



robótica[®].pt

automação
controlo
instrumentação



número 94 | 1.º trimestre de 2014 | Portugal 9.50€

ARTIGO CIENTÍFICO

- Controlo de Sistemas Pneumáticos
- Terrestrial Intelligent General-purpose Robotic Explorer

COLUNA: EMPREENDER E INOVAR

- A Ferramenta Universidade para o Empreendedorismo em Portugal: Estamos Preparados para Prever Juntos o Futuro?

FICHA PRÁTICA DE ELETRÓNICA

- Amplificador Operacional

DOSSIER: SISTEMAS DE CONTROLO NA INDÚSTRIA

- Tecnologia Híbrida para Medição de Interface
- Visão Artificial: do Controlo de Qualidade à Participação nos Processos de Produção
- Utilização de Conversores de Frequência na Indústria
- Sistemas de Controlo Seguros

CASE STUDY

- Sistema de Análise de Cor para Têxtil Automóvel com Variação de Cor Equivalente ao do Sistema de Visão Humano
- Guia para a Ligação de Dispositivos de Automação a Redes Industriais
- *Plug and Play* para a Indústria
- POWER MONITOR da Weidmüller

REPORTAGEM

- "Rittal - The System on Tour"
Mais um Sucesso na sua 6.ª Edição

ENTREVISTA

- "RS e o seu Conjunto de Recursos de Desenho Online Aceleram o Caminho entre a Conceção e a Produção"

Soluções Avançadas de Automação e Robótica

TROPIMÁTICA[®]

www.tropimatica.com

Instrumentação Industrial: as Válvulas de Controlo, um Importante "Instrumento"

5.ª Parte

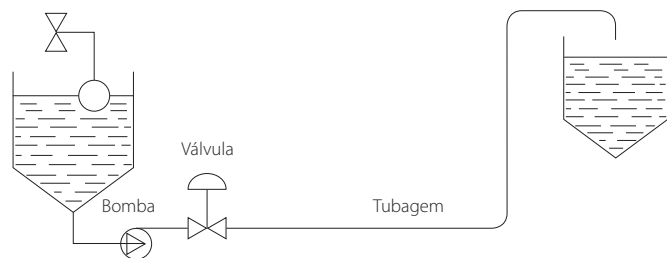
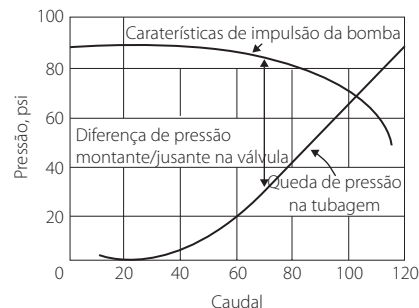


Figura 13. Circuito hidráulico típico de um processo industrial.



CARATERÍSTICAS DE CAUDAL EFETIVO

Na maioria das válvulas que trabalham em condições reais, a pressão diferencial muda quando varia a abertura da válvula. Assim sendo, a curva real que relaciona o curso da válvula com o caudal afasta-se da caraterística de caudal inerente. Esta nova curva recebe o nome de *caraterística de caudal efetivo*.

Como a variação da pressão diferencial depende das combinações entre a resistência da tubagem e das caraterísticas das bombas e dos reservatórios do processo, é evidente que a mesma válvula instalada em processos diferentes tem inevitavelmente curvas caraterísticas efetivas diferentes.

Seja, por exemplo, um circuito hidráulico típico de um processo industrial formado por uma bomba centrífuga, uma válvula de controlo e a tubagem (Figura 13). É evidente que as caraterísticas de impulsão da bomba e a queda de pressão na tubagem variam segundo a abertura da válvula. Na Figura 13 pode-se observar que a diferença entre a pressão de impulsão da bomba e a queda de pressão na tubagem ao variar o caudal, corresponde à diferença de pressão montante/jusante na válvula e que aumenta ao diminuir o caudal.

O *coeficiente r* é a relação da diferença de pressão montante/jusante na válvula na sua capacidade nominal (abertura completa), com a queda de pressão no sistema (tubagem + válvula). O valor deste coeficiente

dependerá do tamanho da válvula relativamente à tubagem (menor diâmetro da válvula maior valor de *r*) e da resistência da tubagem relativamente ao conjunto (menor resistência, maior *r*). Para cada valor de *r* pode construir-se uma curva de caraterística efetiva que se afastará da curva inerente e que coincidirá com esta quando *r* = 1, isto é, quando a tubagem não absorve a pressão e fica totalmente disponível para a válvula. Se o valor de *r* for muito pequeno, a válvula de controlo absorve muito pouca pressão e ficaria muito distorcida da caraterística inerente (Figura 14 e Figura 15).

Na Figura 14 pode observar-se que a caraterística *igual percentagem* desloca-se gradualmente em direção a uma curva caraterística linear ao *diminuir r*, isto é, baixar a diferença de pressão montante/jusante na válvula e aumentar, simultaneamente, a percentagem de queda de pressão na tubagem.

Da mesma forma, na Figura 15 pode observar-se que a curva caraterística ine-

rente linear aproxima-se a uma curva de abertura rápida ao diminuir o valor de *r*.

GANHO DA VÁLVULA DE CONTROLO E SELEÇÃO DA CARATERÍSTICA DA VÁLVULA

O *ganho da válvula de controlo* (*G*) é a relação entre a variação do valor relativo do caudal *q*, e a correspondente variação relativa do curso da válvula, isto é, da posição da haste de comando:

$$G = \frac{dq}{dl}$$

Em sistemas de controlo que utilizem controladores PID, e estes são a maioria dos sistemas usados na indústria, é importante que o ganho instalado da válvula se mantenha relativamente uniforme na região de funcionamento. Variações de ganho elevadas tornam o desempenho do controlo irregular. Um ganho pequeno exige um curso grande para a haste de comando da válvula e um ganho elevado torna o controlo ruidoso,

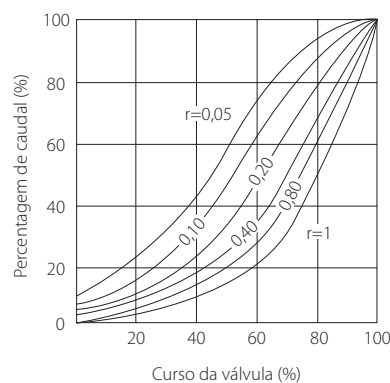


Figura 14. Caraterística de igual percentagem.

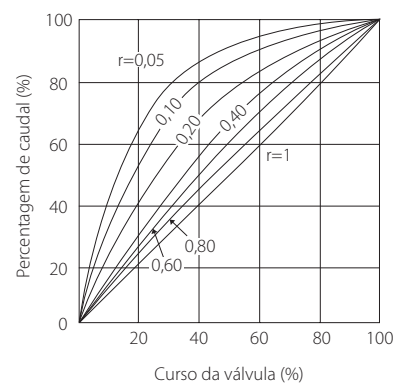


Figura 15. Caraterística linear.

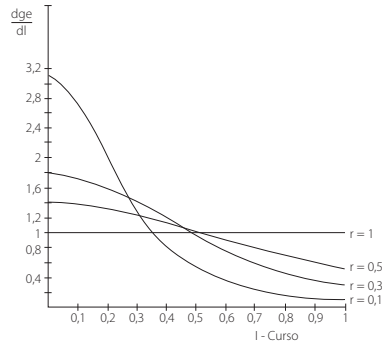


Figura 16a. Ganho da característica linear.

com o caudal demasiado sensível a pequenas variações da abertura da válvula.

Em processos lineares, com ganho constante – nível ou caudal com sinal linear – interessa que a válvula se comporte linearmente, isto é, que tenha um ganho constante. Assim, na Figura 16 (a) verifica-se que o controlo deixa de ser linear para valores abaixo de $r = 0,4$, demasiado sensível e quase instável na parte inicial do curso e que se torna notavelmente lento na parte final ao necessitar de uma variação grande no curso da válvula para aumentar apreciavelmente o caudal. E, por isso, nestes processos lineares, a válvula de igual percentagem é a mais adequada para um r menor do que 0,4, já que a sua característica efetiva aproxima-se da curva característica linear.

Há que assinalar que o ganho na válvula de igual percentagem da Figura 16 (b) apresenta picos para valores acima da unidade de tal modo que é possível que, em determinados processos, apresente instabilidade em alguns pontos do curso da válvula. Estas anomalias podem corrigir-se diminuindo o ganho no controlador e, assim, desaparecem estes pontos ou zonas de instabilidade, ainda que o controlo se torne mais lento na resposta do sistema.

Os argumentos para a *seleção da característica de caudal da válvula* de controlo estão longe de estar bem definidos. A válvula ideal para a maioria das aplicações teria uma característica efetiva de modo a que a malha de controlo tenha a mesma estabilidade para todas as variações de carga do processo.

Na prática o problema da escolha da característica da válvula resume-se aos seguintes fatores:

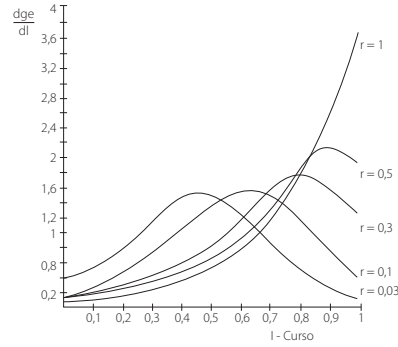


Figura 16b. Ganho da característica de igual percentagem.

1. *Queda de pressão constante*

Para uma *rangeability* superior 3:1, a característica efetiva de igual percentagem 50:1 ou de uma válvula linear não difere de forma relevante. Para estas condições, que cobre a maioria das aplicações, qualquer válvula pode ser aplicada. Apesar de no seu dimensionamento a válvula linear é mais crítica.

2. *Queda de pressão variável*

A maioria das válvulas instaladas na tubagem com uma bomba de descarga ou em série com outro equipamento têm uma característica efetiva que difere, substancialmente, com a inerente. Neste caso, a válvula de igual percentagem é definitivamente a melhor escolha. Se a alteração da carga é pequena, a válvula linear poderia ser aplicada, mas torna a escolha do seu dimensionamento mais difícil. O campo de variação do caudal amplo e a baixa diferença de pressão montante/jusante na válvula são usados, muitas vezes, para o dimensionamento da válvula. No sobredimensionamento a válvula linear é definitivamente a pior escolha.

3. *Estabilidade do sistema*

Se o sistema de controlo é simples, permitindo um ganho elevado no controlo, a característica da válvula é pouco importante. A principal questão é a escolha de um controlo *on-off* ou proporcional. Nes-

te ponto de vista as válvulas de abertura rápida podem ser aplicadas com uma redução substancial no custo.

4. *Não linearidades do sistema*

Existem vários fatores de não linearidade que alteram as características de caudal. Entre estes fatores encontram-se:

- › Nas proximidades do fecho do obturador da válvula, as curvas reais de caudal afastam-se das teóricas, com exceção das válvulas de movimento rotativo.
- › A área do diafragma do atuador pneumático e a força da pressão diferencial sobre o obturador, em relação ao curso, não são constantes, ainda que o problema possa solucionar-se com os posicionadores.
- › A curva característica de caudal nos líquidos é diferente nos gases e vapores.

Assim, quando se considera as alterações de carga e as perturbações reais que podem aparecer no processo, pode não existir nenhuma válvula de controlo comercial que compense totalmente as variações de ganho do processo. Desta forma a seleção da válvula será um compromisso entre a estabilidade da malha e a sua rapidez de resposta antes das perturbações.

Assim a eleição centra-se fundamentalmente na válvula linear ou de igual percentagem. Na generalidade, podemos afirmar que a válvula mais aplicada é a de igual percentagem, em particular quando o comportamento dinâmico do processo não é totalmente conhecido ou suspeita-se que a válvula está mal calculada, porque os dados do processo que serviram de base de cálculo não são fiáveis, ou existem alterações de carga importantes. A Tabela 5 resume os critérios de seleção da curva característica da válvula de controlo. 📌

Tabela 5. Seleção das curvas características das válvulas de controlo.

Variável	Aplicações	Caraterística
Pressão	Na maioria dos líquidos e gases.	Igual percentagem (%)
	Gás com atraso considerável entre a tomada de pressão e a válvula de controlo, e elevada perda de carga na válvula de controlo.	Linear
Caudal	Para amplas variações de caudal.	Linear
	Para variações de caudal pequenas e elevadas perdas de carga na válvula.	Igual percentagem (%)
Nível	Perda de carga constante.	Linear
	Aumento da perda de carga na válvula, com a carga do sistema maior do que o dobro da perda de carga mínima da válvula.	Abertura rápida
Temperatura	Na maioria.	Igual percentagem (%)