

Indice generale

<i>Presentazione dell'edizione italiana</i>	<i>xi</i>
<i>Prefazione</i>	<i>xiii</i>
Capitolo 1	
<i>Concetti fondamentali</i>	<i>1</i>
1.1 Introduzione	1
1.2 Terminologia relativa ai sistemi di controllo	1
1.3 Funzionamento di un sistema di controllo	8
1.4 Esempi di sistemi di controllo in anello chiuso	9
1.5 Problemi	11
Capitolo 2	
<i>Schemi a blocchi</i>	<i>13</i>
2.1 Introduzione	13
2.2 Definizione di schema a blocchi	13
2.2.1 Sommatore	15
2.2.2 Punto di diramazione	15
2.3 Rappresentazione di un'equazione mediante schemi a blocchi	16
2.4 Rappresentazione di sistemi di controllo mediante schemi a blocchi	16
2.5 Funzioni di trasferimento	18
2.5.1 Generalità sulla funzione di trasferimento	18
2.5.2 Funzione di trasferimento di un sistema in anello chiuso	18
2.5.3 Confronto tra sistemi a retroazione positiva e sistemi a retroazione negativa	21
2.6 Sistemi a retroazione unitaria	25
2.6.1 Conversione in un sistema a retroazione unitaria	26

2.7	Riduzione dello schema a blocchi	27
2.8	Simulazione di uno schema a blocchi mediante amplificatori operazionali	31
2.8.1	Sommatore	31
2.8.2	Sommatore con ingresso SP regolabile	33
2.8.3	Blocco guadagno	35
2.8.4	Blocco guadagno costante (non invertente)	35
2.8.5	Blocco guadagno costante (invertente)	37
2.8.6	Punto di diramazione	38
2.8.7	Sommatore a più ingressi	38
2.9	Problemi	46
 Capitolo 3		
	<i>Trasformate di Laplace</i>	51
3.1	Introduzione	51
3.2	Trasformata di Laplace	51
3.3	Integrale della trasformata di Laplace	52
3.3.1	Notazione relativa alle trasformate	52
3.3.2	Regole di trasformazione	53
3.4	Procedura di trasformazione diretta	57
3.5	Procedura di trasformazione inversa (antitrasformata)	62
3.6	Scomposizione in fratti semplici	71
3.7	Applicazioni delle trasformate di Laplace: le equazioni differenziali	78
3.8	Problemi	83
 Capitolo 4		
	<i>Modellistica matematica</i>	87
4.1	Introduzione	87
4.2	Modelli matematici	88
4.2.1	Comportamento non lineare	88
4.3	Funzioni di trasferimento	89
4.4	Circuiti elettrici	90
4.4.1	Resistore	90
4.4.2	Condensatore	91
4.4.3	Induttore	92
4.4.4	Circuito <i>RC</i> serie	92
4.4.5	Circuito <i>RL</i> serie	95
4.4.6	Circuito <i>RLC</i> serie	97
4.5	Sistemi meccanici	101
4.5.1	Massa	101
4.5.2	Molla	102
4.5.3	Smorzatore	102
4.5.4	Sistema massa-molla-smorzatore	103
4.6	Analogie fra sistemi fisici	104
4.7	Sistemi fluidi	105
4.7.1	Sistema di controllo del livello fluido a serbatoio singolo	106
4.7.2	Sistema di controllo del livello fluido a serbatoio doppio	107

4.8	Sistemi termici	110
4.8.1	Sistemi di riscaldamento	111
4.9	Problemi	113
Capitolo 5		
	<i>Risposta transitoria</i>	115
5.1	Introduzione	115
5.2	Risposta nel tempo	115
5.3	Funzioni di ingresso	117
5.3.1	La funzione a gradino	117
5.3.2	La funzione a impulsi	119
5.3.3	La funzione impulsiva	119
5.3.4	La funzione impulsiva ritardata	121
5.3.5	La funzione a rampa	121
5.3.6	La funzione sinusoidale	122
5.4	Tipi di risposte transitorie	122
5.4.1	Risposta sovrasmorzata	122
5.4.2	Risposta criticamente smorzata	123
5.4.3	Risposta sottosmorzata	123
5.4.4	Oscillazioni costanti	124
5.4.5	Oscillazioni crescenti	124
5.4.6	Crescita esponenziale	125
5.5	Risposta transitoria tramite trasformata di Laplace	125
5.6	Risposta alla funzione impulsiva	129
5.7	Equazione caratteristica	133
5.8	Poli e zeri della funzione di trasferimento	135
5.9	Piano delle s e mappa polo-zero	137
5.9.1	Posizione dei poli e risposta transitoria	138
5.10	Problemi	142
Capitolo 6		
	<i>Risposta in frequenza</i>	145
6.1	Introduzione	145
6.2	Metodi usati per la rappresentazione della risposta in frequenza	147
6.3	Determinazione della risposta in frequenza	150
6.3.1	Determinazione sperimentale della risposta in frequenza	150
6.3.2	Valutazione matematica della risposta in frequenza	151
6.3.3	Calcolo della risposta in frequenza con MATLAB	156
6.4	Problemi	167
Capitolo 7		
	<i>Funzioni di trasferimento comuni</i>	171
7.1	Introduzione	171
7.2	Blocchi comuni (funzioni di trasferimento)	173
7.3	Blocco costante	174
7.3.1	Risposta nel tempo di una funzione di trasferimento costante	176
7.3.2	Risposta in frequenza di un blocco costante	176

7.4	Blocco integrale	178
7.4.1	Risposta nel tempo di un blocco integrale	179
7.4.2	Risposta in frequenza di un blocco integrale	180
7.5	Blocco derivativo	183
7.5.1	Risposta nel tempo di un blocco derivativo	183
7.5.2	Risposta in frequenza di un blocco derivativo	183
7.5.3	Relazione fra blocchi integrali e blocchi derivativi	187
7.6	Blocco ritardo del primo ordine	187
7.6.1	Risposta nel tempo a un ingresso a gradino unitario	188
7.6.2	Risposta in frequenza di un blocco ritardo del primo ordine	191
7.7	Blocco anticipo del primo ordine	197
7.7.1	Risposta nel tempo a un ingresso a gradino unitario	198
7.7.2	Risposta in frequenza di un blocco anticipo del primo ordine	198
7.8	Blocco ritardo del secondo ordine	201
7.8.1	Risposta nel tempo a un ingresso a gradino unitario	202
7.8.2	Caratteristiche della risposta sottosmorzata	208
7.8.3	Risposta in frequenza di un blocco ritardo del secondo ordine	211
7.9	Blocco anticipo del secondo ordine	214
7.9.1	Risposta nel tempo a un ingresso a gradino unitario	215
7.9.2	Risposta in frequenza di un blocco anticipo del secondo ordine	216
7.10	Tempo morto: blocco ritardo di trasporto	217
7.10.1	Risposta nel tempo a un ingresso a gradino unitario	219
7.10.2	Risposta in frequenza di un blocco ritardo di trasporto	219
7.11	Problemi	220
Capitolo 8		
	<i>Stabilità</i>	223
8.1	Introduzione	223
8.2	Il concetto di stabilità	223
8.3	Stabilità e funzione di trasferimento di anello aperto	227
8.4	Guadagno di anello aperto e frequenza di funzionamento	229
8.5	Analisi della stabilità con il diagramma di Bode	233
8.6	Margini di guadagno e di fase	234
8.6.1	Frequenze di attraversamento di guadagno e di fase	234
8.6.2	Margine di guadagno	234
8.6.3	Margine di fase	236
8.6.4	Margini di guadagno e di fase desiderati	236
8.7	Analisi della stabilità con l'equazione caratteristica	241
8.8	Criterio di Routh per la stabilità	243
8.9	Analisi mediante il luogo delle radici	248
8.9.1	Studio del luogo delle radici con MATLAB	251
8.10	Problemi	257
Capitolo 9		
	<i>Controllori: il controllore on-off</i>	261
9.1	Introduzione	261
9.2	Ruolo di un controllore	261

9.3	Tipi di controllori.....	262
9.4	Uso dei valori percentuali per ingresso e uscita	263
9.4.1	Valore misurato come valore percentuale	264
9.4.2	Valore desiderato (set point) come valore percentuale	265
9.4.3	Errore come valore percentuale	265
9.5	Controllo on-off	267
9.5.1	Controllo on-off puro	267
9.5.2	Controllo a due posizioni	272
9.5.3	Controllo a più posizioni (flottante).....	281
9.6	Problemi	282
Capitolo 10		
	<i>Controllori analogici I</i>	285
10.1	Introduzione	285
10.2	Il controllore proporzionale (P)	285
10.2.1	Caratteristica di trasferimento	286
10.2.2	Banda proporzionale.....	288
10.2.3	Rapporto fra uscita percentuale e uscita fisica del controllore	289
10.2.4	Implementazione elettronica	292
10.2.5	Risposta in frequenza di un controllore proporzionale	297
10.2.6	Controllo proporzionale di un anello chiuso	299
10.2.7	Funzionamento in condizioni di regime con errore nullo	302
10.2.8	Controllore proporzionale con offset	307
10.2.9	Regolazione tensione offset	307
10.3	Il controllore integrale (I)	309
10.3.1	Implementazione elettronica	314
10.3.2	Limitazione del guadagno statico	315
10.3.3	Risposta in frequenza di un controllore integrale ideale	316
10.3.4	Risposta in frequenza di un controllore integrale a guadagno statico limitato	317
10.4	Il controllore derivativo (D)	320
10.4.1	Implementazione elettronica	325
10.4.2	Risposta in frequenza di un controllore derivativo	325
10.4.3	Limitazione del guadagno di alta frequenza	327
10.5	Problemi	333
Capitolo 11		
	<i>Controllori analogici II</i>	337
11.1	Introduzione	337
11.2	Controllori composti.....	337
11.2.1	Implementazione in serie	337
11.2.2	Implementazione in parallelo	338
11.3	Il controllore PI.....	338
11.3.1	Implementazione elettronica	341
11.3.2	Risposta in frequenza di un controllore PI	342
11.4	Il controllore PD	347
11.4.1	Implementazione elettronica	350

11.4.2	Risposta in frequenza di un controllore PD	351
11.5	Il controllore PID	356
11.5.1	Implementazione elettronica	363
11.5.2	Variazione del modo operativo	365
11.5.3	Risposta in frequenza di un controllore PID	365
11.6	Problemi	369
 <i>Capitolo 12</i>		
<i>Controllori digitali</i>		
12.1	Introduzione	373
12.2	Il controllore digitale	373
12.2.1	Sequenza di funzionamento del controllore	376
12.2.2	Considerazioni relative al controllo digitale	376
12.3	Regolazione digitale a due posizioni	378
12.3.1	Sequenza operativa	379
12.3.2	Implementazione di un controllore a due posizioni mediante un microcontrollore	379
12.4	Il controllore PID digitale	385
12.4.1	Algoritmo PID analogico	385
12.4.2	Algoritmo PID digitale	385
12.4.3	Organo di tenuta di ordine zero (ZOH)	386
12.5	Algoritmo PID digitale ideale	391
12.5.1	Algoritmo PID discreto – linguaggio BASIC	392
12.5.2	Modalità di controllo manuale	394
12.5.3	Algoritmo di velocità	395
12.5.4	Termine derivativo migliorato	396
12.6	Implementazione di un controllore PID mediante microcontrollore	397
12.6.1	Controllo di un motore in corrente continua	397
12.6.2	Descrizione del software di controllo	399
12.7	Problemi	405
 <i>Capitolo 13</i>		
<i>Controllori fuzzy</i>		
13.1	Introduzione	407
13.2	I sistemi continui nel mondo fisico	407
13.2.1	Logica convenzionale	408
13.3	La logica fuzzy e la relativa terminologia	409
13.4	Sistema di controllo fuzzy	425
13.4.1	Identificazione del problema	425
13.4.2	Progettazione concettuale	426
13.5	Problemi	436
 <i>Capitolo 14</i>		
<i>Tuning del controllore e progettazione di sistema</i>		
14.1	Introduzione	439
14.2	Criteri di prestazione	440
14.2.1	Tuning del controllore	440
14.2.2	Tuning del controllore: impianto con modello noto	441

14.3	Modello dell'impianto da prove sperimentali	451
14.4	Test della risposta al gradino	452
14.4.1	Analisi grafica	452
14.4.2	Metodo computazionale	454
14.5	Test della risposta in frequenza	457
14.6	Determinazione sperimentale delle impostazioni del controllore	463
14.6.1	Metodo del ciclo continuo	463
14.6.2	Metodo della curva di reazione	464
14.7	Esempio di progetto: sistema di controllo di posizione per una macchina utensile	466
14.8	Problemi	474
Capitolo 15		
	<i>Ulteriori tecniche di controllo</i>	477
15.1	Introduzione	477
15.2	Controllo ad azione in avanti (feedforward)	477
15.2.1	Segnale di disturbo	478
15.3	Regolazione di rapporto	480
15.4	Controllo in cascata	481
15.5	Controllore autotuning	483
15.6	Tecniche nello spazio degli stati	483
15.6.1	Variabili di stato	484
15.6.2	Equazioni di stato	484
15.6.3	Passaggio dalla rappresentazione mediante funzione di trasferimento alla rappresentazione mediante variabili di stato	486
15.7	Problemi	488
	<i>Bibliografia</i>	491
	<i>Glossario</i>	493
Appendice A		
<i>MATLAB</i>		
Disponibile online		

