

Trabalho de Instrumentação

Elementos finais de controle

Hiago de Oliveira Braga Batista	ES96704
Wérikson Frederiko de Oliveira Alves	ES96708

Índice

1	Resumo	2
2	Introdução	2
3	Damper	2
4	Bomba	2
4.1	Tipos de bombas	3
4.2	Partes da Bomba	3
4.3	Aplicações	4
4.4	Fenômeno da Cavitação	4
5	Motores	4
5.1	Tipo de Motores	4
5.2	Partes do motores	5
5.3	Aplicações	5
6	Válvula de Controle	6
6.1	Tipos de deslocamento	6
6.2	Partes da válvula	6
6.2.1	Atuador	7
6.2.2	Castelo	7
6.2.3	Corpo	8
6.3	Ação	9
6.3.1	Posicionador	9
6.4	Características de vazão	9
7	Conclusão	10
8	Referências Bibliográficas	10

1 Resumo

Este trabalho se trata sobre elementos finais de controle cuja principal função é corrigir o valor da saída para o mais próximo possível do valor desejado. Neste trabalho serão comentados a bomba, motores e válvulas, entretanto as válvulas terão maior destaque devido a serem as mais utilizadas. Dessa forma será abordado sobre o seu funcionamento e suas características.

2 Introdução

Os elementos finais de controle de uma malha de controle são responsáveis pela atuação direta sobre os processos, no qual recebem o sinal de comando do controlador para corrigir o desvio do valor desejado, *set point*. Muitas vezes o elemento final é uma válvula, podendo ser também uma bomba, uma solenoide, um pistão, um motor elétrico etc.

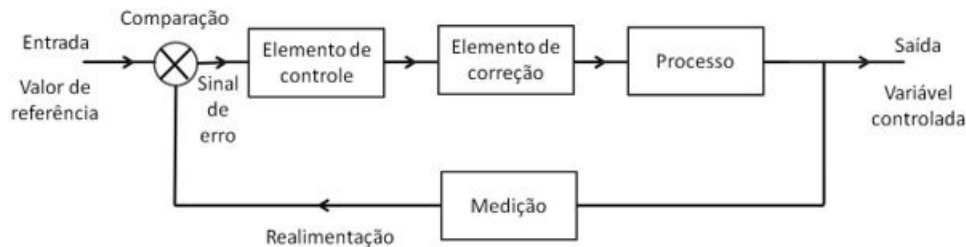


Figura 1 – Diagrama de bloco de uma malha de controle com realimentação.

3 Damper

O damper basicamente é um dispositivo com o objetivo de controlar o fluxo e a vazão de ar. Portanto, além de poder ser utilizado em equipamentos de ar condicionado, também é comum em ventilação mecânica, por exemplo, medindo a entrada e saída do ar. Resumindo, ele atua como um “registro de água” – que você abre e fecha – mas controlando o ar.

4 Bomba

As bombas podem ser definidas por equipamentos mecânicos destinados à transferência de líquidos de um ponto para outro com auxílio de tubulações, fornecendo-lhe um acréscimo de energia. Perceba pela Figura 3 que a bomba está atuando como um elemento de controle, pois ela é responsável por corrigir o valor do nível para o valor de referência.

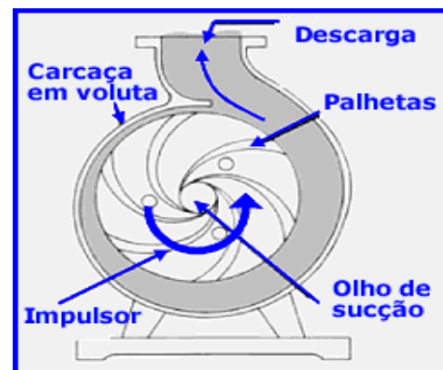


Figura 2 – Diagrama de uma bomba.

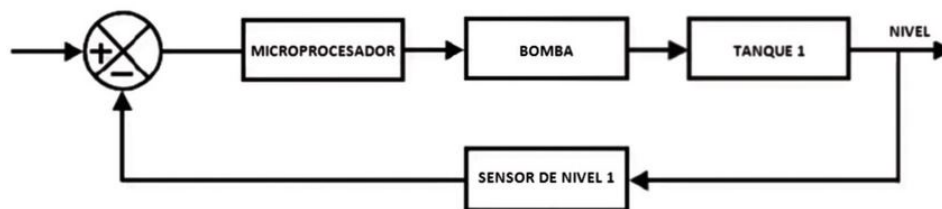


Figura 3 – Exemplos de malha de controle de uma Bomba.

4.1 Tipos de bombas

- **Bombas de Deslocamento Positivo:** São usadas para bombeamento contra altas pressões e quando requerem vazões de saída quase constantes, sendo estas divididas em alternativas e rotativas.
- **Bombas Centrífugas:** Caracterizam-se por operarem com altas vazões, pressões moderadas e fluxo contínuo. São divididas em radiais e francis.
- **Bomba Diafragma:** São usadas para suspensões abrasivas e líquidos muito viscosos.
- **Bomba A Jato:** Usam o movimento de uma corrente de fluido a alta velocidade para imprimir movimento a outra corrente, misturando as duas.
- **Bomba Eletromagnética:** Princípio igual ao motor de indução usada com líquidos de alta condutividade elétrica não tem partes mecânicas móveis.

4.2 Partes da Bomba

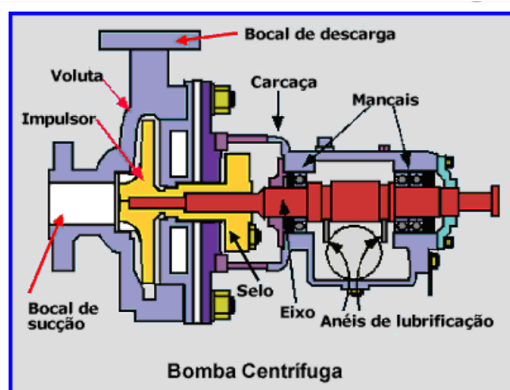


Figura 4 – Bomba centrífuga: Visão interna.

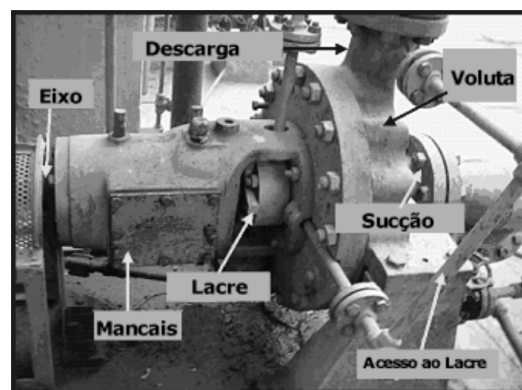


Figura 5 – Bomba centrífuga: Visão externa.

São divididos em três partes:

- **Corpo (carcaça):** Envolve o rotor, acondiciona o ruído e direciona o mesmo para a tubulação de recalque.
- **Rotor (impelidor):** Constitui-se de um disco provido de pás (palhetas) que impulsionam o ruído.

- **Eixo de acionamento:** Transmite a força motriz ao qual está acoplado o rotor, causando o movimento rotativo do mesmo.

4.3 Aplicações

- **Bombas centrífugas:** irrigação, drenagem e abastecimento;
- **Bombas a pistão:** abastecimento em propriedades rurais;
- **Bombas rotativas:** combate a incêndio e abastecimento doméstico.

4.4 Fenômeno da Cavitação

A ebulição da água no interior de condutos ocorre quando as condições de pressão caem a valores inferiores a pressão de vaporização. Com isso, formam-se bolhas de vapor prejudiciais ao funcionamento bomba, caso a pressão do líquido na linha de sucção caia abaixo da pressão de vapor originando bolsas de ar que são arrastadas pelo fluxo.

Possuem como característica ruídos e vibrações característicos e quanto maior for a bomba, maiores serão os efeitos. Além de provocar o desgaste progressivo até a deformação irreversível dos rotores e das paredes internas da bomba.

Nas bombas a cavitação geralmente ocorre por altura inadequada da sucção (problema geométrico), por velocidades de escoamento excessivas (problema hidráulico) ou por escorvamento incorreto (problema operacional).

5 Motores

De acordo com a Figura 7, veja que o motor C.C. está atuando como um elemento final de controle, pois é o dispositivo que irá atuar no processo regulando a velocidade para o valor de referência.

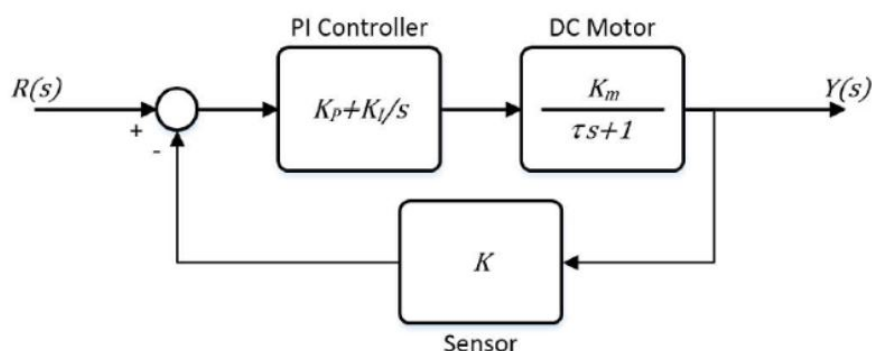


Figura 6 – Exemplos de elementos finais de controle: Motores

5.1 Tipo de Motores

- **CC:** A velocidade varia com base na tensão aplicada e essa relação é relativamente linear, tornando o controle de velocidade e cálculos bem mais simples.

- **CA:** A velocidade é determinada pela frequência da tensão e corrente e a velocidade pode ser ajustada somente através de um variador de frequência que é capaz de alterar a frequência da potência de entrada fornecida.
- **CA - Assíncrono:** O rotor em motores de indução normalmente gira em uma taxa mais lenta do que a frequência fornecida a ele, e tipicamente há um “deslizamento” ou perda da velocidade exata durante a operação.
- **CA - Síncrono:** O motor elétrico síncrono usa um rotor bobinado, no qual bobinas são colocadas nas ranhuras deste rotor. O rotor por sua vez é excitado por uma fonte de alimentação contínua CC externa, utilizando anéis deslizantes e escovas para fornecer corrente ao rotor. Eles são projetados para operar a uma velocidade constante específica em conformidade com o campo magnético rotativo.

5.2 Partes do motores



Figura 7 – Exemplos de elementos finais de controle: Motores

- **Estator:** O estator é basicamente um anel de metal com fendas que prendem as bobinas de fio isolado em um núcleo de aço. A corrente alternada passa então por esses fios para produzir um campo magnético rotativo.
- **Rotor:** O rotor é uma haste, com uma pilha de barras condutoras uniformemente espaçadas no seu núcleo.

5.3 Aplicações

- **Motores de Corrente Alternada na Automação:** Máquina Operatrizes, Misturadores, Compressores, Bombas, Esteiras e Compressor.
- **Motores de Corrente Contínua (DC):** Máquinas Alimentícias, Cadeira de dentista, Cortinas automáticas, Equipamentos de Raio X Panorâmicos, Mesa Elétrica Hospitalar, Cadeiras Oftalmológicas, Churrasqueira Elétrica, Cobertura de Piscinas e Cobertura de Toldos.
- **Motores Universais:** Aspiradores, Brocas portáteis, Misturadores de bebidas, Máquina de costura, Liquidificadores, Ventiladores e Furadeiras.

6 Válvula de Controle

A válvula de controle, é o elemento de final de controle mais utilizado na indústria, o seu papel em uma malha de controle pode ser observado na Figura 8, que mostra a válvula atuando como um elemento que corrige o desvio do sinal de referência.

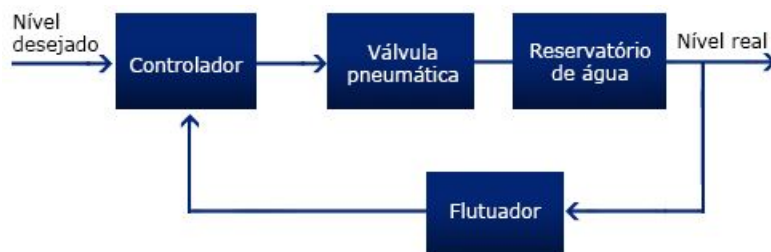


Figura 8 – Exemplos de elementos finais de controle: Válvula

As válvulas são dispositivos manuais ou automáticos que consistem em uma restrição variável à passagem do fluxo. Devido a sua grande utilização a válvula é uns dos principais elementos finais de controle e um dos mais utilizados, assim ela acaba possuindo um maior destaque.

6.1 Tipos de deslocamento

As válvulas possuem dois tipo de deslocamento, sendo estes o linear e rotativo.

1. Linear: Neste modelo, a haste possui um movimento retilíneo, ou seja, para bloquear o caminho a haste da válvula se movimenta apenas em uma direção. Como exemplo deste movimento temos a válvula globo e o diafragma, Figura 9.
2. Rotativo: Neste outro tipo, a haste é fixada em seu eixo vertical, dessa forma podendo rotacionar em torno de si mesma com o passar do material. Como exemplo temos a válvula borboleta, Figura 10.

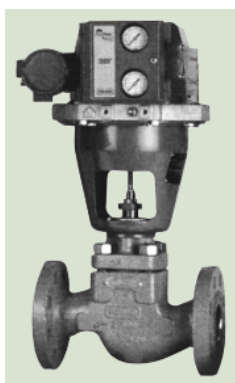


Figura 9 – Válvula globo



Figura 10 – Válvula borboleta.

6.2 Partes da válvula

Quanto as partes, elas são divididas em três, sendo elas o atuador, castelo e corpo.

6.2.1 Atuador

Responsável por entregar a força necessária para que o obturador possa se movimentar em relação a sede da válvula. O atuador de uma válvula de controle pode ser classificado de acordo com seu deslocamento em relação à entrada de ar de sinal, podendo ser direto ou indireto.

1. Atuador Direto: Nesta configuração, a entrada de ar é pela parte superior, como ilustra a Figura 11.
2. Atuador Indireto: Nesta configuração, a entrada de ar é pela parte inferior, conforme ilustra a Figura 12.

Figura 11 – Atuador Direto

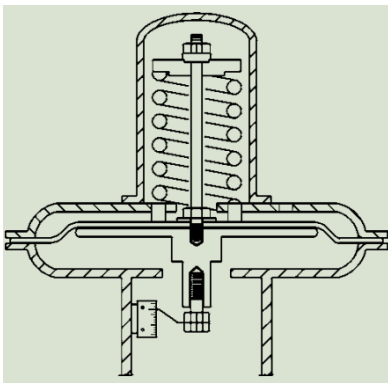
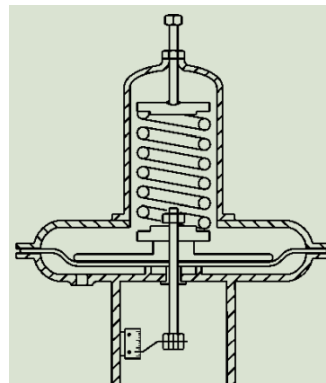


Figura 12 – Atuador Indireto



6.2.2 Castelo

Permite a conexão do atuador ao corpo e serve de guia da haste do obturador, acomodando a caixa de engaxetamento. O castelo de uma válvula de controle pode ser do tipo: normal, aletado, alongado ou com foles de vedação, como mostram as Figuras 13, 14, 15 e 16.

1. Normal: Possui uso geral para produtos abaixo de 180°C.
2. Aletado: É utilizado para produtos acima de 180°C.

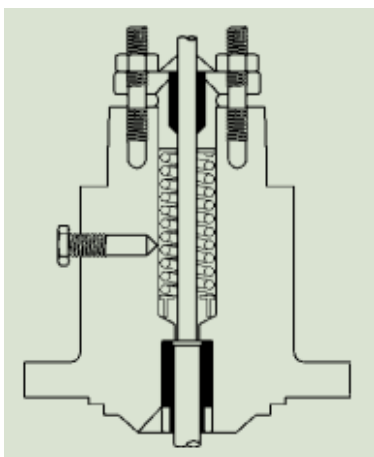


Figura 13 – Castelo Normal

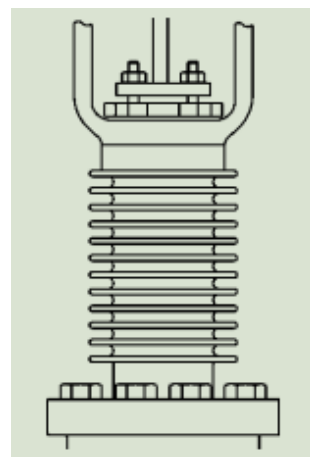


Figura 14 – Castelo Aletado

3. Alongado: Utilizado para produtos abaixo de 5°C.

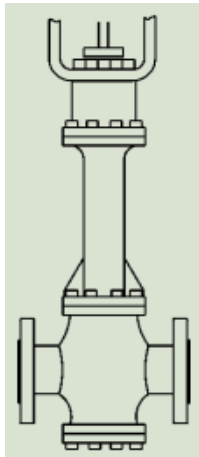


Figura 15 – Castelo Alongado

4. Com foles: Utilizado para produtos tóxicos e radioativos.

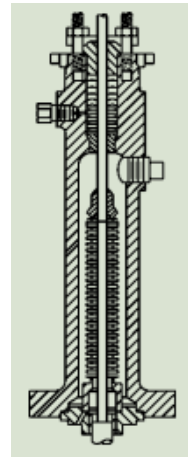


Figura 16 – Castelo com foles

6.2.3 Corpo

É a parte da válvula que entra em contato com o fluido, acomoda as sedes e permite o acoplamento da válvula à linha de processo. O corpo de uma válvula pode ser classificado como de sede simples ou sede dupla, como mostram as Figuras 17 e 18.

1. Sede Simples: O corpo é dotado de um orifício de passagem e um elemento vedante simples. Suas principais características são o baixo custo, a fácil manutenção, boa vedação, além de possuir mais força devido à pressão que o produto na linha impõe sobre o atuador e por meio da instalação a pressão do produto na linha tende a abri-la.
2. Sede Dupla: O corpo é dotado de dois orifícios de passagem e um elemento vedante duplo. Possui como principais características o maior custo apesar de ser mais utilizada, o menor esforço do atuador, o escoamento do fluido por duas passagens distintas, possuir guias de hastes no topo e na base e possui vedação não perfeita (+0,2% a +0,5% de vazamento que é o máximo tolerável).

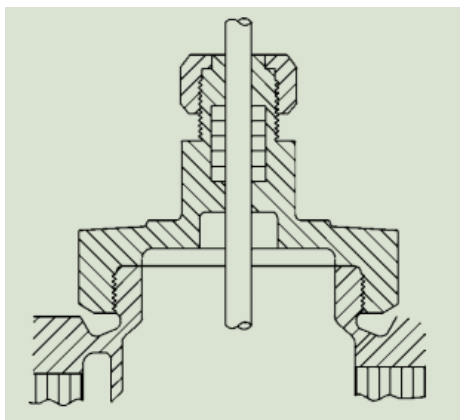


Figura 17 – Sede Simples

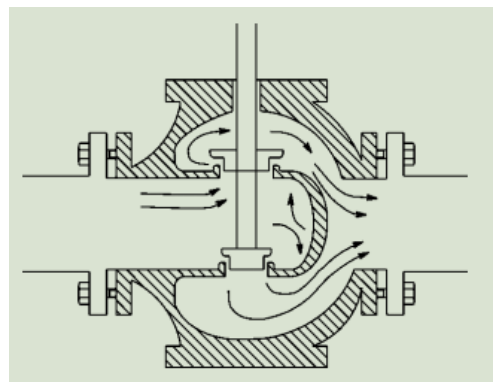


Figura 18 – Sede Dupla

6.3 Ação

De acordo com o posicionamento da válvula em relação ao processo, no caso de pane do sistema de alimentação, a válvula pode ser de ação direta ou de ação reversa.

1. Direta: Para este modelo, com o aumento da pressão de ar na cabeça da válvula, a haste do atuador desloca-se de cima para baixo até provocar o assentamento do obturador na sede, fechando a válvula. E com a diminuição da pressão do ar a haste se deslocará de baixo para cima, abrindo a válvula.
2. Reversa: Já para este modelo, com o aumento da pressão de ar na cabeça da válvula, a haste do atuador desloca-se de baixo para cima, provocando a abertura da válvula. Dessa forma, com a diminuição da pressão do ar a haste se deslocará de cima para baixo até provocar o assentamento do obturador na sede, fechando a válvula.

6.3.1 Posicionador

O posicionador consiste em um dispositivo que transmite a pressão de carga ao atuador, permitindo posicionar a haste da válvula no local exato determinado pelo sinal de controle. Para isto, deve-se aumentar a força de assentamento em válvulas de sede simples, compensar força gerada pelo atrito do conjunto atuador, aumentar a velocidade de resposta, permitir a operação em faixa dividida, em seguida, inverter ação da válvula e por ultimo modificar as características de vazão da válvula.



Figura 19 – Posicionador.

6.4 Características de vazão

O desempenho de uma válvula depende da forma e do tipo de obturador utilizado e como o mesmo reduz a área da sede através do qual passa o fluido. A característica de vazão de uma válvula demonstra a proporcionalidade da variação da vazão do fluido em relação à variação do deslocamento da haste. Existem três características de vazão:

1. Linear: Essa característica de vazão produz uma variação de vazão proporcional à variação de sua abertura.
2. Abertura rápida: Para esta outra característica, produz-se uma grande variação na taxa de vazão, para uma pequena variação na posição da haste. São muito utilizados em controles ON-OFF.

3. Igual porcentagem: Para um deslocamento unitário da haste da válvula, a vazão varia à mesma porcentagem.

Ex.: Assim, por exemplo, se a haste da válvula mover-se 5mm de sua posição inicial, a vazão variará 20% do seu valor inicial. Quando a haste da válvula mover outros 5mm, a vazão variará mais 20% em cima do valor de vazão deixado pela primeira variação de 5mm da haste. Podemos concluir, portanto, que esta característica resultará em uma exponencial.

7 Conclusão

Percebe-se, portanto, que a utilidade dos elementos finais de controle é a de corrigir o valor de desvio entre o sinal de entrada e o valor de referência, tornando assim, o processo mais otimizado, eficiente e de qualidade.

8 Referências Bibliográficas

BOMBAS Industriais: Operações Unitárias. <<https://docente.ifrn.edu.br/hanniefreitas/operacoes-unitarias/operacoes-de-bombeamento>>. Acesso em: 1 maio 2021.

GIACOMINI, G. *Damper de Ar Condicionado: O que é e Como Funciona?* 2020. <<https://www.webarcondicionado.com.br/damper-ar-condicionado>>. Acesso em: 1 maio 2021.

GONÇALVES, M. G. *Monitoramento e controle de processos*. [S.l.]: - 2 ed / Marcelo Giglio., Rio de Janeiro – Petrobras. Brasília. SENAI/ DN, 2003.

JÚNIOR, A. G. da S. *Bombas Hidráulicas*. 2016. <<https://docente.ifrn.edu.br/andouglassilva/disciplinas/mecanica-dos-fluidos/aula-8-bombas>>. Acesso em: 1 maio 2021.

SILVEIRA, C. B. *Motor Elétrico CA: Quais os tipos e como especificar?* <<https://www.citisystems.com.br/motor-eletrico/>>. Acesso em: 1 maio 2021.