



73  
72  
70  
001  
99  
545  
515



## Contenido

---

PREFACIO xi

SOBRE EL USO DE LAS COMPUTADORAS xv

Capítulo 1: ALGEBRA MATRICIAL 1

- 1.1 Introducción 1
- 1.2 Igualdad, suma y multiplicación por un escalar 3
- 1.3 Multiplicación de matrices 9
- 1.4 Inversa de una matriz 23
- 1.5 Matrices separadas 36
- 1.6 Problemas varios 44



Capítulo 2: ALGUNAS APLICACIONES SIMPLES Y PREGUNTAS 46

- 2.1 Introducción 46
- 2.2 Competencia entre negocios: cadenas de Markov 47
- 2.3 Crecimiento de la población: potencias de una matriz 55
- 2.4 Equilibrio en redes: ecuaciones lineales 60
- 2.5 Sistemas oscilatorios: eigenvalores 66
- 2.6 Modelos generales: mínimos cuadrados 73
- 2.7 Planeación de producción: programas lineales 81
- 2.8 Problemas varios 87

Capítulo 3: SOLUCION DE ECUACIONES Y CALCULO DE INVERSAS: METODOS 90

- 3.1 Introducción 90
- 3.2 Solución de ecuaciones mediante la eliminación de Gauss 91

- 3.3 Existencia de soluciones a sistemas de ecuaciones:  
algunos ejemplos y procedimientos 104
- 3.4 Cómo encontrar una inversa mediante la eliminación de Gauss 109
- 3.5 Operaciones de renglón y matrices elementales 112
- 3.6 Selección de pivotes y eliminación de Gauss en la práctica 117
- 3.7 La descomposición-LU 127
- 3.8 Medidas de trabajo y solución de sistemas ligeramente  
modificados 138
- 3.9 Programas computacionales para la eliminación de Gauss 147
- 3.10 Problemas varios 150

**Capítulo 4: SOLUCION DE ECUACIONES Y CALCULO  
DE INVERSAS: TEORIA 153**

- 4.1 Introducción 153
- 4.2 Forma reducida de Gauss y rango 154
- 4.3 Posibilidad de solución y conjuntos de soluciones  
para sistemas de ecuaciones 162
- 4.4 Inversas y rango 171
- 4.5 Determinantes y sus propiedades 174
- 4.6 Representación de inversas y soluciones mediante  
el uso de determinantes 185
- 4.7 Problemas varios 190

**Capítulo 5: VECTORES Y ESPACIOS VECTORIALES 194**

- 5.1 Introducción; vectores geométricos 194
- 5.2 Concepto general de espacios vectoriales 201
- 5.3 Dependencia lineal e independencia lineal 208
- 5.4 Base, dimensión y coordenadas 216
- 5.5 Bases y matrices 230
- 5.6 Longitud y distancia en espacios vectoriales: normas 240
- 5.7 Angulo en los espacios vectoriales: productos interiores 245
- 5.8 Proyecciones ortogonales y bases: espacios generales  
y Gram-Schmidt 252
- 5.9 Proyecciones ortogonales y bases:  $\mathbb{R}^p$ ,  $\mathbb{C}^p$ ,  $QR$   
y mínimos cuadrados 261
- 5.10 Problemas varios 274

**Capítulo 6: TRANSFORMACIONES LINEALES Y MATRICES 277**

- 6.1 Introducción; transformaciones lineales 277
- 6.2 Representaciones matriciales de transformaciones lineales 286



- 6.3 Normas de transformaciones lineales y matrices 292  
 6.4 Inversas de matrices perturbadas: condición de ecuaciones lineales 299  
 6.5 Problemas varios 308

**Capítulo 7: EIGENVALORES Y EIGENVECTORES: UNA PANORAMICA 310**

- 7.1 Introducción 310  
 7.2 Definiciones y propiedades básicas 316  
 7.3 Eigensistemas, factorizaciones y representaciones de transformaciones 326  
 7.4 Transformaciones de semejanza; forma de Jordan 332  
 7.5 Matrices unitarias y semejanza unitaria; formas de Schur y diagonal 338  
 7.6 Programas de computadora para encontrar eigensistemas 351  
 7.7 Condición del problema de los eigensistemas 353  
 7.8 Problemas varios 358

**Capítulo 8: EIGENSISTEMAS DE MATRICES SIMETRICAS, HERMITIANAS Y NORMALES, CON APLICACIONES 361**

- 8.1 Introducción 361  
 8.2 Forma y descomposición de Schur; matrices normales 362  
 8.3 Eigensistemas de matrices normales 368  
 8.4 Aplicación: descomposición en valores singulares 375  
 8.5 Aplicación: mínimos cuadrados y pseudoinversa 385  
 8.6 Problemas varios 392

**Capítulo 9: EIGENSISTEMAS DE MATRICES ARBITRARIAS GENERALES, CON APLICACIONES 394**

- 9.1 Introducción 394  
 9.2 Forma de Jordan 396  
 9.3 Eigensistemas para matrices arbitrarias generales 404  
 9.4 Aplicación: evolución de sistemas discretos y potencias de matrices 409  
 9.5 Aplicación: evolución de sistemas continuos y exponenciales de matrices 419  
 9.6 Aplicación: solución iterativa de ecuaciones lineales 430  
 9.7 Problemas varios 437

**Capítulo 10: FORMAS CUADRATICAS Y CARACTERIZACIONES VARIACIONALES DE EIGENVALORES 440**

- 10.1 Introducción 440  
 10.2 Formas cuadráticas en  $\mathbb{R}^2$  443  
 10.3 Formas cuadráticas en  $\mathbb{R}^p$  y en  $\mathbb{C}^p$  450



10.4	Valores extremos de formas cuadráticas: el principio de Rayleigh	459
10.5	Valores extremos de formas cuadráticas: el principio de minimax	468
10.6	Problemas varios	474

**Capítulo 11: PROGRAMACION LINEAL 479**

11.1	Análisis de un ejemplo sencillo	479
11.2	Un programa lineal general	495
11.3	Resolución de un programa lineal general	501
11.4	Dualidad	514
11.5	Problemas varios	524

**Apéndice 1: RESPUESTAS A PROBLEMAS SELECCIONADOS 529**

**Apéndice 2: BIBLIOGRAFIA 553**

**INDICE DE SIMBOLOS 556**

**INDICE ANALITICO 559**

1.1	1.8
1.2	1.9
1.3	1.9
1.4	1.8
1.5	1.8
1.6	1.8
1.7	1.8
1.8	1.8
1.9	1.8
1.10	1.8
1.11	1.8
1.12	1.8
1.13	1.8
1.14	1.8
1.15	1.8
1.16	1.8
1.17	1.8
1.18	1.8
1.19	1.8
1.20	1.8
1.21	1.8
1.22	1.8
1.23	1.8
1.24	1.8
1.25	1.8
1.26	1.8
1.27	1.8
1.28	1.8
1.29	1.8
1.30	1.8
1.31	1.8
1.32	1.8
1.33	1.8
1.34	1.8
1.35	1.8
1.36	1.8
1.37	1.8
1.38	1.8
1.39	1.8
1.40	1.8
1.41	1.8
1.42	1.8
1.43	1.8
1.44	1.8
1.45	1.8
1.46	1.8
1.47	1.8
1.48	1.8
1.49	1.8
1.50	1.8
1.51	1.8
1.52	1.8
1.53	1.8
1.54	1.8
1.55	1.8
1.56	1.8
1.57	1.8
1.58	1.8
1.59	1.8
1.60	1.8
1.61	1.8
1.62	1.8
1.63	1.8
1.64	1.8
1.65	1.8
1.66	1.8
1.67	1.8
1.68	1.8
1.69	1.8
1.70	1.8
1.71	1.8
1.72	1.8
1.73	1.8
1.74	1.8
1.75	1.8
1.76	1.8
1.77	1.8
1.78	1.8
1.79	1.8
1.80	1.8
1.81	1.8
1.82	1.8
1.83	1.8
1.84	1.8
1.85	1.8
1.86	1.8
1.87	1.8
1.88	1.8
1.89	1.8
1.90	1.8
1.91	1.8
1.92	1.8
1.93	1.8
1.94	1.8
1.95	1.8
1.96	1.8
1.97	1.8
1.98	1.8
1.99	1.8
2.00	1.8