**Pneumatica**

Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos

Secção de Automação, Instrumentação e Controlo

Dep. de Engenharia Mecânica Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto

Rua Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal Tel.: +351-2 508 1531 Fax: +351-2 508 1445 Email: pabreu@fe.up.pt URL: http://www.fe.up.pt/saic

Paulo Abreu

Programa

Introdução aos sistemas de accionamentos pneumáticos.

Preparação e distribuição de ar comprimido: qualidade do ar; redes de distribuição.

Elementos de actuação pneumáticos: cilindros. Aspectos construtivos. Selecção e dimensionamento.

Elementos de actuação pneumáticos: actuadores angulares, motores pneumáticos, garras, ventosas, músculos pneumáticos. Sistemas modulares de atuação pneumática.

Elementos de comando pneumáticos: válvulas direccionais; aspectos construtivos. Exemplo de circuitos pneumáticos.

Elementos de comando pneumáticos: válvulas de controlo de fluxo e de pressão. Actuação e instalação de válvulas pneumáticas. Exemplos de circuitos.

Simbologia. Normalização

Elementos sensores pneumáticos: pressostatos, vacuoestatos, sensores de barreira de ar. Unidades de construção especial: unidades hidropneumáticas, alimentadores de avanço.

Análise e síntese de circuitos pneumáticos.

SHP pneu TP (1H)2

Paulo Abreu

Pneumática

Pneumática

Utilização da energia que pode ser armazenada num gás, por compressão desse gás

Utilização do ar comprimido como:

elemento transmissor de energia elemento armazenador de energia

elemento actuador de sistemas

Paulo Abreu

Sistemas Pneumáticos

Aplicações

Primeira aplicação industrial em grande escala de utilização de ar comprimido, como elemento transmissor de energia e produtor de trabalho, foi realizada na abertura de um túnel nos Alpes Suíços (1863).

Indústria: em dispositivos de movimentação e transporte, em processos de fabrico, em equipamentos de teste, em sistemas de controlo, quer em sistemas exclusivamente pneumáticos, quer em sistemas electropneumáticos.

Explorações de minérios e explorações petrolíferas.

Construção civil e em estradas.



SHP pneu TP (1H)3

Paulo Abreu

Áreas de aplicação de accionamentos pneumáticos

•H Hidráulica •(100 to 10,0 N,

•100 to 10,0 m/s) •M Motores

•(0.5 to 2,0 N)

•(0.1 to 5,0 N,

•10 to 15,0 m/s)

•S Motores Step

Fonte de informação: Stefan Hesse, 9 Examples of Pneumatic Applications. Blue Digest on Automation © 2000 by Festo AG & Co.

Paulo Abreu

Sistemas Pneumáticos

Vantagens

existência de “matéria prima” -ar -em abundância ar comprimido facilmente transportável e armazenável

utilização segura

–ausência de perigo de explosão e incêndio –segurança em situações de sobrecarga

não poluente

elementos condicionadores de construção simples e baixo custo

facilmente controlável e a custo reduzido



SHP pneu TP (1H)4

Paulo Abreu

Sistemas Pneumáticos

Desvantagens

custo de produção do ar comprimido elevado necessidade de uma preparação adequada do ar comprimido

dificuldade de manter uniforme e constante velocidades de pistões de cilindro devido à compressibilidade do ar

pressões de trabalho baixas (7 bar) (em sistemas óleohidráulicos, 300 bar)

forças disponíveis nos actuadores pneumáticos baixas

problemas de ruído

problemas de corrosão possíveis nos elementos pneumáticos

Paulo Abreu

Exemplos de sistemas pneumáticos - desempilhar

Fonte de informação: Stefan Hesse, 9 Examples of Pneumatic Applications. Blue Digest on Automation © 2000 by Festo AG & Co.





SHP pneu TP (1H)5

Paulo Abreu

Exemplos de sistemas pneumáticos - alinhar

Fonte de informação: Stefan Hesse, 9 Examples of Pneumatic Applications. Blue Digest on Automation © 2000 by Festo AG & Co.

Paulo Abreu

Exemplos de sistemas pneumáticos - carimbar

Fonte de informação: Stefan Hesse, 9 Examples of Pneumatic Applications. Blue Digest on Automation © 2000 by Festo AG & Co.





SHP pneu TP (1H)6

Paulo Abreu

Exemplos de sistemas pneumáticos –alimentação de prensa

Fonte de informação: Stefan Hesse, 9 Examples of Pneumatic Applications. Blue Digest on Automation © 2000 by Festo AG & Co.

Paulo Abreu

Exemplos de sistemas pneumáticos – preensão

Fonte de informação: Stefan Hesse, 9 Examples of Pneumatic Applications. Blue Digest on Automation © 2000 by Festo AG & Co.





SHP pneu TP (1H)7

Paulo Abreu

Exemplos de sistemas pneumáticos – paletizar

Fonte de informação: Stefan Hesse, 9 Examples of Pneumatic Applications. Blue Digest on Automation © 2000 by Festo AG & Co.

Paulo Abreu

Exemplos de sistemas pneumáticos –corte

Fonte de informação: Stefan Hesse, 9 Examples of Pneumatic Applications. Blue Digest on Automation © 2000 by Festo AG & Co.





SHP pneu TP (1H)8

Paulo Abreu

Exemplos de sistemas pneumáticos – tensionar

Fonte de informação: Stefan Hesse, 9 Examples of Pneumatic Applications. Blue Digest on Automation © 2000 by Festo AG & Co.

Paulo Abreu

Exemplos de sistemas pneumáticos –pick and place

Fonte de informação: Stefan Hesse, 9 Examples of Pneumatic Applications. Blue Digest on Automation © 2000 by Festo AG & Co.



SHP pneu TP (1H)9

Paulo Abreu

Sistemas Pneumáticos

Utilização de sistemas pneumáticos necessidade de sistemas de:

Produção (compressores) Distribuição (redes)

Tratamento (secagem)

Controlo (válvulas)

Paulo Abreu

Ar Compressor

Secador de ar

Reservatório

Rede de distribuição

Preparação do ar (regulação)

Controlo (válvulas)

Actuadores (cilindros, motores)

Sistema Pneumático Típico



SHP pneu TP (1H)10

Paulo Abreu

O ar é um fluido gasoso disponível em quantidades ilimitadas à volta da Terra.

Na atmosfera, o ar contém, para além de gases e vapor de água, partículas sólidas em suspensão (pólen, poeiras, areia fina, …)

O ar atmosférico não é uma substância pura (composição química varia)

Composição por Volume Nitrogénio 78.09% Oxigénio 20.95% Árgon 0.93% Outros 0.03%

Composição do Ar

Paulo Abreu

Grandezas

Energia pneumática

Pressão p Caudal Q

Potência P

Energia eléctrica

Tensão V Corrente I

Potência P

Energia mecânica

Força / Binário Velocidade (angular, linear)

Potência

SHP pneu TP (1H)1

Paulo Abreu

Pressão

Pascal ( Pa ) [Pa] = [ N / m]

Outras Unidades utilizadas: bar, psi, mHG, m H2O ,Torr, atm

Conversões1 bar = 105Pa = 105N/m = 1.02 Kgf/cm

= 14.50 psi1 psi = 7000 Pa = 0.06895 bar

|  |  |
| --- | --- |
| = 0.0714 Kgf/cm1 m Hg = 1.334 mbar aprox. 1 m H2O = 0.0979 mbar aprox.1 Torr = 1mHg abs (para vácuo)1 atm = 1,013 x 105Pa |  |

Pressão: força por unidade de área

Paulo Abreu

Pressão atmosférica

760 m Hg

Pressão atmosférica

A pressão atmosférica pode ser medida pela altura de uma coluna de um líquido em vácuo

Para um barómetro de mercúrio, uma atmosfera (a pressão ao nível do mar) equivale a uma coluna de 760 m Hg ( 1013.9 milibar, 1 bar )

Num barómetro de água, uma pressão de uma atmosfera equivaleria a uma coluna de mais de 10 metros, pois a densidade da água é muito menor do que a do mercúrio ( 13.6 ) Barómetro de mercúrio

Vácuo



SHP pneu TP (1H)12

Paulo Abreu

Pressão atmosférica

A pressão atmosférica é causada pelo peso do ar

A pressão do ar diminui com o aumento da altitude

A pressão do ar também é influenciada pelas condições climatéricas

Definição de um valor de referência

Paulo Abreu 1013.25 mbar

Atmosfera standard

Atmosfera standard definida pela “The International Civil Aviation Organisation”

Ao nível médio das águas do mar, e a uma temperatura de 288 K (15ºC) a pressão atmosférica tem o valor de 10.1325 x 104N/m2(Pa) (1013.25 mili bar)

SHP pneu TP (1H)13

Paulo Abreu

Vácuo

Vácuo é uma forma de pressão

Um gás diz-se que está sob vácuo quando a sua pressão é inferior à pressão atmosférica.

Normalmente o vácuo é medido por um dispositivo diferencial que lê a pressão entre o sistema em causa e a pressão atmosférica. Subtraindo o valor lido ao valor da pressão atmosférica, teremos um valor da pressão absoluta.

Paulo Abreu

Vácuo e nível de vácuo

A unidade de medida para o valor do vácuo é uma das unidades de pressão!

“milímetros de mercúrio” ( mmHg) muito utilizada

O nível de vácuo pode ser representado por :

Nível de depressão (valor da pressão relativamente à pressão atmosférica)

Nível de vácuo em valor absoluto (valor da pressão relativo à pressão de zero absoluto)







SHP pneu TP (1H)14

Paulo Abreu

Relações de Pressão

Pressão Zero (Vácuo perfeito)

Pressão atmosférica normal

Pressão atmosférica local (pressão barométrica)

Pressão relativa (manómetrica)

Pressão absoluta

Vácuo

Pressão absoluta

Pressão de utilização Pressão variável

Paulo Abreu

Pressão e força

A força teórica desenvolvida pelo pistão de um cilindro devido a pressão do ar é dada pelo produto da pressão pela área do pistão puPressão de utilização (manométrica)

Ft Força

nDiâmetro nominal do cilindro 40

[m]π[bar]p[N]F 2 n

4 [m] π ][N/mp

|  |  |
| --- | --- |
| ][mA ][N/m p | [N]F |

Nota: Na prática, a força disponível de um cilindro é de 60 a 80% da força teórica!

SHP pneu TP (1H)15

Paulo Abreu

Pressões tipicamente expressas em “bar g” (pressão manométrica).

Notas: g –“gauge”O manómetro indica o valor de uma pressão relativa à pressão atmosférica.Pressão Zero “gauge” é a pressão atmosférica

Pressão absoluta é utilizada para cálculos p absoluta= p manométrica+ p atmosféricaPara cálculos aproximados, assumir que

1 atmosfera vale 1000 mbarPara cálculos precisos, assumir que 1 atmosfera vale 1013 mbar

Baixa Gama

Gama Industrial típica

Pressão absoluta (bar)Pressão manométrica

( bar g )

Vácuo perfeito Pressão atmosférica

Gama Industrial alargada

Utilização de ar comprimido

Paulo Abreu

Gama de pressões em sistemas pneumáticos: tipicamente até 10 bar

Gama de pressões em sistemas hidráulicos: tipicamente até 300 bar

Capacidades de força muito distintas!

Utilização de ar comprimido



SHP pneu TP (1H)16

Paulo Abreu

1 metro cúbico ou 1000 dm3

1 litro ou decímetro cúbico

Caudal

Caudal: quantidade de fluido que atravessa uma secção por unidade de tempoCaudal mássicoCaudal volumétrico

Caudal volumétrico (o utilizado na pneumática):Volume de fluido (ar) que atravessa uma secção por unidade de tempo.

|  |  |
| --- | --- |
| νUnidades SI | [m/s]Outras unidades |

–litros ou decímetros cúbicos por segundo [l/s] ou [dm/s]

–metros cúbicos por minuto [ m/min]

Paulo Abreu

Volume atual de 1 litro de ar livre à pressão 0

1 litro 1bar a

2bar a 4bar a 8bar a

16bar a

Caudal de ar livre

Ar livre: ar à pressão atmosférica

O espaço entre barras representa o volume de ar no tubo ocupado por um litro de ar livre para as pressões referidas.

O ar movimenta-se como resultado de uma diferença de pressões. A 1 bar absoluto (0 bar manométrico) o escoamento livre de ar apenas se pode dar para uma pressão inferior (pressão de vácuo)



SHP pneu TP (1H)17

Paulo Abreu

Expressões Conversão em caudal de ar livre

QalCaudal de ar livre[l/s] QpuCaudal à pressão de utilização (pu)[l/s] pu Pressão de utilização[bar] patm Pressão atmosférica [bar]

)p p(Q atm

Paulo Abreu

Potência: trabalho desenvolvido por unidade de tempo Potência [W] = pressão [N / m2] x caudal [ m3 / s] P = p Q

Nota: Rendimento de compressores de 20%! Custo de produção de ar comprimido elevado! pressão, caudal

Potência

Energia Compressor Perdas (

Actuadores força, binário velocidade









SHP pneu TP (1H)18

Paulo Abreu

Exercício

Considere o compressor de êmbolo-pistão LXF 08, da Atlas Copco. Estime o rendimento global do compressor.

Paulo Abreu

Estrutura de um sistema de atuação pneumático

|  |  |
| --- | --- |
| (cilindros, atuadores angulares, | ) |

Dispositivos de atuação

Elementos de comando de potência

(válvulas, electrovalvulas)

Elementos de processamento (Valvulas, relés, autómatos)

Elementos de entrada (Válvulas, Botoneiras, sensores)

Fonte de energia (ar comprimido, energia eléctrica)



SHP pneu TP (1H)19

Paulo Abreu

Simbologia Gráfica

Simbologia aplicável a sistemas pneumáticos e hidráulicos referida na norma:

ISO 1219-1:1991“Fluidpower systems and components --Graphic symbols and circuit diagrams --Part 1: Graphic symbols”

ISO 1219-2:1995“Fluid power systems and components --Graphic symbols and circuit diagrams --Part 2: Circuit diagrams”

Nota: acetatos disponíveis sobre este tema nos conteúdos de SHP no SIFEUP

Paulo Abreu

Ar Compressor

Secador de ar

Reservatório

Rede de distribuição

Preparação do ar (regulação)

Controlo (válvulas)

Actuadores (cilindros, motores)

Sistema Pneumático Típico









SHP pneu TP (1H)20

Paulo Abreu

Unidade FRL Filtro, regulador de pressão e lubrificador

Função

Preparação do ar comprimido antes de ser fornecido ao equipamento pneumático

Elementos de um sistema pneumático

Paulo Abreu

Elementos de uma unidade FRL

Filtro P1 P2 Regulador de pressãoLubrificador







SHP pneu TP (1H)21

Paulo Abreu

Unidade de Preparação de ar comprimido

© Festo

Paulo Abreu

Dispositivo de drenagem

Componentes: válvula de passagem (passador)

válvula de drenagem

Colocação

extremidade de cada ramo da rede de distribuição de ar

acesso para manutenção e recolha da água libertada

Válvula de drenagem automática possuindo um filtro para reter partículas sólidas de grandes dimensões



SHP pneu TP (1H)2

Paulo Abreu

Quando a água atinge um determinado nível, a válvula abre e a água é expelida, voltando a válvula a fechar

Mesmo que não haja pressão, a válvula pode abrir para expelir a água

Existe um filtro de rede que permite a expulsão de partículas de dimensão inferior a 500 µm

Zona de depósito de partículas de grande dimensão

Válvula de drenagem automática

Paulo Abreu

Simbologia

Separador de água com dreno automático Filtro com dreno

Filtro com dreno automático

Filtro com dreno automático e indicador de serviço

Lubrificador

Regulador de pressão com manómetro

FRL. Filtro, regulador de pressão, lubrificador (símbolo simplificado)

SHP pneu TP (1H)23

Paulo Abreu

Actuadores Pneumáticos

Actuadores lineares

cilindros de efeito simples cilindros de efeito duplo

Actuadores angulares

cilindros rotativos

motores –de pistões (até 5000 rpm, 1,5-20 KW)

–de palhetas (3000-8500 rpm, 0,1-17 KW)

–turbo motores (até 500000 rpm)

Garras pneumáticas

Paulo Abreu

Actuadores pneumáticos

Vantagens:

Actuadores pneumáticos são equipamentos mecanicamente simples, de baixo custo, fáceis de instalar e operar

Permitem obter movimentos lineares (cilindros) ou movimentos de rotação (actuadores angulares e motores)

Possibilidade de regulação de força/ binário (por regulação de pressão)

Possibilidade de regulação de velocidade (por regulação de caudal)

Um actuador pneumático pode ser imobilizado, sem provocar danos (motor eléctrico pode queimar!)

Podem operar em condições de trabalho adversas (ambientes húmidos, secos, ou poeirentos)

SHP pneu TP (1H)24

Paulo Abreu

Actuadores Pneumáticos Cilindros

Cilindros pneumáticos: características gerais:

Diâmetros de 2.5 a 320 m Cursos de 1 a 2000 m

Forças disponíveis de 2 a 45000 N , a 6 bar

Velocidade do pistão de 0.1 a 1.5 m/s

Baixo custo (relativo) Fácil instalação

Construção simples e robusta

Disponibilidade de tamanhos e cursos elevada

Paulo Abreu

Tipos de cilindros

Existe uma gama muito alargada de cilindros pneumáticos, de diferentes tamanhos e estilos e tipo, que incluem os seguintes:

De simples efeito, com ou sem mola de retorno

De duplo efeito, assimétricos ou simétricos –Com e sem amortecimento

–Com amortecimento regulável

–De êmbolo magnético

Cilindros sem haste

Cilindros de aperto

Cilindros de membrana









SHP pneu TP (1H)25

Paulo Abreu Cilindros de simples efeito

Paulo Abreu

Cilindro de simples efeito sem mola

Retorno do cilindro feito por gravidade ou força externa





SHP pneu TP (1H)26

Paulo Abreu Cilindro de duplo efeito

Paulo Abreu

Cilindro de duplo efeito simétrico



SHP pneu TP (1H)27

Paulo Abreu

Cilindros sem haste

Tipos de cilindros sem haste

De banda ou cabo De banda de selagem

De acoplamento magnético

Características

Cilindros de duplo efeito Possibilidade de dispor de cursos longos (até 4 m)

Menor atravancamento, quando comparados com cilindros de haste, de igual curso

Paulo Abreu

Cilindro sem haste, de banda

© Festo







SHP pneu TP (1H)28

Paulo Abreu

Cilindro sem haste, de banda de selagem

Paulo Abreu

Cilindro sem haste, magnético

© Festo













SHP pneu TP (1H)29

Paulo Abreu

Cilindros de Aperto

Cilindros para serem utilizados em espaços pequenos, para funções de aperto. Tipicamente, possuem um curso reduzido e um diâmetro de êmbolo elevados

Utilizados em aplicações que requerem forças de aperto leves

Possibilidade de utilização de cilindros assimétricos, de simples ou duplo efeito, ou cilindros simétricos de duplo efeito

Paulo Abreu

Cilindros de aperto De simples efeito De duplo efeito simétrico











SHP pneu TP (1H)30

Paulo Abreu

Cilindros de membrana © Festo

Paulo Abreu

Cilindro com unidade de bloqueio de haste

Por razões de segurança, quer por falta de ar ou como funcionalidade, pode ser necessário parar e manter parado um cilindro em qualquer posição do seu curso.

Cilindro de bloqueio da haste, passivo ou activo

Existem unidades de bloqueio de haste para cilindros ISO, de diâmetros de 32 m a 125 m



SHP pneu TP (1H)31

Paulo Abreu

Cilindros com guiamento

Cilindros com hastes/êmbolos não circulares Cilindros com veios de guiamento

Unidades de guiamento externo para integrar em cilindros

Paulo Abreu

Cilindros com haste/êmbolo não circular

Disponibilidade de cilindros ISO , de diâmetros 32 a 100 com pistão não rotativo

Adequados para cargas torsionais baixas





SHP pneu TP (1H)32

Paulo Abreu

Cilindros com guiamento

Veios de guiamento incorporados no corpo do cilindro

Unidade de guiamento externa ao cilindro

Paulo Abreu

Unidades Lineares

Muito compactas Guiamentos precisos

Elevada velocidades de operação

Facilidade de montagem e integração





SHP pneu TP (1H)3

Paulo Abreu

Cilindro de 4 posições 1 2 3 4

Paulo Abreu

Cilindro de impacto

© Festo

Velocidade de avanço até 6 m/s Retorno a velocidade normal (equivalente a cilindro de duplo efeito)

Aplicações em operações de percussão ( rebitagem, estampagem, ...)

SHP pneu TP (1H)34

Paulo Abreu

Cilindro de impacto

O pistão e a haste são acelerados rapidamente de modo a obter uma cação de batida tipo martelo

Dotando o cilindro com uma ferramenta adequada, pode ser utilizado em certos tipos de trabalho de prensagem, que de outro modo necessitaria de equipamentos hidráulicos ou mecânicos

Cilindros com diâmetros de êmbolo de 2" (~50 m) a 6" (150 m) permitem obter uma força de impacto de 25 kN a 253 kN, quando perfuram materiais de 1.0 m de espessura, trabalhando a uma pressão de 5.5 bar.

Paulo Abreu

Cilindro de impacto

Três etapas de funcionamento1. Pistão mantido na posição de recuado. 2. Reservatório acima do pistão pressurizado, mas a força por baixo do pistão é ainda elevada devido à maior área. O ar da câmara inferior ainda está a ser expelido.3. A pressão na câmara inferior cai o suficiente para permitir o movimento do pistão, permitindo que o ar armazenado na câmara superior atue sob a área total do êmbolo, causando uma rápida aceleração





SHP pneu TP (1H)35

Paulo Abreu

Circuito de controlo

Válvula representada na posição normal, mantendo o cilindro com a haste recuada

Quando a válvula de controlo é comutada, a câmara do topo do cilindro é pressurizada e a câmara inferior ligada ao escape

Pressão máxima na câmara superior é rapidamente atingida , mas a pressão na câmara inferior deve cair abaixo de 1/9 da superior para que a haste inicie o seu movimento

Nota: relação de áreas na câmara superior é tipicamente de 1/9

Paulo Abreu

Cilindro de membrana de fole

SHP pneu TP (1H)36

Paulo Abreu Normas aplicáveis a cilindros

Paulo Abreu

Normas aplicáveis a cilindros

EntidadesISO (International organization for normalization)CETOP (Comité Européen des Transmissions Oléohydrauliques et

Pneumatiques)VDMA (VDMA -Verband Deutscher Maschinen-und Anlagenbau -German Engineering Federation)

Configurações típicas de cilindros:Segundo ISO/VDMA (ISO 6431, CETOP RP34P, VDMA24562)Segundo ISO/CETOP (ISO 6431)Segundo ISO 6432

Normas:ISO 6431 e 6432definem a dimensões de instalação de cilindros pneumáticos específicos e dos seus sistemas de fixação. Sistemas de fixação de um fabricante, podem contudo não servir em cilindros de outroVDMA 24562apresenta uma especificação mais detalhada das normas acima referidas, particularmente em sistemas de fixação

SHP pneu TP (1H)37

Paulo Abreu

Normas

Pneumatic fluid power --Single rod cylinders --10 bar (1 0 kPa) series --Bores from8 to 25 m --Mountingdimensions ISO 7180:1986

Pneumatic fluid power -- Cylinders -- Bore and port thread sizes ISO 8139:1991

Pneumaticfluidpower--Cylinders, 1 0 kPa(10 bar) series--Rodendsphericaleyes--Mountingdimensions ISO 8140:1991

Pneumaticfluidpower--Cylinders, 1 0 kPa(10 bar) series--Rodendclevis--Mountingdimensions ISO 6430:1992

Pneumaticfluidpower--Single rodcylinders, 1 0 kPa(10 bar) series, withintegral mountings, boresfrom32 m to 250 m -- Mounting dimensions

Pneumaticfluidpower--single rodcylinders, 1 0 kpa(10 bar) series, withdetachablemountings, boresfrom32 m to 320 m -- mounting dimensions

Pneumatic fluid power -- Cylinders -- Final examination and acceptance criteria ISO 15552:2004

Pneumaticfluidpower--Cylinderswithdetachablemountings, 1 0 kPa(10 bar) series, boresfrom32 m to 320 m --Basic, mounting and accessories dimensions

ISO 21287:2004 Pneumaticfluidpower--Cylinders--Compactcylinders, 1000 kPa(10 bar) series, boresfrom20 m to 100 m

Paulo Abreu

Dimensões não standard

Existem variados designs de cilindros que não cumprem as normas atualmente existentes.

Alguns destes cilindros incorporam inovações técnicas, designs compactos, pelo que ainda não existem normas aplicáveis.

SHP pneu TP (1H)38

Paulo Abreu

Simbologia para cilindros de simples efeito

Simples efeito, normalmente recuado

Simples efeito, normalmente avançado

Simples efeito, normalmente recuado, êmbolo magnético

Simples efeito, normalmente avançado, êmbolo magnético

Paulo Abreu

Simbologia para cilindros de duplo efeito

Duplo efeito, sem amortecimento

Duplo efeito, com amortecimento regulável

Duplo efeito, simétrico, amortecimento regulável

Duplo efeito, com amortecimento regulável, êmbolo magnético

Duplo efeito, sem haste, com amortecimento regulável, êmbolo magnético

SHP pneu TP (1H)39

Paulo Abreu

Actuadores Pneumáticos de Trabalho

Actuadores lineares

cilindros de efeito simples cilindros de efeito duplo

Actuadores angulares

cilindros rotativos motores

Garras pneumáticas

Paulo Abreu

Actuadores pneumáticos

A secção de um cilindro condiciona a força máxima que este pode exercer

O “curso” define o máximo deslocamento linear que pode produzir

A “pressão máxima” de utilização (pressão de trabalho) depende do tipo de cilindro. Cilindros de acordo com VDMA podem operar até 16 bar.

A pressão máxima de um sistema é facilmente controlada com uma “válvula reguladora de pressão”





SHP pneu TP (1H)40

Paulo Abreu

1 vedante de amortecimento 2 magneto (“íman”) 3 espiga de amortecimento 4 corpo do cilindro 5 chumaceira 6 vedante raspador 7 cabeça do cilindro 8 ligação pneumática 9 sensor de fim de curso 10 haste 1 cinta de guiamento 12 vedante do êmbolo 13 topo do cilindro 14 parafuso de ajuste do amortecimento

Construção típica de um cilindro pneumático

Paulo Abreu

Vedantes para êmbolo – Junta tórica (“O'ring”)

Na vedação por “junta tórica” (O’ring), a pressão do ar provoca a sua deformação, sendo o O’ring empurrado contra as superfícies envolventes, assegurando assim a vedação entre o êmbolo e a parede do cilindro





SHP pneu TP (1H)41

Paulo Abreu

Vedante de êmbolo - Vedante labial

Vedação em apenas um sentido

Vedantes de baixa rigidez (grade flexibilidade)

Atrito estático baixo

Paulo Abreu

Vedante de êmbolo Anel de vedação em “Z”

Vedantes muito compactos Vedação nos dois sentidos

Utilizados em cilindros de êmbolos de diâmetro reduzido









SHP pneu TP (1H)42

Paulo Abreu

Vedante de êmbolo (exemplos)

© Festo

O’ring (junta tórica)vedante de formaconjunto de vedação e guiamento junta em “X”vedante labial duplovedante em “L” vedante “em taça”

Paulo Abreu

Junta tórica (“O'ring”) para corpo do cilindro

Utilização em situação estática, na ligação do corpo do cilindro com a cabeça





SHP pneu TP (1H)43

Paulo Abreu

Vedante do êmbolo em cilindro “com amortecimento”

função de vedante e de válvula unidirecional:

Vedação na zona da face do vedante e na zona do diâmetro interior (na situação de amortecimento)

O ar pode mover-se livremente na zona do diâmetro exterior do vedante

Paulo Abreu

Vedante e raspador

Vedante com dupla função

Vedação

Limpeza da haste

Necessidade de vedantes especiais para ambientes agressivos





SHP pneu TP (1H)4

Paulo Abreu

Foles de proteção para hastes

Complemento de proteção da haste

Necessidade de dispor de espaço na haste para montagem

Paulo Abreu

Cinta de guiamento

A cinta de guiamento é uma banda aberta, a envolver o êmbolo, normalmente feita num material plástico duro

assegura o guiamento do êmbolo (não contacto entre as partes metálicas)

Minimiza a distorção dos vedantes, quando a haste fica sujeita a cargas radiais



SHP pneu TP (1H)45

Paulo Abreu

Configurações do extremo da haste de um cilindro

Paulo Abreu

Fixação de cilindros – suporte fixos por flange posterior por flange frontalpor patas por extensões dos tirantes (roscadas)



SHP pneu TP (1H)46

Paulo Abreu

Fixação de cilindros – suportes articulados por olhal fêmea(posterior)por munhão(central)por rótula (posterior) por olhal macho(na haste) por olhal completo(posterior)por rótula (na haste) por olhal completo(na haste)por rótula (posterior)

Paulo Abreu

Dimensionamento de cilindros

Força teóricaDependente da pressão de trabalho e da área do êmboloForças diferentes para o movimento de avanço e recuo (diferentes áreas)

Força disponívelForça teórica diminuída dos atritos e força da mola (cilindro de simples efeito)Forças resistivas devidas a :Perdas de carga nas válvulas e nas condutas de admissão às câmaras do cilindroPerdas de carga devidas ao atrito nos vedantes (atrito estático e dinâmico)Inércia do embolo e haste e inércia da cargaNecessidade de expulsão do ar na câmara ao escapeEstas forças resistivas traduzem-se num “factor de carga”Valores típicos para factor de carga: 60% a 80%

SHP pneu TP (1H)47

Paulo Abreu

Velocidade de cilindros

Velocidade dos cilindros

A velocidade de trabalho não deve ser muito baixa, devido ao efeito do atrito que pode provocar “stickslip”

Uma velocidade muito elevada, leva a um pico de consumo de ar exagerado e pode provocar problemas no cilindro no fim do movimento (impacto do êmbolo no topo do cilindro)

Existe assim uma gama de velocidades considerada como económica –valores típicos 0.1 a 1,5 m/s

Paulo Abreu

Velocidade de cilindros

A velocidade do cilindro depende de:

Força antagonista ao movimento Pressão do ar

Comprimento da linha de alimentação entre a válvula de comando e o cilindro

Caudal admissível da válvula de comando

A regulação da velocidade do cilindro pode ser feita recorrendo a “estranguladores”



SHP pneu TP (1H)48

Paulo Abreu

Comprimento do curso

Existem medidas normalizadas para os cursos dos cilindros, em função do diâmetro do embolo de modo a garantir resistência a tensões de fadiga, encurvadura e atrito (ver diagrama de encurvadura).

Regra geral , os cursos não devem exceder os 2 m ou 10 m para cilindros de haste não rotativa.

Para um curso elevado, a carga mecânica sobre as cintas de guiamento no êmbolo e haste também pode ser demasiado elevada, pelo que por vezes torna-se necessário providenciar sistemas de guiamento externo.

Paulo Abreu

Diagrama de encurvadura

Força [N]

Diâmetro da haste [m]

Curso do

Actuador [m]







SHP pneu TP (1H)49

Paulo Abreu Dimensões de cilindros

Paulo Abreu

Consumo de ar de um cilindro

Consumo de ar :é o volume de ar necessário para movimentar o cilindrodependente do tipo de cilindro e das suas dimensões:necessidade de referir o consumo de ar a uma dada pressão Consumo de ar de um cilindro de duplo efeito(à pressão de utilização)

Nota: cálculo aproximado! Considerou-se o mesmo consumo no avanço e recuo do cilindro.

Alternativamente podem considerar-se as respectivas áreas efetivas de acordo com o tipo de cilindro.

QCaudal à pressão de utilização (p)[l/s] Diâmetro nominal do cilindro[m] Curso do cilindro[m] fCadência -número de ciclos por segundo[Hz]