Cite cinco unidades de vazão volumétricas mais utilizadas na indústria?

cm^3/s , m^3/h , m^3/s , litros/h, GPM, IGPM, SCFM

d) Defina montante e jusante.

Jusante:

É o termo empregado para falar sobre o fluxo de um ponto mais elevado para outro ponto de altitude menor.

De um modo mais simples é o sentido normal do fluxo antes de um ponto de referencia, como uma válvula, medidor etc.

Montante:

É o termo empregado para falar sobre o fluxo de um ponto de altitude inferior para outro ponto mais elevado.

Ou o oposto da jusante. É o ponto oposto de uma válvula, medidor e etc.

e) Quais as características de um regime laminar?

É caracterizado por um perfil de velocidade mais acentuado, onde as diferenças de velocidades são maiores.

f) Defina o que são medidores de deslocamento positivo?

Os medidores de deslocamento positivo operam de forma contrária as bombas que levam o mesmo nome; enquanto nas bombas um movimento rotativo ou oscilante produz um fluxo, nos medidores o fluxo produz o movimento.

g) Defina o que são medição por elementos deprimogênios.

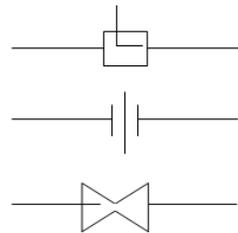
Denominam-se assim os elementos primários cuja instalação produz diferença de pressões (perda de carga), que se vincula com a vazão do fluído que circula, em uma relação determinada.

2. Correlacione a primeira coluna com a segunda.

A Placa de orifício. (C)

B Tubo de Venturi.(A)

C Tubo de Pitot.(B)



3. Responda com suas palavras:

b) Defina a placa de orifício.

Consiste basicamente de uma chapa metálica, perfurada de forma precisa e calculada, a qual é instalada perpendicularmente ao eixo da tubulação entre flanges.

b) Cite três tipos de placas de orifício.

Orifício concêntrico, orifício excêntrico, orifício segmental.

c) No que consiste o tubo de Venturi.

O tubo Venturi combina dentro de uma unidade simples, uma curta garganta estreitada entre duas seções cônicas, usualmente é instalado entre dois flanges, na tubulação.

d) Diga o princípio de funcionamento do tubo de Pitot.

O tubo de Pitot funciona basicamente como um medidor de pressão diferencial, necessitando para isso, possuir duas pressões bem definidas e comparadas.

e) Como é constituído basicamente o rotâmetro?

Esses medidores oferecem uma área de passagem que é função da vazão. Essa variação na área é obtida por meio da inserção de um elemento que funciona como um obturador, cobrindo e descobrindo partes do orifício por onde o fluido vai passar em função da velocidade do fluxo.

f) Cite três tipos de flutuadores.

Esférico, Cilindro com borda plana, Cilindro com borda saliente de face inclinada para o fluxo, Cilindro com borda saliente contra o fluxo.

g) Qual o princípio de funcionamento do medidor magnético de vazão com eletrodos?

Baseiam-se na criação de potencial elétrico pelo movimento de um fluido condutor através de um campo magnético exterior, a voltagem gerada é diretamente proporcional à velocidade da vazão do fluido.

h) Como é constituído o medidor tipo turbina.

Consiste de um corpo e um rotor, cuja velocidade angular é diretamente proporcional á velocidade do fluído.

i) Defina o funcionamento do medidor de vazão por Vortex.

Quando um anteparo de geometria definida é colocado de forma a obstruir parcialmente uma tubulação em que escoo um fluido, ocorre a formação de vórtices; que se desprendem alternadamente de cada lado do anteparo.

j) Cite dois tipos de transmissores ultrassônicos.

Medidores a efeito Doppler, Medidores de tempo de trânsito.

k) Aonde é aplicado o medidor por efeito Doppler?

São conseqüentemente adequados para medir vazão de fluídos que contêm partículas capazes de refletir ondas acústicas.

l) Onde é aplicado o medidor por Tempo de Trânsito?

Estes não são adequados para medir vazão de fluídos que contêm partículas em suspensão.

m) Defina o funcionamento do medidor de vazão por efeito Coriolis.

Os tubos vibram em sua frequência de ressonância, geralmente em torno de 80 Hz, e o efeito da aceleração de Coriolis provoca uma defasagem entre os movimentos dos braços do tubo, esta defasagem é sentida por detectores de movimento de alta precisão e transformada eletronicamente em medida de vazão.

Capítulo 8

1. Responda com suas palavras:

a) Quais as 2 partes principais de uma válvula de controle ?

Atuador e corpo.

b) Qual a função do atuador?

Consiste no componente responsável em proporcionar a força motriz necessária ao funcionamento da válvula de controle

c) Quais são as partes que compõe o corpo da válvula?

Internos, Castelo, Flange inferior.

d) Defina o que é uma válvula de deslocamento linear.

Válvula na qual a peça móvel vedante descreve um movimento retilíneo, acionada por uma haste deslizante.

e) No que consiste a válvula tipo diafragma?

Consiste de um corpo em cuja parte central apresenta um encosto sobre o qual um diafragma móvel, preso entre o corpo e o castelo, se desloca para provocar o fechamento.

f) Quais são as desvantagens da válvula tipo diafragma?

devido ao material do seu obturador (diafragma de neoprene ou Teflon), a sua utilização é limitada pela temperatura do fluído em função do material do diafragma.

g) Qual a principal aplicação da válvula de controle tipo guilhotina?

Controle biestável com fluídos pastosos

h) No que consiste a válvula borboleta?

Válvula de deslocamento do tipo rotativo, corpo de duas vias de passagem reta, com internos de sede simples e elemento vedante constituídos por um disco ou lâmina de formato circular acionados por eixo de rotação axial

i) Como é o corpo da válvula esfera?

O corpo da válvula é do tipo bipartido, de modo que a esfera gira em torno de dois anéis de Teflon alojados no corpo e que fazem a função de sede.

j) Qual o índice de vazamento da válvula tipo obturador rotativo excêntrico?
0,01% da sua máxima capacidade de fluxo

k) Defina o que é um posicionador.

É o dispositivo que trabalha em conjunto com o atuador da válvula de controle para posicionar corretamente o obturador em relação à sede da válvula

l) O que o posicionador compara?

Compara o sinal emitido pelo controlador com a posição da haste da válvula e envia ao atuador da válvula a pressão de ar necessária para colocar o obturador na posição correta.

m) Em que consiste o booster?

Equipamento que utilizam a relação de áreas para multiplicar a pressão pneumática em pressão hidráulica.

n) Qual é a diferença entre o posicionador inteligente e os outros?

é a eliminação do link mecânico, sendo que a posição da haste da válvula de controle é feita através do efeito “Halls” (campo magnético).

o) Quais são as possíveis maneiras de se programar o posicionador inteligente? localmente no seu visor, através de um Hand Held (programador de protocolo HART) ou através de um software de programação.

2. Cite:

a) Cite três válvulas de deslocamento linear.

Globo, Diafragma, Guilhotina.

b) Cite três válvulas de deslocamento rotativo.

Borboleta, Esfera, Obturador Excêntrico.

c) Cite três tipos de atuadores.

Pneumático à mola e diafragma, Pneumático a pistão, Elétrico, Elétrico – hidráulico, Hidráulico

d) Cite 3 principais aplicações do posicionador.

Diminuir o atrito na haste da válvula quando a gaxeta é comprimida com grande pressão, para evitar vazamento do fluido.

Para válvulas de sede simples, recoloca a válvula na abertura correta, quando a pressão exercida no obturador variar.

Modificar o sinal do controlador. O posicionador, por exemplo, recebe um sinal de 3 a 15 PSI do controlador e emite um sinal de 6 a 30 PSI para o atuador .

Aumentar a velocidade de resposta da válvula. Usando um posicionador, eliminam-se: os atrasos de tempo provocados pelo comprimento e diâmetro dos tubos de ligação entre a válvula e o controlador e volume do atuador.

Inverter a ação do controlador.

e) Cite qual é a limitação do posicionador.

Variável de vazão

f) Cite três informações que podemos obter quando utilizamos o posicionador inteligente.

Leitura da posição da válvula, sinal de entrada e pressão no atuador.

Comandos de posição da válvula, configuração e auto calibração.

Auto ajustes.

Tempo de fechamento, abertura e número de ciclos.

Gráficos de pressão x posição.

Histórico da configuração.

Caracterização de fluxo: linear, abertura rápida etc.

Limites de posição

g) Cite três vantagens do posicionador inteligente

Eleva a confiança nas manutenções preventivas.

O melhor posicionamento e controle dinâmico da válvula aumenta o rendimento do processo.

Reduz as variações no processo

Calibração, configuração e gerenciamento do posicionador dentro da sala de controle.

Posicionamento e resposta da válvula, melhorados.