

Indice

Prefazione	XV
-------------------------	----

Capitolo 1

Applicazioni della tecnologia di automazione

1.1	Panoramica	1
1.2	Caratteristiche della pneumatica	2
1.2.1	Criteri per la scelta delle fonti di energia per produrre il lavoro	3
1.2.2	Criteri per i componenti di distribuzione della potenza	4
1.3	Sviluppo di sistemi di controllo pneumatici	4

Capitolo 2

Concetti di base di pneumatica

2.1	Principi di fisica	5
2.1.1	La legge di Newton	6
2.1.2	Pressione	6
2.2	Proprietà dell'aria	7
2.2.1	La legge di Boyle	7
2.2.2	La legge di Gay-Lussac	8
2.2.3	Equazione generale dei gas	9
2.2.4	Flusso e portata	10

Capitolo 3

Generazione e distribuzione dell'aria compressa

3.1	Produzione dell'aria compressa ed efficienza energetica	13
3.1.1	Conseguenze dell'aria compressa di scarsa qualità e norma di riferimento ISO 8573-1	13
3.1.2	Efficienza energetica	15

3.2	Compressori	20
3.2.1	Compressore a pistone alternativo	20
3.2.2	Compressore a membrana o diaframma	22
3.2.3	Compressore a palette	22
3.2.4	Compressore a vite	22
3.2.5	Compressore a portata	23
3.2.6	Regolazione	23
3.2.7	Ciclo di lavoro (Duty cycle)	24
3.3	Serbatoio dell'aria compressa	24
3.4	Essiccatore	27
3.4.1	Essiccatori a refrigerazione	28
3.4.2	Essiccatore ad adsorbimento	28
3.4.3	Essiccatore ad assorbimento	29
3.5	Distribuzione dell'aria compressa	31
3.5.1	Dimensionamento delle tubazioni	32
3.5.2	Resistenza al flusso	32
3.5.3	Materiali delle tubazioni	32
3.5.4	Disposizione dei tubi	33
3.6	Gruppi di trattamento	34
3.6.1	Filtro	34
3.6.2	Regolatore di pressione	36
3.6.3	Lubrificatore	38
3.6.4	Combinazioni e gruppi di condizionamento	41
3.6.5	Modularità e innovazione	42
3.6.6	Manutenzione dei gruppi di condizionamento	42
3.7	Moltiplicatori di pressione	43

Capitolo 4

Attuatori e organi di lavoro

4.1	Cilindro a semplice effetto	45
4.1.1	Costruzione	46
4.1.2	Muscolo fluidico	47
4.2	Cilindro a doppio effetto	48
4.2.1	Cilindro con ammortizzazione di fine corsa	48
4.2.2	Cilindro Tandem	49
4.2.3	Cilindro con asta passante	49
4.2.4	Cilindro a più posizioni	50
4.2.5	Cilindro rotativo o oscillante a cremagliera	50
4.2.6	Cilindro rotativo o oscillante a palmola o paletta	51

4.3	Cilindro senza stelo	51
	4.3.1 Cilindro a cinghia o cavo flessibile	51
	4.3.2 Cilindro con profilo aperto e guarnizione scorrevole	52
	4.3.3 Cilindro ad accoppiamento magnetico	52
4.4	Tecnica di manipolazione (Handling)	53
	4.4.1 Unità lineare/oscillante	53
	4.4.2 Pinze pneumatiche	54
	4.4.3 Ventose	55
	4.4.4 Generatori di vuoto (eiettori a effetto Venturi).	56
4.5	Proprietà dei cilindri	57
	4.5.1 Forza del pistone	57
	4.5.2 Lunghezza della corsa.	59
	4.5.3 Velocità del pistone	59
	4.5.4 Consumo di aria compressa	60
	4.5.5 Cilindri con unità di bloccaggio dell'asta	61
4.6	Motori	62
	4.6.1 Motore a pistoni	63
	4.6.2 Motore a palette	63
	4.6.3 Motore a ingranaggi	63
	4.6.4 Motore a turbina	64

Capitolo 5

Valvole direzionali

5.1	Applicazioni.	65
	5.1.1 Valvole ad azionamento elettrico	65
	5.1.2 Azionamento di un cilindro a semplice effetto	65
	5.1.3 Azionamento di un cilindro a doppio effetto	66
5.2	Costruzione	67
	5.2.1 Valvola a otturatore	67
	5.2.2 Valvole a cassetto	68
	5.2.3 Dati caratteristici pneumatici	68
	5.2.4 Metodi di azionamento di valvole direzionali.	71
5.3	Valvole 2/2.	72
5.4	Valvole 3/2.	72
	5.4.1 Valvola 3/2 a manicotto	72
	5.4.2 Valvola 3/2 ad azionamento ad astina.	73
	5.4.3 Valvola 3/2 ad azionamento pneumatico	74
	5.4.4 Valvola 3/2 ad azionamento elettrico	75
5.5	Valvole servopilotate.	77

5.5.1	Funzionamento di servopilotaggio con azionamenti manuali e meccanici	77
5.5.2	Valvola 3/2 ad azionamento leva a rullo servopilotato	77
5.5.3	Funzionamento di servopilotaggio con azionamenti elettrici	78
5.5.4	Valvola 3/2 ad azionamento elettrico servopilotato	79
5.5.5	Confronto tra valvole ad azionamento diretto e servopilotato	80
5.6	Valvole 5/2.	80
5.6.1	Valvole 5/2 ad azionamento pneumatico monostabile	80
5.6.2	Valvola 5/2 ad azionamento pneumatico bistabile	81
5.6.3	Elettrovalvola 5/2 monostabile servopilotata	82
5.6.4	Elettrovalvola 5/2 bistabile servopilotata	83
5.7	Valvole 5/3.	84
5.7.1	Valvole 5/3 ad azionamento pneumatico	84
5.7.2	Elettrovalvola servopilotata 5/3 a centri chiusi.	85
5.7.3	Valvole 5/3 – Differenza tra le configurazioni dei centri	87
5.8	Portate delle valvole.	88
5.9	Affidabilità delle valvole nei circuiti automatici completamente pneumatici	89
5.9.1	Assemblaggio valvole leva a rullo come fincorsa.	89
5.9.2	Installazione delle valvole	89

Capitolo 6

Valvole unidirezionali, riduttori di flusso e di pressione, combinazioni

6.1	Valvole unidirezionali	91
6.1.1	Valvole di non ritorno.	91
6.1.2	Elementi logici	91
6.1.3	Valvole a due pressioni: funzione logica AND	92
6.1.4	Valvole seletttrici: funzione logica OR	92
6.1.5	Valvole di scarico rapido	92
6.1.6	Rubineti, valvole di intercettazione o valvole on-off.	94
6.2	Valvole di flusso	94
6.2.1	Valvole di controllo del flusso	94
6.2.2	Riduttori di flusso unidirezionali	95
6.2.3	Riduzione di flusso in alimentazione	95
6.2.4	Riduzione di flusso in scarico	96
6.2.5	Applicazione del metodo di controllo del flusso.	96
6.3	Regolatori di pressione	97
6.3.1	Regolatori o riduttori di pressione	98

6.3.2	Valvole limitatrici di pressione.	98
6.3.3	Valvola a soglia di pressione (o valvola di sequenza)	98
6.4	Combinazioni di valvole integrate.	99
6.4.1	Valvole temporizzatrici.	99

Capitolo 7

Unità di valvole

7.1	Ottimizzazione delle valvole	103
7.2	Vantaggi dell'ottimizzazione delle valvole	104
7.3	Valvole ottimizzate per la connessione in batteria.	104
7.4	Collegamenti elettrici nelle unità di valvole	105
7.5	Concezioni di installazione moderna.	106
7.5.1	Vantaggi nella concezione di installazione moderna	106
7.5.2	Componenti a complessità di installazione ridotta	106
7.5.3	Unità di valvole come periferia decentrata	107
7.5.4	Cablaggio con connettore multipolare	107
7.5.5	Struttura di un sistema di bus di campo (Field bus)	108
7.5.6	Modalità di funzionamento di un sistema di bus di campo.	109
7.5.7	Tipi di bus di campo (Protocolli)	109

Capitolo 8

Pneumatica proporzionale

8.1	Regolatori di pressione proporzionali	111
8.1.1	Funzionamento di un regolatore di pressione proporzionale	111
8.1.2	Applicazione di un regolatore di pressione proporzionale	112
8.1.3	Controllo del dispositivo di test	112
8.1.4	Circuito equivalente di un regolatore di pressione proporzionale	113
8.1.5	Funzionamento di un regolatore di pressione proporzionale	113
8.2	Valvole direzionali proporzionali	115
8.2.1	Funzionamento di una valvola direzionale proporzionale	115
8.2.2	Applicazioni di una valvola direzionale proporzionale	116
8.2.3	Circuito equivalente di una valvola direzionale proporzionale	116
8.2.4	Proporzionalità tra segnale e portata in uscita	117
8.3	Unità di posizionamento pneumatica – asse elettropneumatico	117
8.3.1	Applicazioni di un'unità di posizionamento pneumatica	118
8.3.2	Struttura di un'unità di posizionamento pneumatica	119

Capitolo 9

Tecnica della sicurezza

9.1	Requisiti di base per la sicurezza nella produzione industriale	121
9.2	Le norme alla base della progettazione delle funzioni di comando	122
9.3	Definizione di pericolo e di rischio	123
9.4	Valutazione e riduzione del rischio	124
9.5	Raggiungimento della prestazione di abbattimento del rischio (sicurezza) richiesto	125
9.6	Componenti nei circuiti di sicurezza	125
9.6.1	Componenti certificati per una funzione di sicurezza	125
9.6.2	Esempi di soluzioni di sicurezza	126
9.6.3	Esempi di circuiti di sicurezza	127

Capitolo 10

Principi di base di elettrotecnica

10.1	Corrente continua e corrente alternata	131
10.2	La legge di Ohm	132
10.2.1	Conduttori elettrici	133
10.2.2	Resistenza elettrica	133
10.2.3	Fonti di tensione	133
10.3	Potenza elettrica	133
10.4	Come funziona un solenoide	134
10.4.1	Struttura di un solenoide	135
10.4.2	Applicazioni di solenoidi	135
10.4.3	Carichi induttivi con tensioni in AC	135
10.4.4	Carichi induttivi con tensioni in DC	135
10.5	Funzionamento di un condensatore elettrico	136
10.6	Funzionamento di un diodo	136
10.7	Misure in un circuito elettrico	137
10.7.1	Definizione di misurazione	137
10.7.2	Misure in sicurezza	138
10.7.3	Procedura per misure in un circuito elettrico	138
10.7.4	Misure di tensione	139
10.7.5	Misure di corrente	139
10.7.6	Misure di resistenza	140
10.7.7	Fonti di errore durante le misurazioni in un circuito elettrico	140

Capitolo 11

Componenti nella sezione di controllo e di comando elettrica

11.1	Unità di alimentazione	143
11.2	Pulsanti e interruttori di comando	144
11.2.1	Contatti normalmente aperti	144
11.2.2	Contatti normalmente chiusi	145
11.2.3	Commutatori o contatti in scambio	145
11.3	Sensori di presenza e trasduttori di pressione	146
11.3.1	Sensori elettromeccanici con leva a rullo	146
11.3.2	Sensori di prossimità	147
11.4	Relè e contattori	153
11.4.1	Struttura di un relè	153
11.4.2	Applicazioni di relè	154
11.4.3	Relè bistabili o a rimanenza	154
11.4.4	Relè temporizzatori	154
11.5	Struttura di un contattore	156
11.6	Microcontrollori	157

Capitolo 12

Descrizione delle sequenze operative

12.1	Diagrammi funzionali per macchine di lavorazione e sistemi di produzione (Function charts)	161
12.1.1	Ambito di validità dei diagrammi funzionali	162
12.1.2	Diagrammi corsa-passo	162
12.2	Descrizione delle sequenze dal GRAFCET alla EN 60848	164
12.2.1	Il principio di base di un GRAFCET	164
12.2.2	Passi	164
12.2.3	Condizione di transizione o interblocco	165
12.2.4	Azioni	166
12.2.5	Selezione delle sequenze	169
12.2.6	Ritorni e salti	169
12.2.7	Strutturazione di GRAFCET	170
12.2.8	Esempio di un dispositivo di fresatura	170

Capitolo 13

Struttura degli schemi funzionali

13.1	Schemi funzionali pneumatici	173
13.1.1	Posizione dei simboli negli schemi pneumatici	173
13.1.2	Posizione dei cilindri e delle valvole direzionali	173
13.1.3	Identificazione dei componenti	174
13.2	Schema elettrico.	177
13.2.1	Schema a blocchi	177
13.2.2	Schema funzionale	177
13.2.3	Indice, glossario e lista simboli utilizzati	177
13.2.4	Schema funzionale di un sistema di controllo elettropneumatico	178
13.3	Schema dei collegamenti	183
13.3.1	Requisiti per il cablaggio	183
13.3.2	Cablaggio via morsettiere	183
13.3.3	Struttura dei terminali e delle morsettiere.	185
13.3.4	Assegnazione dei morsetti	185
13.3.5	Struttura di uno schema di collegamento	186
13.3.6	Creazione di uno schema di collegamento	186

Capitolo 14

Misure di sicurezza nei sistemi di controllo elettropneumatici

14.1	Rischi e misure di protezione.	191
14.2	Effetto della corrente elettrica sul corpo umano	192
14.2.1	Effetti della corrente elettrica	193
14.2.2	Resistenza elettrica del corpo umano	193
14.2.3	Variabili che influenzano il rischio di incidenti	194
14.3	Misure di protezione contro gli incidenti dovuti a corrente elettrica.	195
14.3.1	Protezione contro il contatto diretto	195
14.3.2	Messa a terra	195
14.3.3	Protezione a bassissima tensione	195
14.4	Pannello di controllo e indicatori.	196
14.4.1	Interruttore principale	196
14.4.2	ARRESTO di EMERGENZA	196
14.4.3	Elementi di comando di un sistema di controllo elettropneumatico	197
14.5	Protezione delle apparecchiature elettriche contro le influenze ambientali	199
14.5.1	Identificazione del grado di protezione.	199

Capitolo 15

Applicazioni I4.0 nella pneumatica

15.1	Caratteristiche specifiche delle macchine I4.0 ready	203
15.2	Tecnologie qualificanti I4.0	204
15.3	Pneumatica digitale per la Industry 4.0	205
15.3.1	Principi di funzionamento delle valvole piezoelettriche	206
15.4	Il tema della sostenibilità nella pneumatica	208
15.4.1	Individuazione delle perdite tramite individuazione delle sorgenti di rumore	209
15.4.2	Componenti per il risparmio energetico	210
15.5	La connettività nei sistemi elettropneumatici	211
15.5.1	Sensori I/O Link	212

Capitolo 16

Simbologia

16.1	Simboli dei componenti pneumatici	215
16.1.1	Simboli per la sezione di alimentazione	215
16.1.2	Simboli di valvole	217
16.1.3	Simboli di valvole direzionali	218
16.1.4	Simboli di valvole di ritegno, valvole di controllo del flusso e valvole di scarico rapido	221
16.1.5	Simboli dei regolatori di pressione	222
16.1.6	Simboli di elementi attuatori	223
16.1.7	Simboli per altri componenti	225
16.2	Simboli circuitali per componenti elettrici	226
16.2.1	Simboli delle funzioni di base	226
16.2.2	Simboli di azionamenti elettromeccanici	229
16.2.3	Simboli di relè e contattori	230
16.2.4	Simboli di sensori	231