

Prefazione	ix
1 Sistemi dinamici e modelli	1
1.1 Il concetto di sistema	1
1.2 Modello matematico di un sistema	4
1.3 Sistemi con struttura di stato	7
1.4 Sistemi dinamici a tempo continuo	10
1.5 Sistemi dinamici a tempo discreto	13
1.6 Soluzioni di equilibrio e modelli statici	15
1.7 Stabilità	19
1.8 Sistemi lineari e linearizzazione	22
1.8.1 Sistemi continui	25
1.8.2 Sistemi discreti	28
2 Modellistica di sistemi	31
2.1 Modellistica interna e relazioni costitutive	31
2.2 Sistemi meccanici	32
2.3 Sistemi elettrici	45
2.4 Sistemi elettromeccanici	55
2.5 Sistemi elettronici	61
2.6 Sistemi termici, chimici e idraulici	65
2.7 Sistemi a tempo discreto	72
3 La trasformata di Laplace	79
3.1 Definizione e generalità	79
3.2 Proprietà fondamentali	83
3.3 Utilizzo della trasformata di Laplace	90
3.4 Antitrasformata di funzioni razionali fratte	92
3.4.1 Scomposizione in fratti semplici	92
4 Modelli ingresso-uscita di sistemi lineari e stazionari a tempo continuo	99
4.1 Analisi del comportamento ingresso-uscita	99
4.2 Risposta in evoluzione libera	102
4.2.1 Modi aperiodici	105
4.2.2 Modi pseudoperiodici	106

4.2.3	Caratteristiche di convergenza dei modi	109
4.3	Risposta in evoluzione forzata	109
4.3.1	Risposta impulsiva	111
4.3.2	Risposta indiciale	113
4.3.3	Risposta ad ingressi polinomiali	116
4.3.4	Risposta ad ingressi sinusoidali	119
4.4	Considerazioni sulla risposta dinamica	122
4.4.1	Dinamiche dominanti e modelli di ordine ridotto	123
4.4.2	Effetto di uno zero sulla risposta indiciale	126
4.5	Funzione di trasferimento	129
4.5.1	Forme di rappresentazione	129
4.5.2	Schemi a blocchi	132
4.6	Stabilità	138
4.6.1	Criterio di Routh	140
4.6.2	Criterio di Hurwitz	147
4.7	Risposta armonica	149
4.7.1	Forme di rappresentazione	152
4.8	Fedeltà di risposta	158
4.8.1	Banda passante	159
4.8.2	Risonanza	163
4.9	Caratterizzazione della risposta dinamica	168
4.9.1	Parametri caratteristici nel dominio del tempo t	168
4.9.2	Parametri caratteristici nel dominio della pulsazione ω	169
4.9.3	Parametri caratteristici nel dominio della variabile complessa s	171
4.9.4	Conversione delle parametrizzazioni	171
5	Modelli ingresso-stato-uscita di sistemi lineari e stazionari a tempo continuo	179
5.1	Modello implicito ingresso-stato-uscita	179
5.1.1	Rappresentazioni equivalenti	180
5.2	Modello esplicito ingresso-stato-uscita	182
5.2.1	Rappresentazioni equivalenti	187
5.3	Matrice di transizione dello stato	187
5.3.1	Calcolo della matrice di transizione	190
5.4	Risposta in evoluzione libera	195
5.5	Risposta in evoluzione forzata	197
5.6	Proprietà strutturali	200
5.6.1	Controllabilità	201
5.6.2	Osservabilità	205
5.6.3	Stabilità	208
5.7	Realizzazione	211
5.7.1	Forme canoniche	212

6	La trasformata Zeta	217
6.1	Definizione e generalità	217
6.2	Proprietà fondamentali	221
6.3	Utilizzo della trasformata Zeta	224
6.4	Antitrasformata di funzioni razionali fratte	228
6.4.1	Scomposizione in fratti semplici	228
6.4.2	Metodo della divisione estesa	236
7	Modelli ingresso-uscita di sistemi lineari e stazionari a tempo discreto	237
7.1	Analisi del comportamento ingresso-uscita	237
7.2	Risposta in evoluzione libera	241
7.2.1	Modi impulsivi	245
7.2.2	Modi aperiodici	246
7.2.3	Modi alternanti	247
7.2.4	Modi pseudoperiodici	249
7.2.5	Caratteristiche di convergenza dei modi	251
7.3	Risposta in evoluzione forzata	252
7.3.1	Risposta impulsiva	253
7.3.2	Risposta indiciale	255
7.3.3	Risposta ad ingressi polinomiali	256
7.3.4	Risposta ad ingressi sinusoidali	259
7.4	Considerazioni sulla risposta dinamica	263
7.5	Funzione di trasferimento	264
7.5.1	Forme di rappresentazione	264
7.5.2	Schemi a blocchi	266
7.6	Stabilità	268
7.6.1	Uso del criterio di Routh	269
7.6.2	Criterio di Jury	273
7.7	Risposta armonica	279
7.7.1	Forme di rappresentazione	282
8	Modelli ingresso-stato-uscita di sistemi lineari e stazionari a tempo discreto	287
8.1	Modello implicito ingresso-stato-uscita	287
8.1.1	Rappresentazioni equivalenti	288
8.2	Modello esplicito ingresso-stato-uscita	291
8.2.1	Rappresentazioni equivalenti	295
8.3	Matrice di transizione dello stato	295
8.3.1	Calcolo della matrice di transizione	297
8.4	Risposta in evoluzione libera	302
8.5	Risposta in evoluzione forzata	305
8.6	Proprietà strutturali	308
8.6.1	Controllabilità	309
8.6.2	Osservabilità	313
8.6.3	Stabilità	317
8.7	Realizzazione	318

8.7.1	Forme canoniche	319
8.8	Sistemi a dati campionati	322
A	Analisi della risposta di sistemi elementari	327
A.1	Sistema elementare del I ordine	
	a tempo continuo	327
A.1.1	Risposta in evoluzione libera	327
A.1.2	Risposta in evoluzione forzata	329
A.1.3	Risposta armonica	332
A.1.4	Rappresentazione in s	332
A.2	Sistema elementare del II ordine	
	a tempo continuo	334
A.2.1	Risposta in evoluzione libera	334
A.2.2	Risposta in evoluzione forzata	338
A.2.3	Risposta armonica	352
A.2.4	Rappresentazione in s	358
A.3	Sistema elementare del I ordine	
	a tempo discreto	360
A.3.1	Risposta in evoluzione libera	361
A.3.2	Risposta in evoluzione forzata	361
A.3.3	Rappresentazione in z	363
A.4	Sistema elementare del II ordine	
	a tempo discreto	363
A.4.1	Risposta in evoluzione libera	365
A.4.2	Risposta in evoluzione forzata	369
A.4.3	Rappresentazione in z	373
B	Rappresentazioni grafiche della risposta armonica	379
B.1	Comportamento asintotico della risposta armonica	379
B.2	Diagrammi di Bode	381
B.2.1	Fattore costante	383
B.2.2	Fattore monomio	384
B.2.3	Fattore binomio	384
B.2.4	Fattore trinomio	387
B.2.5	Procedura di tracciamento	391
B.3	Diagramma di Nichols	394
B.4	Diagramma di Nyquist	395
	Bibliografia	401