

## FICHA TÉCNICA

TÍTULO

# Automação Pneumática

AUTORES

**Adriano M. Almeida Santos · António J. S. Ferreira da Silva**

EDITORA

**Publindústria Edições Técnicas**

FORMATO: 170 x 240 mm

NÚMERO DE PÁGINAS: 344

TIRAGEM: 1000 exemplares

PÚBLICO ALVO: Técnicos e Estudantes do Ensino Universitário e Politécnico

## SOBRE A EDITORA

A Publindústria assume como missão estratégica a actividade comunicacional vocacionada para a Indústria Transformadora. Entre os nossos produtos comunicacionais destacamos a edição de revistas técnico-científicas, uma actividade editorial que iniciámos e vimos a aprofundar desde há 20 anos.

A edição de livros técnicos e manuais universitários é uma área de negócios emergente, um desafio e uma prova do envolvimento da Publindústria, com os técnicos e cientistas portugueses. Estamos apostados em ocupar o reduzido nicho de mercado do livro técnico, nos mais diversos domínios da ciência e tecnologia, que contenham uma forte componente pedagógica e/ou formativa.

## SOBRE O LIVRO

Este livro é o resultado de um trabalho desenvolvido pelos autores ao longo de vários anos de ensino na área de Automação e, talvez por isso, o seu carácter fundamentalmente didáctico. Destina-se, pois, particularmente a alunos dos cursos de Engenharia Mecânica e Electrotecnia, a profissionais na área da Automação Pneumática, bem como a todos aqueles que, de algum modo, estão ligados à área da pneumática.

Neste livro são focadas as principais técnicas de comando de sistemas pneumáticos, recorrendo sempre que possível a software de simulação, de forma a tornar mais simples e atractiva a sua completa compreensão. Os temas relacionados com a produção, tratamento e dimensionamento de redes de distribuição do ar comprimido são também abordados nesta nova edição.

## SOBRE OS AUTORES

### Adriano M. Almeida Santos

Nasceu em Vila Nova de Gaia em Março de 1963. É licenciado em Engenharia Mecânica, ramo de Gestão da Produção, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e mestre em Manutenção Industrial pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

É assistente do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP desde 2000, onde lecciona disciplinas na área da Automação Industrial. É autor e co-autor de várias comunicações e artigos científicos apresentados em congressos e publicados em revistas técnicas-científicas e da especialidade.

É, desde 2007, director do Laboratório de Automação do Departamento de Engenharia Mecânica.

Exerce a actividade de formador em várias áreas de automação industrial, nomeadamente na Pneumática, Óleo-hidráulica e Controladores Lógicos Programáveis (PLC's).

Actualmente, encontra-se a desenvolver uma tese de doutoramento na área dos Sistemas de Automação.

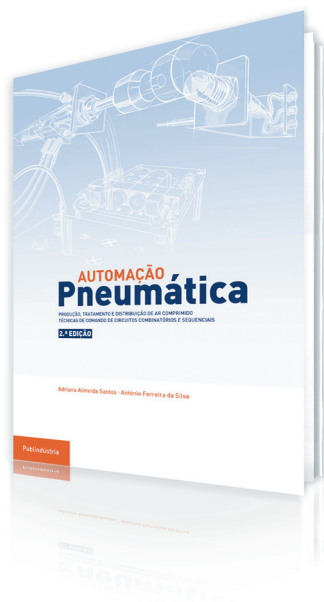
### António J. S. Ferreira da Silva

Nasceu em Matosinhos em Agosto de 1958. É licenciado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e mestre em Engenharia Mecânica pelo Instituto Superior Técnico (IST), perfil de Sistemas.

É professor-adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) desde 1993, onde lecciona a disciplinas da área da Automação Industrial. É autor e co-autor de várias comunicações e artigos científicos apresentados em congressos e publicados em revistas técnicocientíficas e da especialidade.

Exerce a actividade de formador em várias áreas de automação industrial, nomeadamente na Pneumática, Óleo-hidráulica e Controladores Lógicos Programáveis (PLC's).

Actualmente, encontra-se a desenvolver uma tese de doutoramento na área de Técnicas de Inteligência Artificial Aplicadas ao Controlo de Parques Eólicos.



## FICHA TÉCNICA

TÍTULO

# Automação Pneumática

AUTORES

**Adriano M. Almeida Santos · António J. S. Ferreira da Silva**

EDITORA

**Publindústria Edições Técnicas**

FORMATO: 170 x 240 mm

NÚMERO DE PÁGINAS: 344

TIRAGEM: 1000 exemplares

PÚBLICO ALVO: Técnicos e Estudantes do Ensino Universitário e Politécnico

## ÍNDICE

1	A Pneumática - Nota histórica	3.1	Introdução
1.1	Introdução	3.2	Distribuição de ar comprimido
1.2	Propriedades do ar comprimido	3.3	Dimensionamento de redes de distribuição
1.3	Estrutura de um sistema pneumático	3.3.1	Estimativa de consumo de ar
2	Produção e tratamento de ar comprimido	3.3.2	Dimensionamento da rede principal
2.1	Introdução	3.3.3	Dimensionamento das redes secundárias
2.2	Produção de ar comprimido	3.3.4	Dimensionamento das redes de alimentação
2.3	Compressores	3.4	Exercícios resolvidos
2.3.1	Compressão dinâmica	4	Actuadores pneumáticos
2.3.2	Compressão volumétrica	4.1	Introdução
2.4	Classificação dos compressores	4.2	Actuadores lineares (cilindros)
2.4.1	Compressores dinâmicos	4.2.1	Cilindro de simples efeito
2.4.1.1	Compressores centrífugos ou radiais	4.2.2	Cilindro de duplo efeito
2.4.1.2	Compressores axiais	4.2.3	Cilindro de duplo efeito com amortecimento
2.4.2	Compressores volumétricos	4.2.4	Cilindro de dupla acção, Tandem
2.4.2.1	Compressores alternativos	4.2.5	Cilindro de duplo efeito de haste passante
2.4.3	Compressores rotativos	4.2.6	Cilindro rotativo de alheta
2.4.3.1	Compressor Roots23	4.2.7	Cilindro rotativo de balança
2.4.3.2	Compressor de Palhetas	4.2.8	Cilindro sem haste
2.4.3.3	Compressor de Anel Líquido	4.2.9	Cilindro de foles (Bellows)
2.4.3.4	Compressor de Espiral	4.2.10	Cilindro de duplo efeito com bloqueio
2.4.3.5	Compressor de Parafuso	4.2.11	Cilindro linear e rotativo
2.4.3.6	Compressor de Dentes	4.2.12	Cilindro de aperto
2.5	Accionamento dos compressores	4.2.13	Pinça Pneumática
2.6	Tratamento de ar comprimido	4.2.14	Amortecedor hidráulico
2.6.1	Arrefecedores de ar	4.3	Actuadores rotativos (motores)
2.6.1.1	Refrigeração a água	4.3.1	Motor de pistões
2.6.1.2	Refrigeração a ar	4.3.2	Motor de palhetas
2.6.2	Reservatórios de ar comprimido	4.3.3	Motor de engrenagens
2.6.3	Filtros e separadores de água e óleo	4.3.4	Turbomotores
2.6.3.1	Filtros de ar comprimido	5	Dimensionamento de actuadores pneumáticos
2.6.3.2	Separadores de água/óleo	5.1	Introdução
2.6.4	Secadores de ar	5.2	Dimensionamento de actuadores lineares
2.6.4.1	Secador por refrigeração	5.2.1	Cilindros de duplo efeito
2.6.4.2	Secador por adsorção	5.2.2	Cilindros de simples efeito
2.6.4.3	Secador por absorção	5.2.3	Verificação do diâmetro da haste. Critério de Euler
2.6.4.4	Secador de membrana	5.2.4	Dimensionamento ao amortecimento
2.6.5	Seleccção de compressores	5.2.5	Consumo de ar necessário à actuação
2.6.6	Fugas de ar comprimido	5.3	Ábacos de dimensionamento de actuadores pneumáticos
3	Distribuição do ar comprimido, dimensionamento de redes	5.3.1	Cálculo do diâmetro do actuador

5.3.2	Dimensionamento e verificação do diâmetro da haste	8	Técnicas de comando eléctrico
6	Válvulas	8.1	Introdução
6.1	Introdução	8.2	Sinais
6.2	Válvulas direccionais	8.3	Critérios de diferenciação do controlo
6.2.1	Simbologia das válvulas	8.3.1	Controlo analógico
6.2.2	Accionamento das válvulas	8.3.2	Controlo digital
6.2.3	Características de construção	8.3.3	Controlo binário
6.2.4	Válvulas de sede ou de assento	8.4	Diferenciação do processamento de sinais
6.2.4.1	Válvulas de sede esférica	8.4.1	Comando sincronizado
6.2.4.2	Válvulas de sede de prato	8.4.2	Comando assíncrono
6.2.5	Válvulas de gaveta	8.4.3	Comando por relações lógicas
6.2.5.1	Válvulas de gaveta longitudinal	8.4.4	Comando sequencial
6.2.5.2	Válvulas de gaveta giratória	8.4.5	Comando sequencial controlado por tempo
6.3	Válvulas de bloqueio	8.4.6	Comando sequencial controlado pelo processo
6.3.1	Válvula de retenção	8.5	Comando em ciclo aberto
6.3.2	Válvula selectora ou válvula “OU”	8.6	Elementos eléctricos e electropneumáticos
6.3.3	Válvula de simultaneidade ou válvula “E”	8.7	Elementos de entrada
6.3.4	Válvula reguladora de caudal unidireccional	8.7.1	Elementos sem retenção (botão de pressão)
6.4	Válvulas de pressão	8.7.1.1	Contacto normalmente aberto
6.4.1	Válvula reguladora de pressão	8.7.1.2	Contacto normalmente fechado
6.4.2	Válvula limitadora de pressão	8.7.1.3	Contacto comutador
6.4.3	Válvula de sequência	8.7.2	Elementos com retenção (interruptor)
6.5	Válvula de escape rápido	8.7.3	Detectores electromecânicos de posição (fins de curso)
6.6	Válvula de fecho (corte)	8.7.4	Detectores de proximidade (sensores)
6.7	Válvulas de vácuo	8.7.4.1	Configurações de saída
6.7.1	Ventosas	8.7.4.2	Detectores de proximidade indutivos
7	Técnicas de comando pneumático	8.7.4.3	Detectores de proximidade capacitivos
7.1	Introdução	8.7.4.4	Detectores de proximidade ópticos
7.2	Circuitos pneumáticos	8.7.4.5	Detectores de proximidade magnéticos
7.2.1	Representação de um circuito	8.8	Conversores de sinais electropneumáticos
7.3	Convenções	8.8.1	Conversores Electropneumáticos (E-P)
7.4	Circuitos elementares	8.8.2	Conversores Pneumáticos/Eléctricos (P-E)
7.4.1	Cilindro de simples efeito	8.9	Elementos eléctricos de processamento de sinais
7.4.2	Cilindro de duplo efeito	8.9.1	Relés temporizados
7.4.3	Regulação de velocidade em cilindros	8.9.1.1	Relé temporizado com retardo na abertura
7.4.4	Temporização de impulsos pneumáticos	8.9.1.2	Relé temporizado com retardo no fecho
7.5	Lógica pneumática	8.9.2	Contadores
7.5.1	Funções lógicas básicas	8.10	Desenho de circuitos electropneumáticos
7.5.1.1	Função “NÃO” (NOT)	8.10.1	Controlo directo e indirecto de cilindros
7.5.1.2	Função “E” (AND, “.”, $\wedge$ )	8.10.1.1	Controlo directo de cilindros
7.5.1.3	Função “OU” (OR, “+”, $\vee$ )	8.10.1.2	Controlo indirecto de cilindros
7.5.2	Obtenção de funções lógicas	8.10.2	Circuito de auto-retenção
7.6	Princípios de técnicas de comando	8.10.2.1	Circuito de auto-retenção com ligar dominante
7.6.1	Implementação de sistemas de automação	8.10.2.2	Circuito de auto-retenção com desligar dominante
7.6.2	Generalidades sobre ciclos automáticos	8.11	Método da Matriz de Karnaugh (eléctrico)
7.6.2.1	Ciclos combinatórios	8.11.1	Ciclos combinatórios, electropneumáticos
7.6.2.2	Ciclos sequenciais	8.11.2	Circuitos sequenciais, electropneumático
7.7	Método de Cascata	8.12	Exercícios resolvidos
7.7.1	Exemplificação do método	9	Anexos
7.7.1.1	Circuito com uma memória (2 grupos)	Anexo A -	Estimativa de consumo de ar para os cilindros pneumáticos
7.7.1.2	Circuito com duas memórias (3 grupos)	Anexo B -	Comprimentos equivalentes em metros
7.7.1.3	Circuito com três memórias (4 grupos)	Anexo C -	Diâmetros comerciais de tubos (DIN 2440)
7.8	Método da Matriz de Karnaugh	Anexo D -	Diagramas de encurvadura, Critério de Euler
7.8.1	Princípios base	Anexo E -	Tabelas comerciais, cilindros normalizados SMC
7.8.2	Variáveis incompatíveis. Matriz contraída	Anexo F -	Tabelas comerciais, cilindros normalizados FESTO
7.8.3	Implementação de um circuito utilizando 2 memórias	Anexo G -	Força de reacção da molas cilindros simples efeito, SMC
7.8.4	Regras de elaboração do Mapa de Karnaugh	Anexo H -	Seleccção do diâmetro, amortecimento, SMC
7.9	Elementos complementares dos circuitos pneumáticos	Anexo I -	Diagrama Pressão - Força, FESTO
7.9.1	Comando ON/OFF	Anexo J -	Diagrama de encurvadura, FESTO
7.9.2	Comando START/STOP	Anexo L -	Simbologia pneumática
7.9.3	Comando Manual/Automático	Bibliografia	
7.9.4	Contadores	Índice remissivo	
7.9.4.1	Paragem ao fim de n ciclos		
7.10	Exercícios resolvidos		