

Vittorio Romano

**Metodi matematici
per i corsi
di Ingegneria**

CittàStudi
EDIZIONI

Indice

Prefazione	IX
I METODI ANALITICI	1
1 Funzioni complesse di variabile complessa	3
1.1 Numeri complessi	3
1.2 Operazioni in forma trigonometrica	5
1.3 Radici di un numero complesso	5
1.4 Logaritmi e potenze di un numero complesso	6
1.5 Funzioni complesse di variabile complessa	7
1.6 Funzioni elementari nel campo complesso	8
1.7 Cammini di topologia in $\mathbb{C}$	9
1.8 Limiti di funzioni complesse	9
2 Funzioni analitiche	11
2.1 Derivazione nel campo complesso	11
2.2 Integrazione nel campo complesso	13
3 Serie di potenze nel campo complesso	17
3.1 Serie di Laurent	20
3.2 Esercizi proposti	23
4 Teorema dei residui e sue applicazioni	25
4.1 Applicazioni del teorema dei residui	27
4.2 Esercizi proposti	34
5 Trasformate di Laplace	35
5.1 Definizione e prime proprietà	35
5.2 Ulteriori proprietà delle trasformate di Laplace	37
5.3 Funzione Gamma e trasformata di t_+^s	41
5.4 Antitrasformata di Laplace	43
5.5 Applicazione delle trasformate di Laplace a problemi di evoluzione	46
5.6 Applicazione della trasformata di Laplace ai circuiti	49
5.7 Applicazione della trasformata di Laplace all'equazione di Bessel	52
5.8 Esercizi proposti	54
6 Sviluppi in serie di Fourier	59
6.1 Polinomi e serie trigonometriche	59
6.2 Convergenza puntuale della serie di Fourier	63
6.3 Spettro di fase e di ampiezza	67
6.4 Sviluppi in soli seni e soli coseni	68
6.5 Esercizi proposti	69

7	Trasformate di Fourier	71
7.1	Definizione e relazione con la trasformata di Laplace	72
7.2	Proprietà della trasformata di Fourier	74
7.3	Ulteriori approfondimenti	76
7.4	Esercizi proposti	79
8	Distribuzioni	81
8.1	Definizione e proprietà	81
8.2	Operazioni con le distribuzioni	85
8.2.1	Ulteriori proprietà della delta di Dirac	88
8.3	Distribuzioni temperate e trasformata di Fourier di una distribuzione	90
8.4	Trasformate di Laplace in ambito distribuzionale	94
8.5	Distribuzioni periodiche	97
8.6	Esercizi proposti	98
9	Principali equazioni differenziali della Fisica Matematica	101
9.1	Equazioni differenziali a derivate parziali	101
9.2	Equazioni differenziali alle derivate parziali del primo ordine	101
9.3	Equazioni differenziali alle derivate parziali lineari del secondo ordine	106
9.3.1	Equazioni iperboliche	110
9.3.2	Equazioni paraboliche	113
9.3.3	Equazioni ellittiche	117
9.4	Esercizi proposti	122
II	METODI NUMERICI	127
10	Aspetti di base del calcolo numerico	129
10.1	Numeri macchina ed errori di arrotondamento	129
10.2	Analisi degli errori	133
10.3	Norme di vettori e matrici	134
10.4	Esercizi proposti	136
11	Metodi numerici per sistemi lineari	137
11.1	Metodi diretti	138
11.2	Metodi iterativi	142
11.2.1	Il metodo di Jacobi	143
11.2.2	Il metodo di Gauss-Seidel	143
11.3	Metodi di rilassamento	144
11.4	Aspetti implementativi	145
12	Metodi numerici per la determinazione degli autovalori di una matrice	147
12.1	Metodo della potenza	147
12.2	Metodo QR	148
13	Zeri di funzioni e sistemi non lineari	151
13.1	Metodo di bisezione	152
13.2	Metodo delle secanti e delle tangenti	153
13.3	Metodo di Newton-Raphson per i sistemi	156
13.4	Aspetti implementativi	157

14	Approssimazione di dati e funzioni	159
14.1	Interpolazione polinomiale	159
14.2	Funzioni spline	163
14.3	Metodo dei minimi quadrati	164
14.4	Derivazione numerica	165
14.5	Aspetti implementativi	166
15	Formule di quadratura	167
15.1	Formule di Newton-Cotes	167
15.2	Formule di quadratura gaussiane	169
15.3	Aspetti implementativi	171
15.4	Esercizi proposti	172
16	Metodi numerici per equazioni differenziali ordinarie	175
16.1	Metodi one-step espliciti	175
16.2	Stabilità dei metodi Runge-Kutta	178
16.3	Metodi Runge-Kutta impliciti	179
16.4	Aspetti implementativi	180
16.5	Problemi ai limiti	182
16.6	Metodo di Galerkin ed elementi finiti per problemi ai limiti	184
16.7	Esercizi proposti	189
17	Metodi numerici per equazioni differenziali alle derivate parziali	191
17.1	Equazione di Poisson	191
17.2	Equazione del calore	192
17.3	Equazione del trasporto	197
III	METODI PROBABILISTICI	201
18	Concetti base di calcolo delle probabilità	203
18.1	Spazi di probabilità	203
18.2	Probabilità condizionale e teorema di Bayes	205
18.3	Elementi di calcolo combinatorio	208
18.4	Applicazioni del calcolo combinatorio a spazi elementari di probabilità	211
18.5	Esercizi proposti	211
19	Variabili aleatorie discrete	213
19.1	Variabili aleatorie	213
19.2	Variabili aleatorie discrete	214
19.3	Distribuzione binomiale	215
19.4	Distribuzione ipergeometrica	216
19.5	Distribuzione geometrica	217
19.6	Distribuzione di Poisson	218
19.7	Distribuzione binomiale negativa	219
19.8	Variabili aleatorie multidimensionali	219
19.9	Media e varianza di una variabile aleatoria discreta	222
19.10	Coefficiente di correlazione lineare	226
19.11	Esercizi proposti	227

20 Variabili aleatorie continue	233
20.1 Calcolo di leggi. Media e varianza di variabili aleatorie continue	238
20.2 Leggi normali	240
20.3 Leggi gamma	241
20.3.1 Leggi esponenziali	242
20.3.2 Leggi chi-quadro	243
20.4 Leggi beta	243
20.5 Leggi di Weibull	244
20.6 Leggi normali multivariate	244
20.7 Cenni sulla teoria dell'affidabilità	245
20.8 Funzioni caratteristiche	246
20.9 Esercizi proposti	249
21 Legge dei grandi numeri e approssimazione normale	253
21.1 Convergenza in probabilità e legge dei grandi numeri	253
21.2 Teorema del limite centrale e approssimazione normale	255
21.3 Esercizi proposti	258
IV METODI STATISTICI	259
22 Statistica descrittiva	261
22.1 Caso di raggruppamento per singoli valori	261
22.2 Caso di raggruppamento per classi di valori	265
22.3 Esercizi proposti	268
23 Statistica inferenziale	271
23.1 Stimatori puntuali	271
23.2 Legge di Student e teorema di Cochran	273
23.3 Intervalli di confidenza	277
23.3.1 Intervallo di confidenza per la media	277
23.3.2 Intervallo di confidenza per la varianza	278
23.3.3 Intervallo di confidenza per la proporzione	279
24 Test di ipotesi	281
24.1 Generalità sui test	281
24.2 Test sulla media	285
24.2.1 Caso varianza nota	285
24.2.2 Caso varianza ignota	287
24.3 Test sulla varianza	287
24.4 Test sulla proporzione	288
24.5 Test sulla media per coppie di popolazioni	289
24.5.1 Caso varianza nota	290
24.5.2 Caso varianza ignota	291
24.6 Test sulla varianza per coppie di popolazioni	292
24.7 Test sulla proporzione per coppie di popolazioni	293
24.8 Test del chi-quadro	294
24.8.1 Adattamento ai dati di una legge teorica di probabilità	296
24.8.2 Test chi-quadro di indipendenza	297
24.9 Esercizi proposti	297

25 Regressione lineare e analisi della varianza	303
25.1 Regressione lineare semplice	303
25.2 Proprietà dei residui e bontà del modello di regressione lineare	308
25.3 Regressione lineare multipla	310
25.4 Analisi della varianza	317
25.4.1 Esperimenti a un fattore	317
25.4.2 Esperimenti a due fattori	320